

UNIVERSIDAD DE SEVILLA
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGIA



Doctorado en Actualización en Estomatología

**ESTUDIO IN VITRO DE LOS EFECTOS DEL ARENADO DEL
BRACKET METÁLICO PREVIO A LA ADHESIÓN SOBRE SU
RESISTENCIA AL DESALOJO**

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor por:

Jorge Alvizo Luna

Director de tesis: Dr. Enrique Solano Reina

Sevilla, España, Febrero de 2014.



CERTIFICACIÓN DEL DIRECTOR DE TESIS

DR. ENRIQUE SOLANO REINA, CATEDRÁTICO DE ORTODONCIA DEL DEPARTAMENTO DE ESTOMATOLOGÍA, ADSCRITO A LA FACULTAD DE ODONTOLOGÍA DE LA UNIVERSIDAD DE SEVILLA.

CERTIFICA: Que D. Jorge Alvizo Luna ha realizado bajo mi dirección el trabajo titulado “ *ESTUDIO IN VITRO DE LOS EFECTOS DEL ARENADO DEL BRACKET METÁLICO PREVIO A LA ADHESIÓN SOBRE SU RESISTENCIA AL DESALOJO*”.

Para optar al grado de Doctor por la Universidad de Sevilla.

Dr. Enrique Solano Reina

Sevilla, 19 de Febrero de 2014

Título.

Estudio in vitro de los efectos del arenado del bracket metálico previo a la adhesión sobre su resistencia al desalajo.

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Facultad de Odontología

Teléfono: Área (833) 2-41-20-00 extensión 3360

Blvd. Adolfo López Mateos s/n Esquina Avenida Universidad

Tampico, Tamaulipas, México

C.P. 89000

Director de Tesis:

Dr. Enrique Solano Reina

Investigador principal

Jorge Alvizo Luna

Dirección: Calle 2 de enero No. 614

Col. Tamaulipas, C.P. 89060

Tampico Tamaulipas

Correo: special_father@hotmail.com o jalvizo@uat.edu.mx

Teléfono: Área (833) 2-12-80-93 Domicilio

Celular (833)149-52-11

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Enrique Solano Reina, y al Dr. Alejandro Iglesias Linares

Muchas Gracias Maestros, por su entrega en mi aprendizaje, por compartir su sabiduría y por impulsarme a ser cada día mejor en mi formación. Gracias por brindarme el apoyo a lo largo de la tesis doctoral por su paciencia, tolerancia, su tiempo y amistad.

A los profesores Emilio Jiménez- Castellanos, Diego Cañadas, Magdalena Azabal, Rafael Llamas, Asunción Mendoza, Guillermo Machuca, Pedro Bullón, José Luis Gutiérrez y Daniel Torres. Gracias por su entrega en mi aprendizaje, por compartir su sabiduría, por impulsarme a ser cada día mejor y por el valioso conocimiento impartido durante el período de investigación

DEDICATORIAS

A DIOS

Por darme la vida y por permitir que pueda compartir con mi familia y amigos estos momentos felices que son tan importantes en mi vida y que quedarán en el recuerdo por siempre, creo que sin ti no podría llegar a ningún lado.

A MIS PADRES (+)

Jamás encontraré la forma de agradecer su constante apoyo y confianza, sólo espero que comprendan que mis ideales, esfuerzos y logros han sido también suyos e inspirados en ustedes. Ahora puedo decir que esta tesis lleva mucho de ustedes, gracias por estar siempre a mi lado espiritualmente.

A MI ESPOSA E HIJOS

Con todo mi cariño y amor para ustedes que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por motivarme a la superación y darme la mano cuando sentía que el camino se terminaba, a ustedes por siempre mi corazón, mi amor y mi agradecimiento.

A MIS HERMANOS

Porque siempre hemos estado juntos y apoyándonos en todo momento, por sus consejos de aliento y superación, por su cariño, amor y confianza que han puesto en mí.

AMIGOS

A mis amigos y compañeros que estuvieron pendientes del trabajo de investigación, Jorge Luna por hacerme pensar que las cosas que uno quiere se necesita de esfuerzo y dedicación, Delfino Alvizo por escucharme en los momentos difíciles y darme animo de seguir adelante con tus consejos, Rogelio Oliver por ayudarme con tu experiencia en el trabajo de tesis, Julio Alvizo por ser un hermano ejemplar a seguir.

0. Índice de contenido.....	3
1. Introducción.....	5
1.1 Adhesivos.....	6
1.2 Grabado ácido.....	8
1.3 Imprimadores	10
1.4 Acondicionamiento del esmalte.....	14
1.5 Fotocurado	17
1.6 Arenado de brackets	19
2. Planteamiento del problema.....	44
3. Justificación.....	47
4. Objetivos de la investigación	49
4.1 Objetivo General	50
4.2 Objetivos específicos.....	51
5. Hipótesis del estudio	52
6. Materiales y Métodos	54
6.1 Diseño de la investigación.....	55
6.1 Población de estudio	55
6.2 Tipo de muestra	55
6.3 Tamaño de la muestra.....	56
6.4 Criterios de la investigación.....	59
6.4.1 Criterios de inclusión	59
6.4.2 Criterios de exclusión	59
6.4.3. Criterios de eliminación	60
6.5 Variables del estudio	60

6.5.1 Variables dependientes	60
6.5.2 Variables independientes	60
6.6 Recursos materiales	61
6.7 Flujograma	67
6.8 Procedimiento experimental	68
6.9. Análisis estadístico	78
7. Resultados	79
8. Discusión.....	92
9. Conclusiones.....	97
10. Anexos	99
11. Bibliografía	105

I. Introducción

Hoy en día el desprendimiento de los brackets es uno de los principales problemas que se presentan en la práctica de la ortodoncia y esto implica retraso en el tratamiento, mayor tiempo en el sillón dental y en algunas ocasiones molestia del paciente.

Se han diseñado diferentes formas de retenciones en las bases de los brackets así como también se ha modificado el tipo de retención mediante aire abrasivo, el láser y químicos para impedir el fácil descementado de estos aditamentos.^{1,2}

Desde los años 50 a la fecha, los investigadores se han preocupado por encontrar un método o técnica que impida el descementado de los brackets ya que esto sería algo excepcional para la ortodoncia.

El impedir o retardar la caída de los brackets ayudaría al avance clínico de la ortodoncia, al presupuesto del paciente, a mejorar el manejo de las técnicas del ortodontista así como también a disminuir el tiempo del tratamiento.³

Se han empleado diversos métodos para evitar la caída de los brackets. Por tal motivo es importante estudiar, evaluar y comparar las fuerzas de descementado de brackets nuevos y tratados con diferentes tipos de arenado como el óxido de aluminio y el de carburo de silicio que actualmente son una interesante alternativa para mejorar la retención de los brackets.⁴

1.1 ADHESIVO

La resistencia de adhesión de los brackets metálicos ha sido motivo de estudio desde el advenimiento de las resinas epóxicas para adherir brackets al esmalte dental, dejando atrás los tratamientos con multibandas.

En 1955 Bounocore ⁵ demostró el aumento de adhesión producido por el pre-tratamiento del esmalte con ácido fosfórico al 85 % y es cuando se introduce la técnica de grabado ácido para llevar a cabo los cambios notables en la práctica de la adhesión en ortodoncia.

En 1965 Newman ⁶ comenzó a aplicar resinas epóxicas para adherir directamente al diente elementos ortodóncicos. Para 1969 Mizrahi y Smith ⁷ introdujeron el cemento de poliacrilato de zinc (carboxilato) arrojando información valiosa acerca de la adhesión de los brackets con este cemento.

En 1971 Miura y Cols. ⁸ descubrieron una resina acrílica (Orthomite), utilizando un catalizador modificado de trialquilborano, que resulto ser particularmente exitoso para adherir brackets plásticos y mejorar la adhesión en presencia de humedad, a la vez las resinas de diacrilato fueron introducidas en ortodoncia tanto como selladores como adhesivos. Las resinas BIS-GMA o “resinas de Bowen” se proyectaron para mejorar la fortaleza de la unión y aumentar la estabilidad dimensional mediante cadenas cruzadas. A principios de la década de 1970, se publicaron gran cantidad de informes preliminares sobre diversos sistemas disponibles en el comercio de adhesión directa o indirecta. Sin embargo, no fue hasta 1977 cuando Zachrisson ⁹ publicó la primera evaluación post-tratamiento de la adhesión directa, en una numerosa muestra de pacientes.

Millet y Cols.¹⁰ en 1996 realizaron una investigación sobre la resistencia a la adhesión de los brackets metálicos aplicando ionómero de vidrio (ketac-Cem) en la base de brackets, la mitad de los brackets estudiados se trataron con aire abrasivo en la malla de la base del bracket, reportando que los brackets tratados

con Ketac-Cem producen una reducción significativa en la probabilidad del descementado del bracket que los no tratados con aire abrasivo. Sin embargo los brackets arenados y cementados con resina convencional obtuvieron mayor resistencia al descementado.

1.2 GRABADO ÁCIDO

Wang y Lu.¹¹ en 1991 y Sheen y Cols.¹² en 1993 realizaron estudios sobre diferentes tiempos de grabado ácido del esmalte en dientes jóvenes y dientes viejos, recomendando un grabado de 15 segundos de ácido fosfórico al 37 % para dientes jóvenes y 30 segundos para dientes viejos.

Legler y Cols.¹³ midiendo la profundidad de grabado con un perfilómetro de superficie notaron una disminución gradual de ésta en las profundidades con la disminución de la concentración y la duración de H₃PO₄. La profundidad de grabado varió de 27,1 µm en superficies grabadas con 37% de H₃PO₄ durante 60 segundos a 3,5 µm de profundidad por ataque químico con 5% de H₃PO₄ durante 15 segundos, por lo tanto aplicar ácido al 37% durante 60 segundos se provoca mayor profundidad y mayor retención de materiales.

Kinch y Cols.¹⁴ manejaron un ensayo clínico para comparar la resistencia de unión colocando ácido grabador con tiempos de 15 y 60 segundos de grabado en brackets de metales *Edgewise*, (n= 1174) durante un período de 6 a 13 meses y en el análisis de la tasa de fallos, el tiempo de resistencia de brackets y el cemento restante después de un fallo no mostraron diferencia estadística entre los grupos de grabado 15 y 60 segundos.

Johnston y Cols.¹⁵ en 1998 señalan en su estudio que el grabado con ácido fosfórico al 37 % debe ser de 15 segundos para premolares, caninos e incisivos y 30 segundos para molares. Reportan que el incremento de grabado a 60 segundos no aumenta la resistencia de la adhesión ni provoca daños al esmalte. Se conoce que el esmalte grabado pierde la energía de superficie pudiéndose presentar una rápida contaminación debido a la disminución del nivel de energía de la superficie grabada. La potencial reducción de energía en la superficie hace más difícil humedecer la superficie con la resina pudiendo presentar mayor superficie de energía que en la superficie contaminada. Aun cuando momentáneamente haya contacto con saliva o sangre, se puede prevenir una efectiva formación de prolongaciones de resina reduciendo en forma notable la resistencia del enlace.

Debido a que las resinas compuestas son más viscosas que las resinas acrílicas sin relleno, los agentes de enlace del esmalte se desarrollaron para mejorar el humedecimiento del esmalte grabado. Tradicionalmente los agentes de enlace del esmalte se han realizado por una combinación de diferentes dimetacrilatos, como el Bis-GMA y el TEDGMA para controlar la viscosidad. El desafío de la investigación de los adhesivos ha hecho posible desarrollar agentes que se adhieran a la dentina y al cemento.

Idealmente los agentes de enlace deben de estar contenidos en los materiales hidrofílicos e hidrofóbicos. La parte hidrofílica debe ser diseñada para interactuar con la superficie de la dentina, en tanto que la parte hidrofóbica se debe enlazar a la resina de la restauración.¹⁶

Para describir exactamente el fracaso de unión de la adhesión, se han desarrollado los índices cualitativos y cuantitativos para describir las superficies que resultan al descementado de los brackets. Artun y Berglands ¹⁷ en 1984 propusieron el índice de adhesivo remanente (ARI) para describir la cantidad de resina que permanece en la superficie del diente después de despegarla.

Una categorización de cero a tres es la propuesta por estos autores y está representada de la siguiente manera:

0 = Superficie dental sin adhesivo remanente

1 = Menos de la mitad de adhesivo en el diente,

2 = Mas de la mitad de adhesivo en el diente y

3 = Todo el adhesivo queda en el diente.

1.3 IMPRIMADORES

Los imprimadores se desarrollaron para mejorar la capacidad de humectación del esmalte grabado ya que las resinas compuestas son más viscosas que las resinas acrílicas sin relleno. Estos imprimadores también llamados resinas fluidas son monómeros que penetran en las irregularidades del esmalte grabado proporcionando un enlace mecánico debido a la prolongación de resina dentro del que están compuestos por Bis-GMA y Bis-EMA.

La naturaleza del esmalte y la casi total ausencia de agua en su composición le permiten al imprimador introducirse en las irregularidades generadas por la acción del ácido sobre la estructura prismática del esmalte y generar la adhesión buscada, luego de su polimerizado o si es auto curable, se procede a colocar el adhesivo que al polimerizar queda unida químicamente a la primera capa que fue

colocada a través de uniones químicas generadas con la superficie no polimerizada producida por el oxígeno del aire. Los imprimadores hidrofílicos han sido formulados con acetona y alcohol para desplazar la humedad de la superficie del esmalte aislado para la adhesión.

Las resinas para adherir brackets mecánicamente al esmalte dental datan de 1965 por Newman ⁶ la mayoría de los sistemas de adhesión proporcionan una resina primaria principal (*primer*) que es aplicada al esmalte previamente grabado junto con una resina compuesta (composite) para producir la adhesión del bracket al diente.¹⁸

La polimerización completa de estas resinas primarias (*primers*) puede prevenirse por inhibición del oxígeno, ya que el oxígeno es un inhibidor del proceso radical libre de polimerización. Este efecto inhibitorio está basado en la formación de copolímeros de monómero y oxígeno que es preferido para regular la polimerización de los monómeros de metacrilato. La fuerza de enlace del bracket al diente puede ser afectada negativamente por esta completa polimerización de la resina.¹⁹

Vásquez ²⁰ comparó 2 tipos de resinas adhesivas principales primarias (*primer*) ambas de fotocurado de la casa comercial 3M Unitek, en su estudio utilizó el primer hidrofílico Transbond MIP que tiene la característica de que se puede aplicar sobre esmalte grabado húmedo o contaminado con agua o saliva sin afectar la adhesión de los brackets según lo indica el fabricante, dicho primer hidrofílico se aplicó en tres formas sobre el esmalte grabado a) esmalte contaminado con saliva, b) esmalte contaminado con agua y c) sobre esmalte seco. Este *primer* lo comparó con el grupo control, *primer* Transbond XT, que según las indicaciones del fabricante se debe trabajar solamente sobre esmalte

grabado seco. Reportó que la mayor fuerza de adhesión y resistencia al desalojo la encontró con el *primer* hidrofílico Transbond MIP aplicado sobre esmalte grabado seco no contaminado, sin embargo no reporta diferencias significativas entre los dos tipos de primer estudiados sobre esmalte seco. El índice de resina remanente (ARI) reportado por este autor señala que la mayoría de las fallas de todos los especímenes ocurrieron en la interface esmalte-resina, en el rango 1 (menos de la mitad de adhesivo remanente en el esmalte).

Estos resultados difieren de los reportados por Littlerwood y Cols.²¹ donde sus reportes manifiestan que el *primer* hidrofílico disminuye significativamente la resistencia a la adhesión al compararlo con el primer convencional.

Las investigaciones realizadas in Vitro sobre la resistencia a la adhesión de los brackets ya sean metálicos, cerámicos o plásticos deben someterse a ciertos métodos que sean semejantes a las condiciones bucales como: los cambios térmicos, el estrés la humedad del 100%, acidez de la saliva, placa bacteriana, etc; dado que son condiciones normales que pueden afectar la vida útil de los brackets, dientes y adhesivos, por tal motivo estas pruebas no son reproducibles totalmente en el laboratorio. Sin embargo los estudios in vitro son necesarios para evaluar las resinas adhesivas y solo son sugerentes de resultados ya que las pruebas clínicas, consideradas como el medio de investigación ideal, consumen demasiado tiempo.²²

El grabado ácido del esmalte dental y la adhesión están hoy en la ortodoncia de todo el mundo, en 1979 Gorelik²³ realizó una investigación en los Estados Unidos que consistió en una encuesta a 7000 ortodoncistas del uso de los brackets

adheridos y encontró que el 93 % de esta población ya usaba adhesivos para la fijación de los brackets.

Existen en el tratamiento ortodóncico diferentes métodos de adhesión, incluyendo los autocurables, al respecto Belostoky ²⁴ empleó el sistema de adhesión de resina sin mezcla los cuales son los que curan cuando entran en contacto la pasta (resina sólida) y el líquido preparador (*primer*) colocado sobre el esmalte grabado y la malla del bracket. Este tipo de materiales es aun utilizado por algunos especialistas de la ortodoncia, sin embargo los métodos de cementación que incluyen el uso de resinas fotocurables son los más ampliamente utilizados en el campo de la ortodoncia.

Minick y Cols. ²⁵ estudiaron los sistemas de adhesión más recientes como el Aegis Ortho, Clearfil Proteja Bond, el Clearfil y el iBOND reportaron que estos materiales presentan valores más bajos de resistencia al desprendimiento cuando se comparan con Transbond XT (10 MPa a 30 minutos, 10.1 MPa a 24 horas).

Vicente y Bravo ²⁶ compararon de igual forma la fuerza de cizalla y el adhesivo remanente sobre el diente tras el descementado de brackets con una resina de ortodoncia tradicional (Transbond XT), una resina fluida (X-Flow), un compómero fluido (Dyract Flow) y un fluido Giomer (Flujo Beautiful). Aunque no se encontraron diferencias significativas; el Transbond XT fue el material que presentó mayor resistencia al desprendimiento.

Por otra parte, Büyükyilmaz y Cols. ²⁷ mencionan tres principales razones por las que es difícil obtener resultados clínicos validos en el laboratorio y son los siguientes:

- 1) Las cargas aplicadas a los brackets adheridos in vitro no es representativo a las aplicaciones clínicas.
- 2) La fuerza aplicada por la máquina no es igual a la utilizada en clínica.
- 3) En el laboratorio no es reproducible el ambiente de la cavidad bucal

1.4 ACONDICIONAMIENTO DEL ESMALTE

En un estudio realizado en 1998 en Iowa City por Olsen y Cols.²⁸ compararon la resistencia del desalojo de los brackets acondicionando el esmalte dental en tres formas:

- 1) Grabado con ácido orto fosfórico al 37 % por 30 segundos
- 2) Aire abrasivo con óxido de aluminio de 50 μm .
- 3) Aire abrasivo de 90 μm por tres segundos.

En sus resultados reportaron que preparar el esmalte con aire abrasivo resulta con una resistencia clínicamente inaceptable ya que la fuerza al descementado aplicada para los dientes tratados con aire abrasivo de 50 μm fue de 2.3 MPa y con 90 μm fue de 3.6 Mpa. Además la falla a la fractura en todas las muestras tratadas con aire abrasivo se presentó en la fase resina-diente, donde no queda adhesivo remanente en el esmalte.

En este sentido los valores de la resistencia al descementado usada en la rutina de ortodoncia esta en un rango entre 5.9 y 7.8 Mpa, según Reynolds.²⁹

Cacciafesta y Cols.³⁰ en el 2004 evaluaron el efecto de contaminación del esmalte con sangre en la fuerza de unión de una resina modificada de ionómero de vidrio utilizada con acondicionadores de esmalte (ácido poliacrilato al 10% y ácido fosfórico al 37% y *primer* autograbable) su muestra fue de 120 incisivos

permanentes de mandíbula bovina asignados aleatoriamente a 8 grupos de 15 especímenes cada uno. Los brackets acondicionados al esmalte fueron estudiados en seco y contaminados con sangre, todos fueron unidos con resina modificada de ionómero de vidrio Fuji ortho LC y después fueron probadas al método de cizallamiento en la máquina universal de pruebas. En sus resultados mostraron que los grupos acondicionados con *primer* autograbable y ácido fosfórico al 37% tuvieron el más elevado valor de fuerza de unión para ambos tipos de esmalte (seco y contaminados con sangre) mientras que los acondicionados con ácido poliacrilato al 10% mostraron una significativa baja en la fuerza de unión. Con el procedimiento de unión con el ionómero de vidrio Fuji ortho LC no se afectó la fuerza de unión sin importar cual acondicionador de esmalte se haya usado.

En otro estudio realizado por Oonsombat y Cols.³¹ en el 2003 describen en sus resultados el estudio sobre las fuerzas de cizallamiento de 4 grupos que fueron contaminados con sangre, indicaron que las fuerzas fueron significativamente diferentes. Las pruebas indicaron que el grupo sin contaminación (control) presentó una fuerza de cizallamiento significativamente mayor que los grupos contaminados con sangre sin importar si esta contaminación ocurrió antes o después de la aplicación del *primer* auto grabable.

Oncag y Cols.³² en el 2005 investigaron la contaminación del diente con refrescos ácidos para observar la resistencia al descementado de los brackets metálicos, este estudio se hizo in vitro y en vivo. Se hicieron tres grupos de 30 dientes en los cuales los premolares in vivo fueron puestos en arco y expuestos a la bebida

ácida tres veces por 5 min en 3 intervalos de tiempo iguales dentro de 24 horas y posteriormente extraídos después de 3 meses. De igual forma se manejó con el grupo in vitro, en los resultados observaron que ambos modelos de estudio tanto in vivo como in vitro no presentaron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia al descementado al ser comparados con el grupo control.

Cacciafesta y Cols.³³ en el 2003 evaluaron los efectos del esmalte expuesto a 3 diferentes agentes, el ácido poliacrilato al 10% el ácido fosfórico al 37% y el *primer self etching*, sobre la fuerza de resistencia al descementado y el sitio del desalojo de una resina de ionómero de vidrio modificado adherido a esmalte seco y humedecido por saliva. Ciento ochenta incisivos mandibulares permanentes de bovinos fueron asignados aleatoriamente a 12 grupos; cada uno de 15 especímenes. Tres condiciones de superficie del esmalte fueron estudiadas (seco, empapadas con agua y empapadas con saliva). Ciento ochenta brackets de acero inoxidable fueron cementados con resina de ionómero de vidrio modificada, después del cementado todas las muestras fueron almacenadas en agua destilada durante 24 horas y sometidas a la prueba de descementado. Los resultados mostraron que el uso de ácido fosfórico al 37% presentó mayor resistencia al descementado en un ambiente seco y con saliva en muestras empapadas con agua y expuestas al ácido poli acrilato al 10% sin encontrar diferencias estadísticamente significativas con otros grupos.

El tiempo de trabajo al momento de cementar un bracket es de suma importancia ya que este procedimiento se puede relacionar a una pobre adhesión. Al respecto, Tecco y Cols.³⁴ compararon 4 tipos de composites de baja viscosidad observando

que Denfil Flow permitió un mayor tiempo de trabajo debido a que no se contaminó con saliva presentando este material mayor resistencia al descementado clínicamente pero no estadísticamente cuando fue comparado con Denfil Flow/Denfil Primer, Transbond XT y Direct flow.

Ostby y Cols.³⁵ demostraron que no existe una diferencia en los valores de resistencia al desalojo al utilizar diferentes tiempos de aplicación del *primer* auto grabable (PAG), en la adhesión de brackets; donde se encontró que grabando el esmalte de 3 a 5 seg. o aumentando el tiempo de grabado a 15 segundos no influye en la resistencia al descementado de los brackets después de ser sometidos a una prueba de cizallamiento media hora después de su adhesión. La resistencia al descementado de los brackets en el grupo PAG de 3 a 5 seg fue de 8.0 ± 4.6 Mpa sin ser significativamente diferente de la fuerza de descementado usando el PAG durante 15 seg.

El desprendimiento de un bracket se puede además vincular al fenómeno de la microfiltración. Canbek y Cols.³⁶ encontraron que la microfiltración en la interfase adhesivo –esmalte al utilizar Transbond XT se afecta en un 74% en dientes humanos y 64% en dientes de bovino.

1.5 FOTOCURADO

Ruyter y Oysead³⁷ mencionan que los adhesivos foto polimerizables en la década de 1980 eran curados por luz visible ultravioleta transmitida a través de la estructura dentaria siendo populares en la cementación de brackets plásticos o metálicos perforados sin embargo los clínicos preferían las resinas auto

polimerizables debido a la inaccesibilidad de la resina contenida bajo los brackets a la luz de fotocurado.

Se conoce que la profundidad máxima de curado de las resinas foto polimerizables depende de la fórmula del composite, la fuente de luz y el tiempo de exposición.

El aumento de la resistencia a la presión para el descementado de los brackets metálicos ha sido motivo de investigaciones y con resultados diferentes y controversiales; muchos investigadores han probado diferentes técnicas comparando la resistencia al desalojo de brackets nuevos, adheridos y re-adheridos nuevamente con diferentes métodos con el objetivo de reciclarlos y darles utilidad nuevamente. También se ha comparado la resistencia al desalojo de brackets utilizando diferentes resinas, tiempos de grabado del esmalte, así como diferentes adhesivos foto curables y auto curables (*primer*), además de la aplicación de aire abrasivo sobre la malla de la base de brackets metálicos, cerámicos y plásticos. Estos estudios reflejan la inquietud por conocer que métodos, técnicas y/o productos son los más eficientes para evitar el desprendimiento accidental de los aditamentos de ortodoncia.

Yamamoto y Cols.³⁸ investigaron diferentes períodos de evaluación de resistencia al desalojo probando 5, 10, 60 minutos y 24 horas después de adherir los brackets con dos tipos de resina, una foto curable y otra auto curable, encontrando que la mayor resistencia al desalojo se presenta a las 24 horas seguido de 60 minutos, además reportan que la resina autocurable de un solo paso penetra más al esmalte que la fotocurable ocasionando esta última más daño que la resina auto curable.

Oesterle y Cols.³⁹ recomendaron usar un total de 40 segundos de fotocurado (20 segundos por mesial y 20 segundos en distal del bracket) esperando después del fotocurado un mínimo de 5 minutos, antes de ligar el alambre al arco.

Evans y Cols.⁴⁰ midieron los efectos de diferentes tipos de fotocurado en la fuerza de cizallamiento de brackets ortodóncicos unidos con Transbond XT a esmalte bovino, reportando un incremento significativo en la fuerza de unión en los grupos de muestras fotocuradas a las 24 horas comparadas con las de 5 minutos, los tipos de lámparas evaluadas fueron lasopt 400/sl10,20 opt 400/ps5, orthXTSL10,PS5, opt501/TT5,PS5 y orth2k/PS5, presentando una mayor resistencia al descementado con la prueba de cizallamiento la opt501/TT5 con 22.1 MPa.

1.6 ARENADO Y BRACKET

La tecnología del aire abrasivo ha tenido diferentes aplicaciones en la odontología, incluyendo el campo de la Ortodoncia.

Esta tecnología fue introducida antes del grabado ácido por Black⁴¹ y Goldstein⁴² en 1940. La tecnología del aire abrasivo rápidamente ganó terreno en la comunidad dental debido a sus múltiples ventajas como la eliminación de la presión, la vibración y el ruido, además de que no generaba calor e incrementaba la comodidad para el paciente.

Sin embargo esta popularidad se fue perdiendo a fines de 1950 debido a sus desventajas significativas como no realizar preparaciones de cavidades bien definidas además de que era necesario una elevado poder de aire abrasivo. Con

el advenimiento de la tecnología de la pieza de mano de alta velocidad la tecnología del aire abrasivo fue quedando en la oscuridad.

Otros usos clínicos del arenador (aire-abrasivo) incluyen el micro grabar el esmalte dental, las restauraciones de amalgama en la cara vestibular, coronas completas de oro aplicándoles aire a presión con óxido de aluminio de 50 y 90 μm para poder adherir un bracket metálico.

En las investigaciones sobre la resistencia inicial a la cementación y la resistencia a la re cementación de los brackets; encontramos que Jassem y Cols.⁴³ en 1981, Harris y Cols.⁴⁴ en 1992, Cua y Cols.⁴⁵ en 1995, reportaron que la resistencia al desalojo y re cementación es parecida.

Los resultados de Faust y Cols.⁴⁶ en 1978, Wrigth y Powes.⁴⁷ en 1985 y Regan y Cols.⁴⁸ en 1993 reportan que la resistencia al desalojo inicial es mayor a la observada en los brackets desprendidos y adheridos nuevamente empleando las mismas condiciones de estudio de brackets nuevos y brackets descementados y re cementados.

En contraste con las investigaciones de Brauer y Termini⁴⁹ en 1972, Leas y Hondrum⁵⁰ en 1993 y Demas y Cols.⁵¹ en 1995 reportaron que la resistencia al desalojo inicial es menor a la de los brackets adheridos nuevamente.

En 1999 Johnston y Mcsherry⁵² evaluaron los efectos del arenado sobre la malla de tubos (brackets) de primeras molares probando la resistencia al desalojo de los brackets. Ellos realizaron pruebas sobre 52 primeros molares recientemente extraídos, a la mitad de la muestra se cementaron tubos nuevos con adhesión directa y a la otra mitad se trató la malla con arenador antes del cementado del

tubo, las muestras se sumergieron en agua a 37 grados C por 24 hrs. Los brackets molares fueron descementados en dirección paralela a la superficie bucal. Los resultados reportados fueron: los brackets arenados presentaron una resistencia al desalojo de 1.76 Mpa y los no arenados de 1.66 Mpa, observando una diferencia mínima a favor de los brackets arenados previos a la adhesión.

Mcsherry ⁵³ en 1996 en una evaluación in vitro de la resistencia al cizallamiento de los brackets arenados y cementados utilizando uno de cuatro adhesivos distintos, encontró que los brackets nuevos tratados con arenado, presentan una elevada resistencia al desalojo mientras los brackets arenados y cementados con el adhesivo Panavia-Ex presentan la mayor resistencia al cizallamiento.

En 1998 MacColl y Cols. ⁵⁴ estudiaron los efectos del aire abrasivo en la resistencia al desalojo de brackets valorando 3 métodos:

1) Aire abrasivo aplicado a la malla brillante del bracket, 2) cuatro tipos de tamaño de bases de brackets y dos tipos de ácido grabador.

Reportaron que los brackets arenados por 5 segundos a una distancia de 10 milímetros con óxido de aluminio de 50 μm incrementan la resistencia al descementado en relación del grupo control no tratado con aire abrasivo, también manifiestan que si la superficie de área de la base del bracket es menor a los 6.82 mm^2 se disminuye la resistencia al desalojo, recomendando un rango promedio de superficie a adherir que va de 6.82 a 12.35 mm^2 .

Los resultados de este estudio sugieren ampliamente que si el fabricante de brackets no ofrece el proceso de micro grabado de la malla metálica, entonces el clínico debería de practicarlo ya que este procedimiento de arenado es rápido, predecible y clínicamente aumenta la retención de los aditamentos ortodónticos.

En un estudio de Canay y Cols⁵⁵ en 2000 estudiaron la adhesión de los brackets metálicos en esmalte expuesto al aire abrasivo y 2 tipos de ácido grabador, reportan que existe un aumento estadísticamente significativo en la resistencia al desalojo de brackets al aplicar aire abrasivo de 50 µm de óxido de aluminio al esmalte dental por 3 segundos seguido de grabado con ácido fosfórico al 37 % por 15 segundos.

Basudan y Al-Emran⁵⁶ utilizaron ciento veinte y cinco soportes para determinar la resistencia al desalojo, los soportes se dividieron en cinco grupos experimentales y de re-acondicionamiento con los siguientes métodos: Grupo 1 utilizando piedra verde, Grupo 2, con chorro de arena y Grupo 3, directo a la llama encontrando que el reacondicionamiento de brackets tratados con una piedra verde no es efectivo. El método de chorro de arena y directa en llamas se recomiendan debido a la simplicidad y las ventajas de ahorro de tiempo.

En la investigación de Montiel⁵⁷ donde realizó un estudio de la adhesión de brackets nuevos y brackets reciclados por arenado, reportan que el bracket nuevo ofrece mayor resistencia que los de cualquier método de reciclado señalando que dentro de los brackets reciclados los que presentaron menor resistencia a la adhesión fueron los tratados con arenador, estos resultados se asemejan a los reportados por Faust y Cols.⁴⁶

Reisner y Cols.⁵⁸ en 1997 utilizaron cuatro métodos de preparación antes de la adhesión al esmalte. El estudio se hizo en dos etapas. Etapa uno evaluaron la rugosidad de las superficies de esmalte preparado usando perfilometría óptica y microscopía electrónica de barrido (SEM). En la segunda etapa se comparó la fuerza descementante para las superficies del esmalte preparado usando una

máquina de ensayo mecánico. Los dientes se dividieron en cuatro grupos, como sigue: En el grupo A, solo arenado de las superficies. En el grupo B, las superficies se arenaron y se grabaron con ácido. En el grupo C, las superficies fueron pulidas con una fresa acanalada 1172 más grabado ácido. En el grupo D, las superficies fueron tratadas con piedra pómez y grabado ácido. No hubo diferencia estadística en la rugosidad de la superficie entre los cuatro grupos, ni en la resistencia de la unión entre los tres grupos que fueron grabado con ácido ortofosfórico al 37%. Sin embargo, se identificó una diferencia significativa en la fuerza de unión entre estos grupos y el grupo que recibió sólo chorro de arena (no grabado ácido). Por lo tanto, en este estudio preliminar, el chorro de arena no parece dañar la superficie del esmalte y por lo tanto se puede utilizar como un sustituto para el pulido con piedra pómez.

Zachrisson y Büyükyilmaz ⁵⁹ en 1993 señalan que la mayoría de las pruebas realizadas in vitro por muchos investigadores ortodoncistas en todo el mundo para evaluar la resistencia de los brackets, tienen preferencia de utilizar la máquina universal de pruebas Instron MTS ya que este instrumento conectado a un equipo de cómputo registra de manera confiable las mediciones de fuerza, sin embargo el tipo de fuerza del descementado de los brackets realizado por las máquinas no es la misma fuerza que la aplicada en la clínica in vivo.

Sharma y Cols. ⁶⁰ realizaron un estudio para determinar el efecto de 6 diseños diferentes de bases de brackets de ortodoncia en la fuerza de adhesión en tiempo a 1 hora y 24 horas, los resultados a las 24 horas fueron similares, excepto que el tiempo de 1 hora tuvo la mayor resistencia al cizallamiento. El chorro de arena

parece ser un método eficaz de limpieza de bases del soporte de brackets antes del cementado.

Willems y Cols.⁶¹ estudiaron el efecto del aire abrasivo con óxido de aluminio en la resistencia de unión de los soportes de metal, cerámicos y plásticos reciclados en su base, teniendo como resultados que el tipo de base del soporte determina su capacidad adhesiva y el arenado de la base del soporte de metal reciclado no tiene ningún efecto uniforme en la adhesión de estos aditamentos ortodóncicos.

Van Waveren Hogervorst W y Cols.⁶² estudiaron la pérdida de esmalte superficial que se produce cuando una técnica de aire abrasivo se usa para comparar la resistencia al cizallamiento en los métodos de unión. La pérdida de esmalte se determinó en 2 métodos de acondicionamiento del esmalte: grabado con ácido fosfórico al 37% y chorro de arena con partículas de óxido de aluminio de 50 µm. Los resultados mostraron que la resistencia de unión en los grupos tratados con chorro de arena fueron significativamente menores que la de los grupos de grabado con ácido fosfórico. Esto indica que el chorro de arena sobre brackets no es una alternativa para la técnica de grabado al ácido utilizado actualmente en la práctica clínica.

Wendl y Cols.⁶³ mencionan que en la práctica clínica durante un período de tratamiento típico de 2 años se espera una tasa promedio de caída de brackets del 4 al 6 por ciento. Por razones de economía, los brackets suelen reposicionarse después de ser tratados con chorro de arena para quitar el adhesivo o sustituido con soportes usados reacondicionados por empresas especializadas. Esta investigación demostró que la resistencia de unión media de soportes reacondicionados fue menor que la de nuevos soportes. Estos

resultados sin embargo apenas superaron el valor mínimo recomendado de 5-8 MPa.

Webster y Cols.⁶⁴ compararon las dos fuerzas de cizallamiento de 2 sistemas de unión hidrófilos de foto curado, el Transbond XT con MIP (3M Unitek) y Asure (Riliance Ortodontics, Itasca, Ill) con un sistema de unión hidrófobico, Transbond XT con primer XT (3M Unitek). Las comparaciones de las pruebas se llevaron a cabo bajo 4 condiciones diferentes de superficie del esmalte:

1.- Grabado y seco 2.- Grabado y humedecido con saliva artificial 3.- Grabado, preparado y humedecido con saliva artificial 4.- Grabado, preparado, humedecido con saliva artificial y preparado.

Además se utilizó un índice de puntuación para adhesivo remanente. La fuerza de unión fue entonces probada en cizallamiento con un instrumento de prueba mecánico (instrom). Se encontraron diferencias significativas en las fuerzas de unión entre los productos dentro de los tratamientos de superficies y entre los diferentes materiales de unión en combinación con varios tratamientos de superficie.

Los tratamientos 1 y 4 mostraron la media más alta en fuerzas de unión en los resultados de adhesivos remanentes, mientras que los tratamientos 2 y 3 mostraron la media más baja en fuerza de unión.

Chung y Cols.⁶⁵ midieron la fuerza de desalojo de la mecánica retentiva de brackets cerámicos donde se tomaron en cuenta 20 brackets nuevos y 100 brackets arenados con óxido de aluminio de 50 μm por 5 segundos, posteriormente se conformaron 6 grupos de estudio: 1.- brackets nuevos 2.- brackets arenados 3.-brackets arenados más un sellador 4.-brackets arenados

más ácido hidrófluórico (HF) 5.-brackets arenados más HF más sellador sobre la base del bracket 6.- arenado de brackets mas silano. La fuerza de desalojo fue registrada por una máquina universal de prueba. Los resultados mostraron que los brackets nuevos presentaron mayor resistencia al descementado que los otros grupos.

Toroglu y Yaylali.⁶⁶ determinaron la resistencia al desalojo de brackets cerámicos con retención mecánica después del tratamiento con dos técnicas abrasivas. Además del grupo 1 con soportes nuevos, tres grupos más fueron tratados de acuerdo a las siguientes condiciones: grupo 2, arenado, grupo 3 arenado más silano, grupo 4 aplicación de una capa de sílice más silano (n=15). Las muestras se almacenaron en agua destilada des ionizada durante 24 horas a 37 ° C en una incubadora y luego se termociclaron 1000 veces entre 5 ° C y 55 ° C. La fuerza de corte se aplicó a la interfaz de esmalte-adhesivo hasta su desalojo. En la fuerza de adhesión los valores fueron más altos fueron encontrados en el grupo 4 y en el grupo 1 de nuevos soportes (12,7 y 12,0 MPa, respectivamente), seguido por el grupo 3 (10,5 MPa). El grupo de chorro de arena presentó una menor fuerza al descementado (4,5 MPa). No se observó fractura del esmalte en ninguna muestra.

Ortiz y Cols.⁶⁷ compararon las fuerzas adhesivas de cizalla de brackets metálicos sin micro arenar, Mini 2000, y micro arenados con partículas de óxido de titanio, Mini Twin, de la casa comercialOrmco®. Para este estudio se utilizaron 60 premolares humanos extraídos por motivos ortodóncicos que fueron conservados en solución salina al 0.9% a 4°C durante por 5 meses; los premolares se asignaron aleatoriamente, 30 en el grupo control, no micro arenado, y 30 en el

experimental, con micro arenado. Una vez realizado el termociclaje (80 ciclos durante 2 minutos cada uno) a 5°C y 55°C, los dientes se sujetaron en un aparato de diseño propio y fueron llevados a la máquina de ensayos Instron 5582 para someterlos a las fuerzas de cizalla. En los resultados se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la resistencia a las fuerzas de cizalla, en donde los brackets no micro arenados resistieron una fuerza mucho mayor antes de la de cementación del bracket. Por lo tanto el proceso de micro arenado de la base de los brackets con el objeto de aumentar las fuerzas de adhesión es un procedimiento innecesario que consume tiempo y dinero a las casas fabricantes.

Sorely y Cols.⁶⁸ observaron que existe más resistencia al cizallamiento de los brackets aplicando el láser en su base al compararlos con brackets sin utilizar el láser encontrando que la aplicación de láser en la base de los brackets *Minitwin*, *Dentaurum* se obtiene el doble de retención (17.1 vs 8.7 MPa)

Los fabricantes de materiales ortodónticos han tratado de modificar las características de la base de los brackets para mejorar las fuerzas de unión de la interface resina/bracket.

Pickett y Cols.⁶⁹ mencionan que la fuerza de adhesión del bracket debe ser lo suficiente para tolerar las fuerzas biomecánicas y funcionales, pero en un nivel que permita, al final del tratamiento, despegar el bracket sin dañar el esmalte, esto último puede ocurrir cuando la fuerza de adhesión supera los 14 MPa.

Por otro lado, se debe mencionar que la fuerza de adhesión observado in vitro puede ser más alta que la observada in vivo.

El micro arenado no sólo limpia la resina de la base del bracket, también aumenta la rugosidad de la base del bracket y en consecuencia de su superficie.⁷⁰

Estos resultados son similares a trabajos previos que demuestran que el micro arenado es un buen método para reacondicionar el bracket, pudiendo tener un comportamiento igual o mejor que los brackets nuevos.

Newman y Cols.⁷¹ y Ramírez y Cols.⁷² encontraron que la fuerza de adhesión de brackets arenados es mayor a la observada en brackets nuevos no arenados. Por su parte, Sonis⁷³, Grabouski y Cols⁷⁴ no reportan diferencias significativas en la adhesión observada en brackets nuevos o arenado.

La primera base integral disponible fue *Dynalock* (3M UNITEK), en la cual la retención es proporcionada por canales horizontales abiertos en los extremos mesial y distal, con un diseño acanalado corriendo verticalmente sobre la superficie de la base.

La unión entre el brackets y la superficie del diente es por traba mecánica, ya que la base del bracket es rugosa y la superficie del diente es tratada con acondicionadores.

El tercer elemento que interviene es un líquido, el adhesivo, que se activa y genera la unión entre dos sólidos, por lo que es de suma importancia que este adhesivo se distribuya adecuadamente sobre las dos superficies, que no haya elementos sobre alguna de las superficies que impidan una unión exitosa. Es importante recordar que la adhesión depende de varias condiciones que se deben tener en cuenta como: elevada energía superficial, la presencia de rugosidades adecuadas, la tensión superficial, la adaptación de las superficies, entre otras.^{75 76}

La acetona es utilizada en la preparación de diferentes productos químicos industriales como metacrilato de metilo, isopropanol, diacetona, alcohol y bisfenol A. Es un excelente disolvente para los aceites, tanto naturales como sintéticos, resinas, gomas, ceras, pinturas y barnices; por esta propiedad es recomendada para la producción de agentes de recubrimiento, tintas de imprenta y adhesivos. Según Steffen.⁷⁷ con la aplicación de acetona por 10 segundos sobre el bracket nuevo se provoca una mejoría en la fuerza de adhesión por el uso de limpieza y descontaminación de su base.

Se han desarrollado técnicas para eliminar el remanente de resina de la base del bracket para ser reutilizado de manera inmediata y que pueden considerarse "empíricas" como el flameado directo (incluyendo el encendedor) o instrumentales como el uso de la piedra verde o fresa de carburo colocados en una pieza de mano de baja velocidad, un escariador periodontal, *sandblasting* y el termo reciclaje.^{78 79}

Smith y Reynolds⁸⁰ evaluaron las diferencias en la fuerza media de adhesión entre los tres grupos de base del bracket de ortodoncia; malla gruesa (Dentaurum), de malla fina (A-Company) y una base rebajada (Dynalok). La base de malla fina mostró la fuerza significativamente más alta adhesión a la tracción en comparación con el grueso. Ambas mallas fin y gruesa se desempeñaron significativamente mejor que la base rebajada.

Con la introducción de la tecnología del aire de abrasión (arenado) en ortodoncia se puede llegar a alcanzar una óptima adhesión entre el bracket metálico y la resina modificada de ionómero de vidrio. Para examinar los efectos del arenado de las bases de los brackets metálicos en la adhesión de la resina *in Vitro*, se

realizó un estudio donde emplearon doscientas mallas de brackets que fueron asignadas aleatoriamente a 2 grupos y combinados en 3 tamaños de partículas de óxido de Aluminio (25, 50, 110 μm) en 3 tiempos de arenado (3, 6 y 9 segundos), un grupo no fue arenado y se usó como control. Los resultados mostraron que la capa de adhesivo fue significativamente afectada por el tiempo de arenado y el tamaño de la partícula de 25 μm de óxido de aluminio. El grupo arenado con partículas de óxido de aluminio 25 μm por 3 segundos produjo el valor más elevado de adhesión cuando se utilizó de la capa de adhesivo que el grupo de control. La capa de adhesivo fue analizada y evaluada por el análisis de Weibull lo cual mostró que el tiempo de arenado y el tamaño de la partícula tiene un importante efecto sobre la fuerza del adhesivo con el bracket y con la resina modificada de ionómero de vidrio.^{81 82}

El aumento en la demanda de brackets estéticos tanto metálicos como de porcelana ha propiciado, entre otras cosas, una reducción en su tamaño y consecuentemente una reducción en la dimensión de su base, considerando por tanto, que una base de bracket más pequeña se convierte en una variable que influye en la fuerza retentiva de adhesión. Otra variable importante que afecta la fuerza del adhesivo incluye el procedimiento de acondicionado, tipo del adhesivo y el diseño de la base del bracket. Para evaluar la eficiencia de la retención de la base del bracket, Bishara y Cols.⁸³ utilizaron una máquina que trabaja las mallas dándole una hoja de acoplamiento para hacerlas más retentivas, empleando mallas sencillas y dobles que fueron estudiadas usando un análisis finito de elementos, el resultado de este trabajo demostró que ambos diseños tanto

sencillos y dobles producen valores de fuerza de adhesión y modo de fallo similares.

La mínima fuerza de adhesión clínicamente aceptable no es conocida, sin embargo, Reynolds²⁹ y Keizer y Cols.⁸⁴ sugieren que la adhesión clínica exitosa puede ser lograda con una fuerza de adhesión de 6-10 MPa.

Hajrassie y Cols.⁸⁵ evaluaron y compararon in-vivo e in-vitro la resistencia de unión de brackets ortodóncicos unido al esmalte humano desalojándolos en diferentes tiempos. Utilizaron un dispositivo de pérdida de adherencia in vivo que fue validado y utilizado para medir la fuerza de adhesión en el ambiente oral. En el estudio in-vitro, utilizaron brackets *Mini-twin* metálico para premolar (malla Opti-XRT, Oromco Corp, Glendora, California) pre-recubiertos con resina compuesta Transbond XT (3M Unitek, Monrovia, Calif) y unidos a 60 premolares extraídos. Los dientes fueron asignados aleatoriamente a 4 grupos (n=15), la fuerza de cizallamiento fue probado en una máquina universal de pruebas en 4 períodos de tiempo: 10 minutos, 24 horas, 1 semana y 4 semanas. Para la prueba in-vivo, a 60 premolares de 22 voluntarios (estudiantes de odontología) de la Universidad King Saud se unieron brackets *Mini-Twin* metálicos midiendo la fuerza de adhesión en los mismos períodos que los empleados en el modelo in vitro. El análisis no mostró diferencias significativas en la adhesión observada entre los modelos in-vitro e in-vivo.

Yassaei y Cols.⁸⁶ compararon la fuerza de cizalla en la re cementación de soportes reciclados con diferentes métodos de eliminación de resina. Ochenta premolares se dividieron en cuatro grupos experimentales. Los soportes de metal fueron adheridos a la superficie del diente. Estos fueron desprendidos y los restos

de adhesivo fueron retirados de su bases por medio de Er: YAG, láser, chorro de arena, llama directa, y láser de CO₂, respectivamente. Se observó micro-rugosidad en la base de soporte tratada con chorro de arena en imágenes obtenidas bajo SEM. Con los tratamientos a base de láser de CO₂ o llama directa se identificó que la eliminación de resina fue incompleta. Los autores concluyeron que el Er: YAG láser para reciclaje de soportes es un método eficiente de reacondicionamiento que causa un mínimo daño a la base del soporte.

Garcidueñas.y Cols.⁸⁷ en 2008 estudiaron la variación de la fuerza de adhesión in vitro en brackets nuevos y brackets reacondicionados con las técnicas de flameado y micro arenado. Los resultados mostraron que la fuerza de adhesión es menor en los grupos de estudio tratados con flama y en brackets nuevos, sin embargo, los brackets micro arenados mostraron mayor fuerza de adhesión que los brackets flameados y nuevos.

Halpern y Rouleau⁸⁸ determinaron el método de preparación de esmalte que mejor conserva un bracket ortodóncico unido al esmalte empleando una fuerza de cizallamiento. Doscientos doce premolares inferiores humanos se dividieron aleatoriamente en cuatro grupos iguales. Grupo 1 sin tratamiento del esmalte, el grupo 2 recibió tratamiento con partículas de 25 µm de óxido de aluminio, grupo 3 arenado con partículas de 50 µm de óxido de aluminio y el grupo 4 con partículas de 100 µm. Todos los grupos fueron tratados con una imprimación de autograbado antes de la unión de un soporte dental. Los resultados mostraron que el mejor método para adherir un bracket a esmalte, en orden decreciente, fue tratamiento de arenado con partículas de 100 µm de óxido de aluminio, seguido por el 50 µm, de 25 µm y finalmente el grupo sin tratamiento de abrasión por aire.

Por su parte, Sunna y Cols.⁸⁹ estudiaron el efecto de arenado sobre las bases de la retención del brackets. Los brackets se unieron al esmalte de 60 pacientes consecutivos que fueron tratados en Amman, Jordania. Los autores utilizaron un diseño cruzado, utilizando los diferentes cuadrantes a los que se adhirieron brackets arenados o no con chorro de arena, el adhesivo Rely-A-Bond fue el utilizado en este experimento y las fallas de adhesión fueron monitoreados durante un año. Los resultados de fracaso encontrado fue del 4,0% los porcentajes de desprendimiento de brackets no arenados y arenados fueron de 4.7 y 3.4% respectivamente. Se concluyó que el chorro de arena no mejora significativamente la retención de malla brackets.

En otra investigación realizada por Lugato y Cols.⁹⁰ compararon in vitro la resistencia al cizallamiento entre brackets metálicos (Abzil) con bases de malla convencionales y soportes metálicos con bases industrialmente, el chorro de arena con óxido de aluminio fue utilizado en conjunto con tres sistemas adhesivos, con el fin de evaluar la influencia de chorro de arena en la adhesividad y comparar 3 diferentes sistemas de unión. Doscientos cuarenta incisivos bovinos fueron utilizados y divididos aleatoriamente a 6 grupos (n=40 dientes), de acuerdo con la base de soporte y el sistema de unión. Los soportes se unieron directamente a los dientes de la especie bovina con 3 sistemas adhesivos: Sistema A - Transbond convencional XT (3M - Unitek), Sistema B - Transbond Plus Primer auto grabantes más *Transbond XT* (3M - Unitek) y sistema C - Fuji ORTHO LC resina reforzado con cemento de ionómero de vidrio en cápsulas (GC Corp.). La prueba de cizalla para medir la resistencia adhesiva se practicó a las 24 horas después de la unión en una máquina universal de pruebas (EMIC),

utilizando una carga de 200 kg/f y una velocidad de 1 mm / min. Los resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre las bases del soporte convencional y arenado. Sin embargo, en la comparación entre los sistemas de adhesión se presentaron resultados significativamente diferentes. El Sistema A (14,92 MPa) y el sistema C (13,24 MPa) presentaron resistencia al cizallamiento estadísticamente mayor en comparación con el sistema B (10,66 MPa) sin encontrar diferencia estadísticamente significativa entre el sistema A y C.

Faltermeier y Cols.⁹¹ señalan que en los brackets que son tratados con chorro de arena y triboquímico la resistencia al cizallamiento en los soportes de acero inoxidable es mayor. El tratamiento combinado con chorro de arena y de acoplamiento de silano señalan, no ofrece ningún beneficio de aumento en la fuerza de resistencia al cizallamiento in vitro.

Atsü y Cols.⁹² evaluaron los efectos de revestimiento del sílice triboquímico y acondicionamiento de la superficie de silano sobre la resistencia de la unión de metal y adhesivo en brackets cerámicos. Utilizaron veinte brackets de metal y veinte soportes de cerámica que fueron asignados aleatoriamente para recibir uno de los siguientes tratamientos de superficie (n = 10 para cada grupo) grupo 1: con chorro de arena (control), grupo 2: el revestimiento de sílice triboquímico combinado con silano. Los soportes fueron adheridos a la superficie del esmalte en la cara labial y lingual de los premolares con un compuesto de resina de luz polimerizado. Todas las muestras se almacenaron en agua destilada durante 1 semana y luego se termociclaron (5.000 ciclos) entre 5-55 ° C usando una máquina de ensayo universal para la prueba de fuerza de desprendimiento. El modo de fallo se evaluó mediante microscopio estereoscópico y las superficies de

soporte de tratados y no tratados se observaron por microscopía electrónica de barrido. Los brackets descementados de la cerámica tratados con recubrimiento de sílice seguido por silanización presentaron significativamente mayores valores de fuerza adhesiva ($17,7 \pm 4,4$ MPa) que el grupo con chorro de arena ($2,4 \pm 0,8$ MPa). No se observaron diferencias significativas entre los soportes de metal descementados y tratados con revestimiento de sílice con silanización ($15 \pm 3,9$ MPa). Los soportes tratados con chorro de arena ($13,6 \pm 3,9$ MPa) en especímenes cerámicos exhibieron un fallo cohesivo.

En comparación con el chorro de arena, el revestimiento de sílice con partículas de trióxido de aluminio seguido por silanización resultó en fuerzas de adhesión superiores que el descementado de brackets cerámicos.

Guan y Cols.⁹³ mencionan que el tratamiento con chorro de arena y tratados con silano aumentan la resistencia de la unión in vitro en soportes de plástico ortodóncico.

Halwai y Cols.⁹⁴ en 2012 evaluaron y compararon in vitro la resistencia al cizallamiento de brackets tratados con tres métodos: chorro de arena, exposición directa en llamas y el desgaste con una fresa de piedra verde. Las características superficiales de las bases de soporte nuevo y re cementado también se compararon mediante microscopía electrónica de barrido (SEM). La muestra utilizada en este estudio fue de 60 premolares extraídos de seres humanos. La muestra se dividió en tres grupos (n = 20) Grupo1: arenado, grupo 2: directa a llamas y grupo 3: rectificado con una fresa de piedra verde. Los resultados de este estudio en el grupo de flama directa y grupos de desgaste con piedra verde reveló fuerza de adhesión estadísticamente significativa. La evaluación de

imágenes observadas bajo SEM para muestras tratadas con el método de chorro de arena mostró áreas bien definidas de retención. Los autores recomiendan aplicar chorro de arena en la base del bracket para obtener la mayor fuerza de unión.

Girish y Cols.⁹⁵ en 2012 compararon la resistencia al cizallamiento de brackets metálicos adheridos a las superficies de cerámica con diferentes métodos de acondicionamiento y también evaluaron el sitio de la falla de adhesión después del desprendimiento. Las muestras se dividieron en 7 grupos (n=10). Grupo 1 grupo control (superficie no tratada), grupo 2 la superficie fue tratada con una fresa de diamante, grupo 3 con ácido fluorhídrico, grupo 4 las superficies se arenaron, grupo 5 con fresa y aplicación de silano, grupo 6, con ácido fluorhídrico y silano y en el grupo 7, con arenado y aplicación de silano. Todos los grupos de brackets metálicos se unieron con adhesivo fotocurado. Los resultados mostraron que el chorro de arena en la superficie de la cerámica y con la aplicación de silano mostró la mayor fuerza de unión.

Suma y Cols.⁹⁶ comprobaron el efecto de la abrasión del aire sobre la retención de soportes metálicos unidos a superficie del esmalte con fluorosis. Utilizaron sesenta dientes premolares extraídos recientemente con fluorosis dental de moderada a severa según los criterios de Dean. Se reunieron dientes y se dividieron en tres grupos de 20 cada uno. Los grupos fueron tratados como sigue: En el grupo I, ataque con ácido fluorhídrico al 37% seguido por la unión con Transbond XT, en el grupo II, grabado con chorro de arena y ácido seguido por la unión con Transbond XT, y en el grupo III, grabado con chorro de arena y ácido seguido por la adhesión con Enlight LC. La muestra que ofreció mayor resistencia

a la cizalla en cada grupo fue seleccionado para observación en SEM (50 x, 100x 500x y 1000x) para ver la superficie del esmalte y el adhesivo restante en la superficie del esmalte después del desprendimiento. La resistencia media al cizallamiento en el grupo I fue 10,36 MPa. Los valores correspondientes en el grupo II y el grupo III fueron 11,41 MPa y 11,39 MPa, respectivamente. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos en los valores medios de cizallamiento. El arenado seguido de grabado ácido proporcionó significativamente valores más altos de adhesión en comparación con el grabado ácido solo, independientemente del material de unión empleado.

Mati y Cols.⁹⁷ evaluaron los efectos de chorreado sobre la fuerza de adhesión inicial de cizallamiento y en el soporte registraron el modo de fallo adhesivo de brackets ortodóncicos unidos a esmalte en las superficies bucal y lingual utilizando un imprimador de autograbado (SEP). Los soportes se unieron mediante un SEP y resina compuesta a los premolares (n=30) con esmalte intacto y premolares tratados previamente con chorro de arena con partículas de óxido de aluminio de 50 µm. Se demostró un aumento significativo en los valores del cizallamiento con chorro de arena cuando se utilizó SEP en las superficies bucales pero los valores de resistencia al cizallamiento en las superficies linguales no fueron estadísticamente significativos. El índice de adhesivo remanente reveló que no existió adhesivo residual en los dientes tratados con chorro de arena. Además, no se observó ninguna diferencia estadística entre los grupos en las superficies vestibular y lingual con esmalte intacto.

Abu y Cols.⁹⁸ reportaron que la aplicación de ácido a las superficies de dos coronas cerámicas diferentes, IPS Empress 2 y alúmina In-Ceram grabadas con

chorro de arena aumenta significativamente la resistencia al cizallamiento de metal y soportes cerámicos unidos a estos tipos de coronas.

Ishida y Cols.⁹⁹ en 2011 examinaron la resistencia en la unión de brackets re cementados después de aplicar sobre la superficie de las bases de soporte láser Er, Cr: YSGG I. Setenta y seis soportes unidos a premolares con un sistema de imprimación de autograbado adhesivo fueron divididos en cuatro grupos después del desprendimiento con las bases de soporte del (Grupo 1) no tratados (Grupo 2) expuestos a láser Er, Cr: YSGG, (Grupo 3) chorro de arena, y (Grupo 4) láser Er, Cr: YSGG más chorro de arena. Los valores encontrados fueron significativamente menores en el grupo 1 que en los otros grupos, sin existir diferencias significativas entre grupos de estudio.

Wendl y Cols.¹⁰⁰ en 2011 mencionaron que la tasa promedio de pérdida de soporte es entre el 4,7% y el 6% esperando que en la práctica diaria de ortodoncia clínica durante un periodo de tratamiento típico de 2 años.

Quick y Cols.¹⁰¹ en 2005 realizaron una investigación para determinar un método simple y eficaz para el reacondicionamiento de los brackets de acero inoxidable. Los soportes investigados utilizaron diferentes técnicas como: flameado con chorro de arena, soporte limpiado ultrasónicamente, seguido por limpieza con ultrasonidos y tratamiento de silano, cementado sin tratamiento adicional, uno fue tratado sólo con chorro de arena y otro con piedra verde. Los resultados indicaron que el chorro de arena fue el más eficaz en la eliminación de material compuesto sin un cambio significativo en la resistencia de la unión en comparación con los brackets nuevos. La aplicación de silano no mejoró los valores de adhesión en brackets flameados y limpiados por ultrasonido.

Por otra parte, Nergiz y Cols.¹⁰² examinaron el efecto de 5 diferentes métodos de acondicionamiento en superficies de soportes de metal. Los métodos de acondicionamiento de superficies fueron con fresa de diamante fino (30 μm), fresa de diamante en bruto (125 μm), arenado con Al_2O_3 de (50 μm), arenado con Al_2O_3 (110 μm), sílice de (30 μm). Después de medir la rugosidad de la superficie los soportes de metal son adheridos con un compuesto de resina de auto-curado, posteriormente fueron sometidos a la prueba de resistencia. Se encontraron valores mayores cuando se utilizó el revestimiento de sílice 30 μm (19 MPa), en comparación con Al_2O_3 de 50 μm (7 MPa) y Al_2O_3 de 110 μm (8 MPa).

Tavares y Cols.¹⁰³ evaluaron in vitro la resistencia a la cizalla de brackets reciclados (Dental Morelli, Brasil) usando resina compuesta químicamente curada (3M, EE.UU.). Los dientes fueron asignados aleatoriamente a 5 grupos (n = 10). En el grupo I (control), los brackets se mantuvieron unidos hasta el ensayo de corte (es decir, no se realizaron los procedimientos de eliminación y nueva unión de los soportes). En el grupos II, fueron retirados y reutilizados los brackets después de arenarlos con óxido de aluminio (90 μm) en el grupo III con carburo de silicio, en el grupo IV con un proceso industrial por una empresa especializada (Abzil-Lancer, Brasil), y en el grupo V se descementaron los brackets y se colocaron brackets nuevos. Los ensayos de corte se realizaron en una máquina Instron a una velocidad de 0,5 mm/min. No existieron diferencias estadísticamente significativas entre los soportes control (0,52 kgf/mm²), soportes reciclados con óxido de aluminio (0,34 kgf/mm²) y nuevos brackets unidos al diente (0,43 kgf/mm²). Los soportes reciclados por la empresa especializada (0,28 kgf/mm²) y aquellos reciclado por carburo de silicio (0,14 kgf/mm²) presentaron los más bajos

valores de resistencia al desalajo y difirieron estadísticamente de los soportes control (0,52 kgf/mm²). Los resultados de este estudio mostraron que el arenar el soporte con partículas de óxido de aluminio de 90 µm fue eficiente.

Balut y Cols.¹⁰⁴ realizaron un estudio para determinar la exactitud de la colocación del bracket con la técnica directa entre sí. Se utilizaron brackets ortodóncicos en modelos de cinco casos de maloclusión en una situación clínica simulada (maniquí) con un total de 50 conjuntos de modelos que sirvió como la población del estudio. Las fotografías de los modelos fueron medidos para determinar las discrepancias verticales y angulares en la posición del soporte entre pares adyacentes de una línea de referencia construido. Las variaciones se evalúan con respecto a la clasificación de la mal oclusión, tipo de diente específico. Se encontró una media de 0,34 mm para las discrepancias verticales y una media de 5,54 grados para las discrepancias angulares se encuentran en la colocación de los brackets ortodóncicos.

Atsu y Cols.¹⁰⁵ compararon los efectos de partículas de abrasión, silanización, revestimiento de sílice triboquímico, y una combinación de unión / agente de acoplamiento de silano con métodos de tratamiento de superficie en la resistencia de la unión de óxido de circonio-cerámica con un agente de resina. Las superficies de cerámica fueron pulidas con partículas de 125 µm de óxido de aluminio.

La muestra se dividió en 6 grupos (n = 10) que fueron tratados de la siguiente manera: Grupo C, ningún tratamiento (control); Grupo SIL, silanizada con un agente de acoplamiento de silano (clearfil porcelain bond activator); Grupo BSIL, la aplicación del adhesivo 10-methacryloyloxydecyl dihidrógeno fosfato de

monómero (MDP)-que contiene de unión / mezcla de agente de acoplamiento de silano (Liner Clearfil 2V Bond / Porcelana Bond Activador); Grupo SC, el revestimiento de sílice usando partículas de óxido de aluminio de 30 μm (CoJet System); Grupo SCSIL, recubrimiento de sílice y silanización (CoJet System), y SCBSIL Grupo, el revestimiento de sílice y la aplicación de una unión que contiene MDP / mezcla de silano agente de acoplamiento (Clearfil Liner Bond Bond 2V/Porcelain Activador).

Se conoce que el revestimiento de sílice triboquímico (CoJet System) y la aplicación de un adhesivo que contiene MDP / mezcla de agente de acoplamiento de silano aumenta la resistencia al cizallamiento entre la cerámica de circonio-óxido de resina y agente de cementación (Panavia F).¹⁰⁶

Wei y Cols.¹⁰⁷ estudiaron como mejorar la resistencia de unión Ti-porcelana a través de SiO_2 modificado. Modelos de cera se recubrieron con SiO_2 mezclado con tetraetoxisilano. Como control se utilizaron los patrones sin recubrimiento en un grupo y se subdividieron en un grupo con chorro de arena y otro grupo de pulido. Posteriormente la muestra se analizó mediante difracción de rayos X, y las interfaces Ti-cerámicos se caracterizaron mediante SEM / EDS. Los especímenes de metal-cerámica se probaron en tres puntos de flexión y la caracterización también se analizó con SEM / EDS. La resistencia de la unión del grupo de SiO_2 fue de $39,04 \pm 5,0$ MPa, 15% más alta que la del grupo de chorro de arena y 32% más elevada que la del grupo de revestimiento con pulido. El SiO_2 podría mejorar la resistencia de la unión Ti-porcelana.

Edelhoff y Cols.¹⁰⁸ Utilizaron una técnica de silicio intraoral que promueve la adhesión fiable a la parte principal de aleación de metal, material compuesto y las superficies de cerámica de prótesis fija. Los resultados clínicos preliminares de reparaciones intraorales realizadas con esta técnica han demostrado que se presenta como una alternativa a medio plazo para el reemplazo de la restauración. Además, los resultados preliminares de las aplicaciones clínicas en otros campos de la odontología adhesiva son prometedores.

En el 2013 se evaluaron las fuerzas de adhesión de brackets después de ser expuestos a dos procedimientos de limpieza de bases: chorro de arena o con fresa de carburo, para determinar que método de limpieza provocaba mejor adhesión a la superficie del diente. Se identificó que arenar brackets es mejor opción que utilizar fresa de carburo.¹⁰⁹

Sharma y Cols. en el 2013 evaluaron y compararon la retención de los soportes metálicos unidos con resina modificada y con cemento de ionómero de vidrio con diferentes preparaciones de esmalte; sus resultados mostraron que el chorro de arena de 50 µm en la base del soporte y el esmalte, puede reducir significativamente el fallo en la unión de los CIV-RM.¹¹⁰

Espinar y Cols. en el 2012 aplicaron un tratamiento in vitro mediante la proyección de partículas abrasivas hacia la superficie de los dientes para producir una rugosidad superficial y así mejorar la adhesión del soporte al diente. Se utilizaron diferentes tipos y tamaños de brackets así como diferentes tipos de partículas de granallado para poder determinar cual sería el ideal para lograr mayor retención del bracket a la superficie del esmalte.

En su estudio utilizaron partículas de óxido de aluminio y carburo de silicio de 80, 200 y 600 μm con una fuerza de 2 bar durante 2 segundos manejando un grupo control no chorreado, cada una de las piezas fueron cementados a los dientes naturales con un composite autopolimerizable.

Las muestras fueron almacenadas en suero fisiológico a 5 ° C de temperatura y los ensayos de tracción se realizaron con una máquina de ensayo universal, posteriormente los soportes fueron medidos por su fuerza al descementado y se compararon con los tratados con partículas con chorro de arena en comparación con la muestra de control. La resistencia de la unión más elevada se encontró en muestras arenadas con partículas de alúmina de 80 y 200 μm más que en las de 600 μm y control.¹¹¹

2. Planteamiento del problema

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La colocación de brackets metálicos en lugar de bandas con brackets fue en el área de ortodoncia estética un acontecimiento excepcional para beneficio del paciente, aunque la principal desventaja de este método es el descementado de brackets de la superficie del esmalte ocasionando incomodidad para el paciente, retraso en el tratamiento ortodóncico requiriendo mayor tiempo en el sillón dental.

La permanencia del bracket en su sitio es un objetivo ideal del ortodoncista, este objetivo se puede cumplir con el buen cuidado de los aditamentos ortodóncicos por parte del paciente o la prevención en la contaminación al momento del cementado de brackets.

Existen diversas investigaciones en las que han realizado estudios sobre la fuerza de adhesión de los brackets al esmalte de los dientes, donde se han reportado resultados diferentes y controversiales.

Algunos investigadores han demostrado que los brackets nuevos tratados con arenado antes del cementado proveen un incremento en la fuerza de adhesión al esmalte un poco mayor que los brackets nuevos no arenados.

Por lo cual me planteo la siguiente pregunta:

¿Es mayor la resistencia al descementado en los brackets metálicos tratados con aire abrasivo previo al cementado que los brackets nuevos?

3. Justificación

El descementado de brackets ha sido uno de los problemas que se presentan en los tratamientos de ortodoncia por lo que es importante investigar la manera de aumentar la resistencia a la adhesión de los brackets metálicos al esmalte dental, ya que constantemente los ortodoncistas han estado buscando el aumento a la resistencia de los brackets metálicos al esmalte.

En un tratamiento de ortodoncia convencional con aparatología fija completa, los brackets que con más frecuencia tienden a decementarse son los premolares inferiores seguidos de los premolares superiores, la causa de que estos dientes sean más susceptibles a descementado de brackets es que se encuentran en una zona donde empieza a incrementarse la fuerza de la masticación.

Los resultados del efecto del arenado de brackets respecto al incremento en la fuerza de adhesión son contradictorios. Algunos estudios han demostrado que los brackets arenados previos a la adhesión han incrementado su adhesión al esmalte que un bracket nuevo cementado en su primera fase y otros estudios muestran que la adhesión es similar en ambos casos.

En la literatura son escasos los estudios que analizan el efecto de las partículas de carburo de silicio sobre diferentes bases de brackets como los investigados en el presente estudio cuando son comparados con otros diferentes tipos y tamaños de partícula de óxido de aluminio. Los resultados del estudio permitirán identificar qué tipo de tratamiento ortodóncico referente al fenómeno de la adhesión es adecuado para este fin.

4. Objetivos de la investigación

4.1 OBJETIVO GENERAL

Analizar in vitro la resistencia al desalojo de los brackets metálicos tratados con aire abrasivo con diferente tipo y tamaño de partícula previo al cementado de brackets.

4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

4.2.1 Cuantificar la resistencia al desalojo de brackets metálicos nuevos de la casa comercial: ORMCO, 3M UNITEK Y OSWELL DENTAL (grupo control).

4.2.2 Medir la resistencia al desalojo de brackets metálicos arenados por 10 segundos a una distancia de 15 mm con óxido de aluminio de 60 μm de las 3 casas comerciales.

4.2.3 Medir la resistencia al desalojo de brackets metálicos arenados por 10 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio de 120 μm de las 3 casas comerciales.

4.2.4 Medir la resistencia al desalojo de brackets metálicos arenados por 10 segundos a una distancia de 15mm con óxido de aluminio de 200 μm de las 3 casas comerciales.

4.2.5 Medir la resistencia al desalojo de brackets metálicos arenados por 10 segundos a una distancia de 15mm con carburo de silicio de 60 μm de las 3 casas comerciales.

4.2.6 Medir la resistencia al desalojo de brackets metálicos arenados por 10 segundos a una distancia de 15mm con carburo de silicio de 120 μm de las 3 casas comerciales.

4.2.7 Analizar los grupos de brackets que presentan mayor resistencia al desalojo.

4.2.8 Determinar microscópicamente la cantidad de resina remanente que se encuentre en el esmalte del diente al ser desalojado de los brackets.

5. Hipótesis del estudio

He. Los brackets arenados con aire abrasivo son más resistentes al descementado del esmalte que los brackets nuevos sin arenar.

Ho. Los brackets arenados con aire abrasivo no son más resistentes al descementado del esmalte que los brackets nuevos sin arenar.

6. Materiales y Métodos

6.1 Diseño Metodológico de la Investigación

- En la presente investigación se realizó un estudio experimental, in vitro, controlado, comparativo, con asignación aleatoria, transversal y abierto sobre la resistencia al desalojo de brackets metálicos nuevos y brackets metálicos tratados con aire abrasivo (arenador) antes de ser adheridos al esmalte dental.

6.2 Población de Estudio

Para esta investigación se seleccionaran 180 premolares humanos recientemente extraídos y 180 brackets metálicos.

Se seleccionaron 60 brackets de la técnica *Roth, Minitwin* con aletas dobles y malla numero 80 sin tratamiento de grabado con una ranura de .022" X .028 de premolares de la compañía Ormco.

Así como también 60 brackets metálicos de la casa comercial de 3M Unitek con la técnica *Roth, Miniature* con aletas dobles y con una ranura de .022 X .028 de premolares.

Y por último se seleccionaron 60 brackets metálicos Castelli de la casa comercial Oswell Dental de la técnica *Roth Minitwin* con aletas dobles y malla numero 80 sin tratamiento de grabado con una ranura de 0.22 X .028 de premolares.

6.3 Tipo de Muestra

- El muestreo seleccionado fue no probabilístico por conveniencia.

6.4 Tamaño de la Muestra

Una decisión importante en cualquier diseño de experimentos es el tamaño de muestra que se hará por cada tratamiento. Si recurrimos a la literatura por ejemplo vemos que el número de réplicas en la mayoría de las situaciones experimentales varía entre cinco y diez; incluso, en algunos casos puede llegar hasta 30. La tendencia podría inclinarse por un extremo de este rango e incluso salirse de este, de acuerdo con las siguientes consideraciones ¹¹²

- A menor diferencia que se espera en los tratamientos, mayor será la cantidad de réplicas si se quieren detectar diferencias significativas, y viceversa, es decir, si se esperan grandes diferencias quizá con pocas replicas sea suficiente.
- Si se espera mucha variación dentro de cada tratamiento, debido a la variación de fuentes no controladas como métodos de medición, medio ambiente, materia prima, etc., entonces se necesitaran más replicas.
- Si son varios tratamientos (cuatro o más), entonces este es un punto favorable para reducir el número de réplicas.

De acuerdo a bibliografía especializada se eligió el tamaño de la muestra por intervalo de confianza ¹¹²

Número de tratamientos que se probaran son

$$k = 5$$

Propuesta inicial del número de réplicas es de

$$n_0=6$$

La desviación estándar del error aleatorio

$$\sigma = 2.8$$

Magnitud de las diferencias

$$d_T = 3$$

Recordemos que en las comparaciones o pruebas de rangos múltiples, la diferencia mínima significativa entre tratamientos está dada por la expresión.

Formula:

$$LSD = t_{(\alpha/2, N-k)} \sqrt{2CM_E/n}$$

Despejando n de aquí, obtenemos:

$$n = \frac{2(t_{(\alpha/2, N-k)})^2 CM_E}{(LSD)^2}$$

La significancia que se utilizo es de $\alpha=0.05$, por lo tanto en esta fórmula se hacen las siguientes sustituciones:

$$N = k \times n_0, CM_E = \sigma^2, LSD = d_T$$

De esta forma, el tamaño de la muestra que tentativamente vamos a utilizar esta dado por:

Formula:

$$n = \frac{2(t_{(\alpha/2, k \times n_0 - k)})^2 \sigma^2}{(d_T)^2}$$

El valor de n que se obtiene al aplicar esta fórmula nos dará una idea del número de réplicas por tratamiento, de acuerdo con las consideraciones iniciales que reflejamos a través de (k, n_0, σ, d_T) y sobre todo por el número total de corridas experimentales $N = k \times n$. De aquí se podrá establecer el tamaño de muestra que permita responder a los objetivos que se plantearon anteriormente).

$$n = \frac{2(t_{(0.025, 6 \times 5 - 6)})^2 2.8^2}{(3)^2}$$

$$n = \frac{2(t_{(0.025, 25)})^2 2.8^2}{(3)^2}$$

$$n = \frac{2(2.059)^2 2.8^2}{(3)^2} = 7.4$$

Por lo tanto al obtener $n = 7.4$ el número de pruebas por tratamiento o tamaño de muestra es 7, así que se determinó que el número de pruebas sea de 10.

6.5 Criterios de la Investigación

6.5.1 Criterios de inclusión

- Primeros premolares superiores e inferiores, derechos e izquierdos

- Premolares libres de caries

- Premolares libres de restauraciones

- Premolares libres de fracturas

- Brackets metálicos nuevos

6.5.2 Criterios de exclusión

- Premolares con caries

- Premolares con restauraciones

- Premolares con fracturas en el esmalte

- Premolares con hipoplasias, descalcificaciones o fluorosis

- Premolares que hayan tenido tratamiento de ortodoncia

6.5.3. Criterios de eliminación

- Premolares que sufran alguna fractura durante la prueba de investigación

- Brackets que se desprendan durante la prueba.

6.6 Variables del Estudio

6.6.1 Variables dependientes

6.7.1.1 Resistencia al descementado

6.6.2 Variables independientes

6.6.2.1 Brackets

6.6.2.2 Arenado

6.7 Recursos Materiales

Los siguientes instrumentos, materiales y sustancias fueron requeridos en el empleo de métodos y técnicas propias de la investigación que se relata:

Fig. 1.- Premolares humanos

Fig. .2.- Base de vidrio, espátula y godete

Fig. 3.- Pieza de baja velocidad (Medidenta USA)

Fig. 4. – Brackets metálicos (Ormco, Glendora, Calif)(3M Unitek Monrovia, CA) y
Oswell dental Shanghai, PR China)

Fig. 5. - Resina *transbond XT* (3M Unitek, Monrovia, CA)

Fig. 6. Lámpara fotocurable *optilux 501* (Ormco Glendora, California USA)

Fig. 7.- Porta brackets, posicionador de brackets y explorador (Ormco USA)

Fig. 8.- Ácido grabador ortofosfórico al 37 % (Tirden, S.A. de C.V.: ALL.BIZ:
México)

Fig. 9.- *Primer* Transbond MIP (3M Unitek, Monrovia, CA)

Fig. 10.- Anillo de acero inoxidable

Fig. 11.- Monómero y polímero (Nic Tone Mdc Dental Zapopan Jal, México)

Fig. 12.- Agua bidestilada (Pisa Farmacéutica Jal, México)

Fig. 13.- Aire comprimido (Office Depot México)

Fig. 14.- Acetona pura (Mdc Dental Zapopan Jal, México)

Fig. 15.- Vaselina (Mdc Dental Zapopan Jal, México)

Fig. 16.- Máquina universal de pruebas MTS (MTS Alliance RT/30)

Fig. 17.- Microscopio electrónico de barrido (MEB. JEOL Mod. JSM-5800)

Fig. 18.- Cámara ambientadora (Shellab)

Fig. 19.- Microscopio estereoscopio (Leica EZ4D).



Fig.1 Premolares humanos



Fig.2 Loceta, espátula godete



Fig.3 Pieza baja velocidad



Fig. 4 Brackets



Fig. 5 Resina



Fig. 6 Lámpara fotocurable

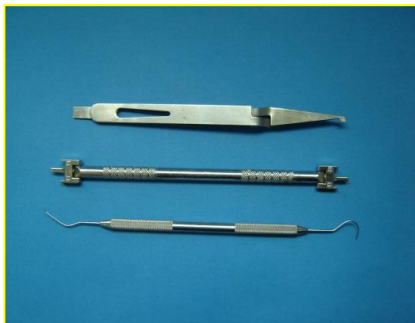


Fig. 7 Porta brackets, posicionador de brackets y explorador



Fig. 8 Ácido grabador



Fig. 9 Primer



Fig. 10 Anillo de acero inoxidable



Fig. 11 Monómero y polímero



Fig.12 Agua bidestilada



Fig. 13 Aire comprimido



Fig.14 Acetona pura



Fig. 15 Vaselina



Fig. 16 Máquina universal de pruebas MTS.



Fig. 17 Microscopio electrónico de barrido (M.E.B. JEOL Mod. JEOL-6480V)



Fig.18 Cámara ambientadora



Fig.19 Microscopio estereoscópico

El procedimiento para esta investigación se realizó mediante una serie de pasos organizados en grupos con diferentes tipos de arenados como se muestra en la Fig. 20.

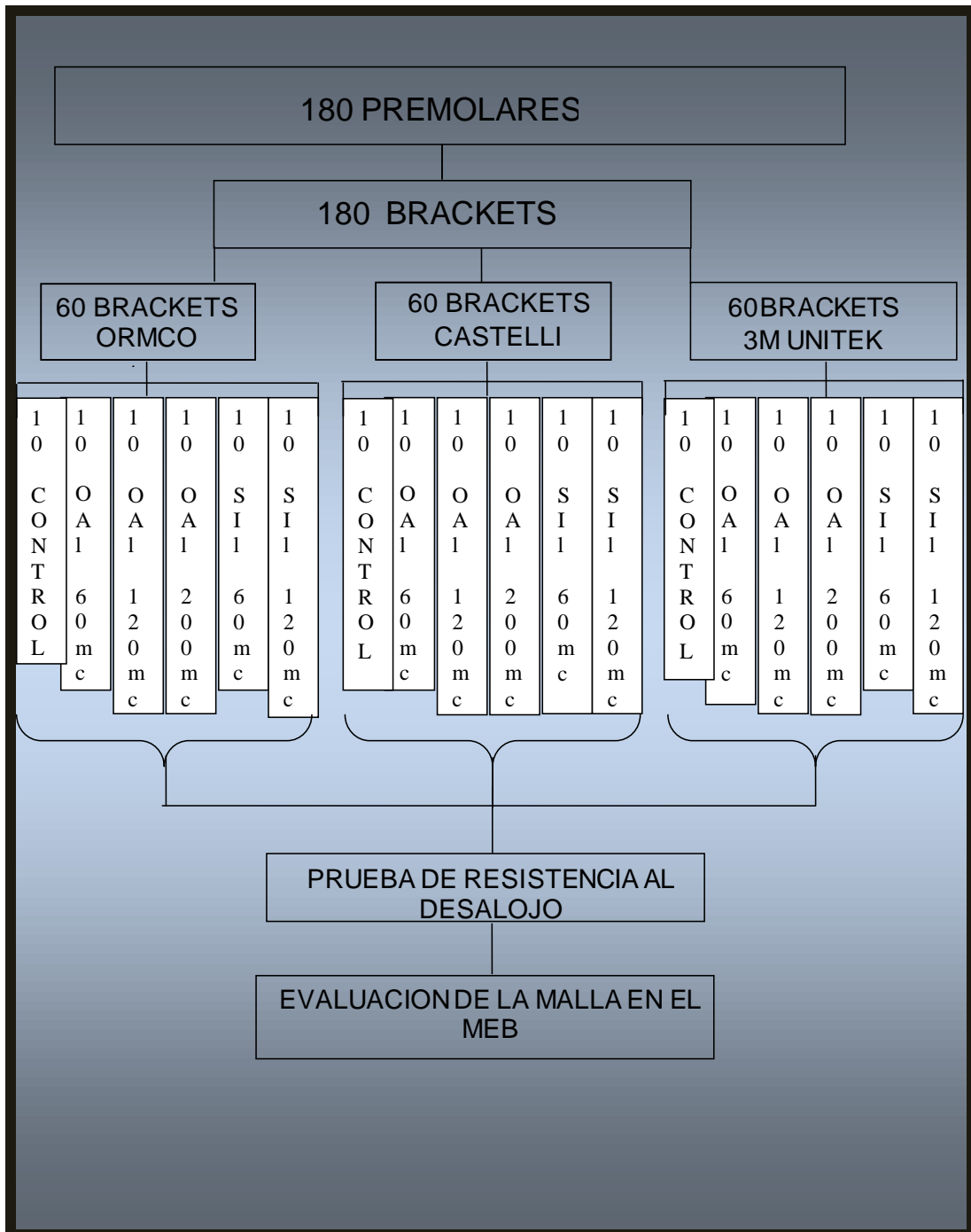


Fig. 20 Flujoograma del estudio.

6.8. Procedimiento experimental

La investigación se realizó con la selección de 180 premolares humanos que reunieron las condiciones de los criterios de inclusión los cuales se conservaron en agua bidestilada (Pisa Farmacéutica Jal, México) a una temperatura de 4°C; para evitar la descomposición del tejido pulpar los dientes se guardaron hasta llegar al recubrimiento con acrílico y adhesión del bracket sumergiéndolos en agua para disminuir el calentamiento y de esta manera evitar lesiones al diente.

Los brackets utilizados en el estudio fueron 60 brackets *Minitwin* de la casa comercial Ormco, (Glendora, Calif USA) con ranura 0.022" X 0.028", de aletas dobles de la técnica *Roth* de malla calibre 80 con área de superficie de la base de 9.81 mm² utilizando 10 brackets de esta marca en cada grupo de estudio.

Otro grupo de 60 brackets utilizados fueron de la casa comercial 3M Unitek Monrovia,CA. USA con ranura 0.022" X 0.028", de aletas dobles de la técnica *Roth* de malla calibre 80 con área de superficie de la base de 8.31 mm².

Finalmente se estudiaron otros 60 brackets marca *Castelli* que corresponden a la casa comercial Oswell Dental Shanghai 200122, PR China con ranura 0.022" X 0.028" de aletas dobles de la técnica *Roth* de malla calibre 80 con área de superficie de la base de 9.71 mm². Cabe señalar que toda el área de la base de los brackets fueron medidos con el programa *Image Tool* en el microscopio estereoscópico (Leica EZ4D 16X).

Una vez medida la base de los brackets, estos fueron asignados aleatoriamente en 6 grupos para Ormco, 6 grupos para 3M Unitek y 6 grupos para Oswell Dental para ser sometidos a un tratamiento de aire abrasivo con óxido de aluminio de 60, 120, y 200 µm (MDC Dental Zapopan Jal. México, Arena WA-60,120 y 200) y

carburo de silicio de 60 y 120 μm (MDC Dental Zapopan Jal. México, Arena WA-60 y 120) durante un periodo de 10 segundos a una distancia de 15 mm, utilizando el equipo del *Sandblaster* (Mdc Dental serie 1321).

El proceso consistió en colocar en el portador de brackets el aditamento sin que la base hiciera contacto con los guantes de látex para evitar la contaminación de la base, posteriormente fue llevado a la cabina de succión de aire para arenarlo donde se le aplicó aire abrasivo a una presión de 30 libras a una distancia de 15 mm que fue calibrada por un alambre de acero inoxidable calibre 0.030 el cual fue ajustado al arenador mediante dobleces circunferenciales que entraban a presión para evitar algún movimiento durante el procedimiento, y así poder estandarizar la distancia a la cual se aplicó el arenado. (fig. 21, 22).



Fig. 21 Distancia de 15 mm



Fig.22 Estandarizado de la distancia

Los premolares se asignaron aleatoriamente a 6 diferentes grupos de estudio de cada casa comercial, cada uno con $n=10$ brackets. Primero se realizaron al grupo de brackets *Minitwin* de Ormco las siguientes pruebas:

GRUPO 1.- Sin arenar

GRUPO 2.- Arenado con óxido de aluminio grano 60 μm

GRUPO 3.- Arenado con óxido de aluminio grano 120 μm

GRUPO 4.- Arenado con óxido de aluminio grano 200 μm

GRUPO 5.- Arenado con carburo de silicio grano 60 μm

GRUPO 6.- Arenado con carburo de silicio grano 120 μm

Posteriormente se les realizó los siguientes experimentos a los brackets *Castelli* de Oswell Dental (n=10):

GRUPO 1.- Sin arenar

GRUPO 2.- Arenado con óxido de aluminio grano 60 μm

GRUPO 3.- Arenado con óxido de aluminio grano 120 μm

GRUPO 4.- Arenado con óxido de aluminio grano 200 μm

GRUPO 5.- Arenado con carburo de silicio grano 60 μm

GRUPO 6.- Arenado con carburo de silicio grano 120 μm

Y por último los brackets *Miniature* de 3M unitek fueron tratados de igual forma (n=10):

GRUPO 1.- Sin arenar

GRUPO 2.- Arenado con óxido de aluminio grano 60 μm

GRUPO 3.- Arenado con óxido de aluminio grano 120 μm

GRUPO 4.- Arenado con óxido de aluminio grano 200 μm

GRUPO 5.- Arenado con carburo de silicio grano 60 μm

GRUPO 6.- Arenado con carburo de silicio grano 120 μm

Una vez arenados los brackets se aplicó aire para eliminar el excedente de óxido de aluminio y carburo de silicio para después pasarlo al lavado y deshidratación de los brackets sumergiéndolos y agitándolos por 3 segundos en acetona pura, después fueron retirados y secados con aire comprimido durante 10 segundos para evitar contaminación de aceite o aire húmedo, una vez arenados los brackets fueron llevados al microscopio electrónico (M.E.B. JEOL Mod. JSM-5800) para observar la malla de la base del bracket. Para ello un bracket de cada grupo fue seleccionado aleatoriamente para establecer diferencias morfológicas en la base tratada con los diferentes tipos de arenados.

El objetivo fundamental de las fotografías microscópicas fue el de establecer las diferencias de forma entre la malla nueva brillante y la malla opaca tratada con aire abrasivo y analizar los posibles cambios destructivos que ocasionan 10 segundos de exposición de aire abrasivo a una distancia de 15 mm con los diferentes tamaños de granos de óxido de aluminio y carburo de silicio.

Una vez arenados los brackets se prepararon para el cementado, para ello los 180 premolares se limpiaron realizando la profilaxis mediante copas de hule montadas en la pieza de mano de baja velocidad limpiando cuidadosamente la cara vestibular, además se utilizó también polvo abrasivo libre de flúor el cual se humedeció con agua potable para pulir y limpiar la superficie del esmalte durante 20 segundos (Fig.23) posteriormente se realizó el lavado a presión con agua atomizada de la jeringa triple durante 10 segundos seguido de secado con aire comprimido para evitar contaminación (Fig.24).



Fig. 23 Profilaxis con copa de hule



Fig. 24 Secado con aire comprimido

En la preparación del esmalte se utilizó el ácido ortofosfórico al 37 % (Tirden, S.A. de C.V. ALL.BIZ, México) aplicándose en la cara vestibular (Fig.25) por un período de 30 segundos, después del grabado se lavó con abundante agua por un tiempo de 5 segundos posteriormente se secó con aire comprimido por 10 segundos confirmando que apareciera el revelado del grabado ácido mediante un color blanco opaco glacial (Fig. 26 y 27).



Fig. 25 Ácido ortofosfórico al 37 %



Fig. 26 Tiempo de 30 segundos



Fig.27 Después de lavar se procedió a secar con aire comprimido.

Se utilizó el *primer Transbond MIP* (3M Unitek, Monrovia, CA) hidrofílico para fotocurado de la casa comercial 3M Unitek siguiendo las indicaciones y especificaciones del fabricante (Fig. 28). Se seleccionó este *primer* ya que tiene la ventaja de ser insensible a la humedad, además se ha demostrado que es actualmente uno de los mejores *primers* en el mercado por este motivo, es de los más utilizados para investigaciones de este tipo. La técnica de aplicación fue colocar el *primer* con una esponja *microbrush* embebiéndola en el *primer* y pasándola de una sola intención con una dirección de gingival a oclusal sobre el esmalte ya grabado (Fig.29), después se aplicó aire por 5 segundos para evaporar el etanol y dispersar el primer dejando una capa delgada, uniforme y brillante en la superficie del esmalte, para posteriormente colocar los brackets (Fig.30).

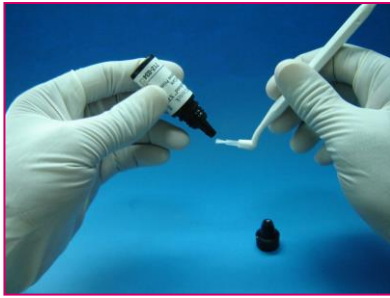


Fig. 28 Primer *Transbond MIP*

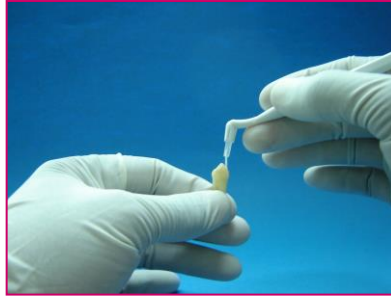


Fig. 29 Aplicación



Fig. 30 Aire 5 seg.

Los brackets de los premolares fueron sujetos mediante un portador de brackets y tomando una pequeña porción de resina fotocurable *Transbond XT* de la casa comercial 3M Unitek (3M Unitek, Monrovia, CA) (Fig.31) se colocaron en el centro del diente por su cara vestibular siguiendo el eje longitudinal del mismo (Fig.32) ejerciendo una presión para liberar los excedentes de resina, esto permitió tener un mayor contacto de la base del bracket con el esmalte de los premolares; posteriormente se eliminó cuidadosamente el excedente de resina con un explorador tratando al máximo de no tocar el bracket (Fig.33).



Fig.31 Resina bracket



Fig.32 Colocación bracket

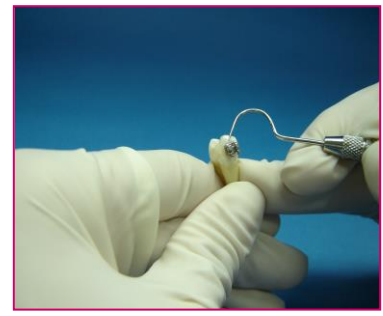


Fig.33 Eliminación excedente

Después de colocar los brackets y eliminar el excedente de resina se procedió al fotocurado de la resina con luz halógena producida por la lámpara *Optilux 501* de 120V la cual se colocó durante 10 segundos por cada cara del bracket, dando un total de 40 segundos de fotocurado según lo indicado por el fabricante (Fig.34 y 35). A la lámpara de fotocurado se le comprobó que la longitud de onda estuviese por arriba de los 400 nm. Estas mediciones se realizaron con un radiómetro por cada 4 curados de resina manteniéndose siempre por arriba de los 250 mv/cm² que es equivalente a 407.31 nm.

Después de fotocurar la resina y cementar los brackets se utilizaron anillos de aluminio de 2.5 cm de diámetro por 1 cm de profundidad, para proceder a sumergirlos en el acrílico de curado rápido mediante la técnica de goteo, después se hundieron los premolares en el acrílico y se seleccionaron diferentes colores para cada grupo con el objeto de diferenciar cada grupo.

El acrílico se llenó aproximadamente $\frac{3}{4}$ partes del anillo y los premolares se sumergieron en el acrílico por su raíz y cara lingual o palatina quedando expuesta la cara vestibular para la colocación de un alambre rectangular .019 X .025 sobre el slot del bracket y se sostuvo sobre la superficie del anillo de aluminio para así estandarizar todos los premolares a una misma distancia (Fig. 36).

Una vez acrilizada la muestra se colocó en agua para reducir la temperatura de la polimerización del acrílico.



Fig.34 Lámpara Optilux 501



Fig. 35 Fotocurado

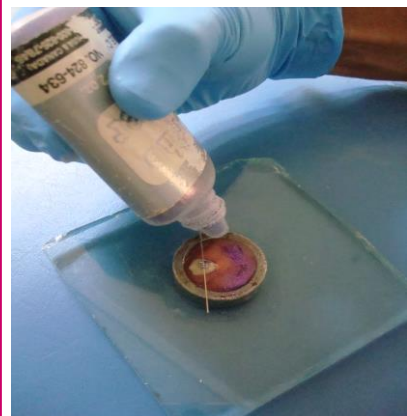


Fig. 36 Acrilizado anillo acero

Después de haber fotocurado la resina y posicionados los brackets en los premolares se realizó el ciclo termal de los especímenes, el cual es importante para esta investigación in vitro ya que es recomendado para provocar la fatiga de la adhesión simulando las condiciones clínicas de la cavidad oral y provocar el estrés térmico.

Los especímenes fueron almacenados en incubadora a 37°C por un período de 24 horas para simular las condiciones clínicas y posteriormente fueron sometidos a baños térmicos a diferentes temperaturas constantes, de 5 °C, 37°C, y 55 °C por 5 minutos en cada una, durante 5 horas y posteriormente se mantuvieron a una temperatura de 37°C durante 24 horas.

Para realizar el desprendimiento de la unión bracket-adhesivo-diente y encontrar la fuerza máxima para romper esta unión utilizamos la Máquina Universal de Pruebas MTS (Fig.37).

Los movimientos para el desprendimiento mediante esta máquina fue aplicando una carga de 50 kg a una velocidad de 1 mm por minuto ya que de esta forma se fue consiguiendo el desprendimiento de la unión bracket-adhesivo-diente y a la vez se fue registrando la fuerza en una computadora graficando los resultados en Mpa.

El procedimiento para el desprendimiento de los brackets mediante la máquina MTS fue aplicando la fuerza en dirección desde gingival hacia oclusal mediante un gancho de acero inoxidable calibre .028" pasando por debajo de las aletas gingivales del bracket, para después calibrar e iniciar la tracción vertical para el desprendimiento.

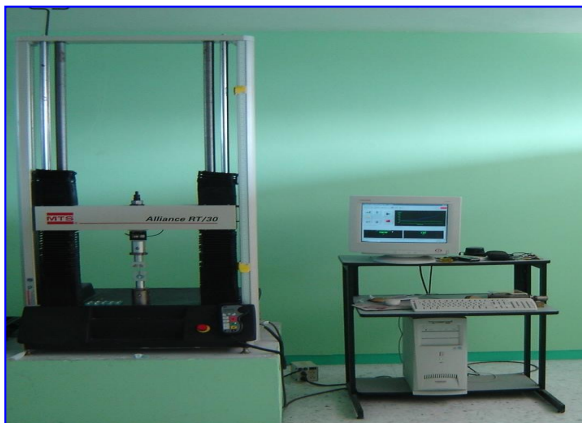


Fig.37 Máquina universal de pruebas



Fig.38 Microscopio estereoscópico

Los brackets previos a la adhesión se llevaron al microscopio estereoscópico (16X *Leica* EZD4, Germany) utilizando el programa *Leica Application Suite V. 2.3* (*Leica Microsuites*) para cuantificar el tamaño de los brackets, una vez

desprendidos fueron nuevamente llevados al microscopio para observar la malla de la base del bracket y evaluar el índice de adhesivo remanente (Fig.38).

6.9 Análisis estadístico

Se obtuvieron medias, desviación estándar, valores mínimo y máximo, e intervalos de confianza del 95% para la media de la resistencia al desalojo de cada grupo. Los datos se sometieron a la prueba de normalidad utilizando Kolgomorov Smirnov. Se utilizó la prueba Anova de 2 vías y la prueba de Scheffe para las comparaciones entre grupos. Además se utilizó la prueba Kruskal Wallis en el análisis del índice de adhesivo remanente registrado entre los diferentes grupos. Las pruebas se manejaron a un alfa .05 en el programa PASW 18.0 (SPSS Inc.).

7. Resultados

Tabla 1. Medidas de la resistencia al descementado de los brackets metálicos nuevos y bajo un tratamiento con aire abrasivo con diferentes tipos de arenado realizado en la base del bracket previo a la adhesión al esmalte.

Mini-Twin Ormco	N	Promedio	Desviación Estándar	95% Promedio de intervalos De confianza		Mínimo	Máximo
				Limite mínimo	Limite máximo		
CONTROL MINI-TWIN ORMCO	10	10.92	6.34	6.39	15.48	3.47	21.12
ÓXIDO DE ALUMINIO 60	10	2.21	1.85	.891	3.54	.304	5.96
ÓXIDO DE ALUMINIO 120	10	5.78	3.02	3.62	7.94	2.68	13.27
ÓXIDO DE ALUMINIO 200	10	4.74	2.09	3.24	6.24	1.98	8.89
CARBURO DE SILICIO 60	10	9.96	3.46	7.48	12.43	3.99	13.74
CARBURO DE SILICIO 120	10	13.1	6.7	8.3	17.9	5.6	22.1

Los resultados arrojaron la siguiente información: Los brackets *Mini-twin* de la casa comercial Ormco nuevos sin arenar (grupo control) y los arenados con óxido de aluminio y carburo de silicio, el que mostró mayor resistencia al descementado es el arenado con carburo de silicio de 120 μm .

De los brackets tratados con óxido de aluminio el que presentó mayor resistencia al descementado es el de 120 μm .

Dando como resultado que arenar con granos de un espesor de 120 μm resulto ser mejor el de carburo de silicio en este bracket.

Al arenar comparativamente el grano de óxido de aluminio con el grano de carburo de silicio de 60 μm resulto tener mayor adhesión el carburo de silicio.

El grano de 60 μm de óxido de aluminio resulto ser con menor propiedad para la adhesión.

Tabla 2. Observación de los resultados comparativos de mediciones de la resistencia al descementado de los brackets metálicos *Miniature-twin*.

Miniature 3 M Unitek	N	Promedio	Desviación Estándar	95% Promedio de intervalos De confianza		Mínimo	Máximo
				Limite mínimo	Limite máximo		
				CONTROL MINIATURE 3 M	10		
ÓXIDO DE ALUMINIO 60	10	1.87	1.35	.907	2.85	.324	5.21
ÓXIDO DE ALUMINIO 120	10	2.03	1.34	1.07	3.00	.296	4.93
ÓXIDO DE ALUMINIO 200	10	9.81	2.53	8.00	11.63	4.90	13.64
CARBURO DE SILICIO 60	10	10.21	2.16	9.02	11.7	4.9	12.8
CARBURO DE SILICIO 120	10	10.8	3.2	8.5	13.1	6.7	15.8

Analizando los resultados de la tabla 2, se observa que los brackets arenados con carburo de silicio de 120 μm obtuvieron mayor resistencia al descementado en ambos tipos de arenado.

Los brackets arenados con óxido de aluminio de 60 μm mostraron menor resistencia al descementado comparativamente con los demás tipos de arenado.

Se observa también, que los arenados con oxido de aluminio de 200 μm fueron mejor que los de su mismo tipo de arena.

Mostrando en los resultados que arenar los brackets *Miniature-twin* con carburo de silicio de un grano de 120 μm presentó la mejor resistencia al descementado de este grupo.

Tabla 3. Resistencia al descementado de los brackets metálicos *Castelli* de la casa comercial *Oswell Dental* nuevos y tratados con aire abrasivo realizado en la base del bracket previo a la adhesión del esmalte.

Castelli Oswell Dental	N	Promedio	Desviación Estándar	95% Promedio de intervalos De confianza		Mínimo	Máximo
				Limite mínimo	Limite máximo		
Control Castelli Oswell Dental	10	8.90	3.87	6.13	11.68	3.89	15.43
ÓXIDO DE ALUMINIO 60	10	8.05	3.89	5.26	10.84	1.12	14.06
ÓXIDO DE ALUMINIO 120	10	2.25	1.93	.869	3.64	.331	6.27
ÓXIDO DE ALUMINIO 200	10	8.96	3.78	6.25	11.68	3.96	16.34
CARBURO DE SILICIO 60	10	9.12	3.79	6.40	11.83	4.40	14.50
CARBURO DE SILICIO 120	10	12.2	3.5	9.7	14.7	7.7	16.3

De los brackets arenados con carburo de silicio, el que obtuvo mayor resistencia al descementado es el de 120 μm . comparado con todos los tipos de arenado de su grupo.

Los brackets tratados con óxido de aluminio el que obtuvo mayor resistencia al descementado fue el de 200 μm .

Observando ambos grupos de arenados se obtuvieron mejores resultados con el carburo de silicio y los brackets que obtuvieron menor resistencia al descementado arenados con óxido de aluminio fueron los de 120 μm .

Podemos señalar haciendo un análisis comparativo de los resultados de las tres tablas anteriores relacionadas con la resistencia al descementado comparados

con los tipos de brackets y el arenado, resultaron ser mejor los brackets *mini twin* de la casa comercial Ormco utilizando el arenado de carburo de silicio de 120 μm .

En la Fig. 39 Se puede observar las medidas de la resistencia al descementado de los brackets metálicos con carburo de silicio de 60 μm realizado en la base del bracket previo a la adhesión del esmalte.

De los brackets nuevos sin arenar (grupo control) el que mostró mayor resistencia al descementado es el de Ormco con 10.92 Mpa.

Los brackets que fueron tratados con carburo de silicio de 60 μm el que obtuvo mayor resistencia al descementado es el bracket de 3M Unitek con 10.21 Mpa.

De los brackets tratados con carburo de silicio de 60 μm el que obtuvo menor resistencia al descementado es el de Oswell Dental con 8.9 Mpa.

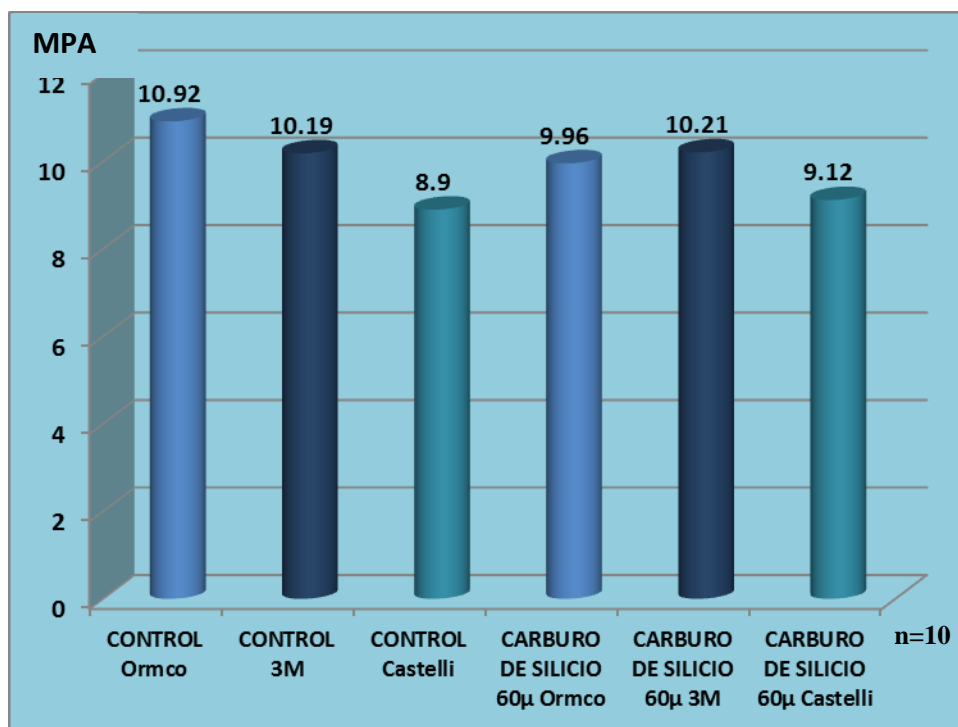


Fig. 39 Resistencia al Descementado del Carburo de Silicio 60 μm

En la Fig. 40 observamos el comportamiento en la medición de la resistencia al descementado de los brackets metálicos nuevos y bajo un tratamiento físico con aire abrasivo con carburo de silicio de 120 μm realizado en la base del bracket previo a la adhesión del esmalte.

Los brackets nuevos sin arenar que es el grupo control, mostró mayor resistencia al descementado el brecket de Ormco con un promedio de fuerza de 10.9 Mpa. A su vez, los brackets arenados con carburo de silicio de 120 μm alcanzaron una fuerza mayor de 13.1 Mpa el bracket Ormco, seguido por el bracket Castelli con 12.2 Mpa Y por último el que obtuvo menor resistencia al descementado tatados con carburo de silicio de 120 μm es 3M Unitek con un promedio de fuerza de 10.8 Mpa.

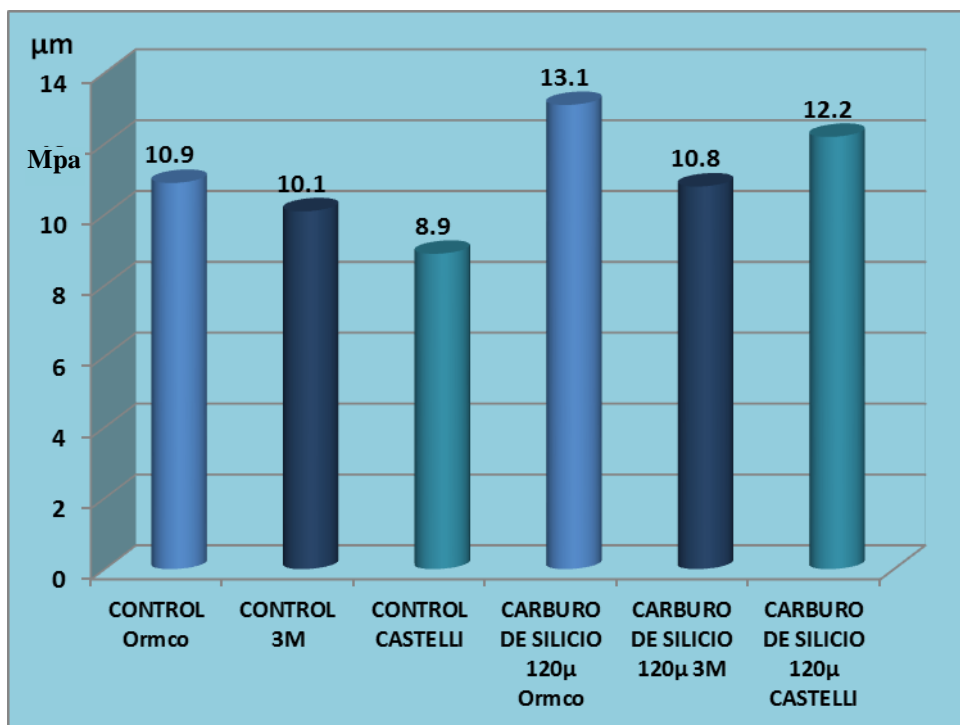


Fig. 40 - Resistencia al Desalojo del Carburo de Silicio 120 μm n=10

En la Fig. 41 Se describe los resultados comparativos de la resistencia al descementado de los brackets metálicos nuevos y, bajo un tratamiento físico con aire abrasivo con óxido de Aluminio de 120 μm realizado en la base del bracket previo a la adhesión del esmalte.

Del grupo control de los brackets nuevos el que mostró menor resistencia al descementado es el de Oswell Dental con un promedio de fuerza de 8.9 Mpa.

De los brackets tratados con óxido de Aluminio de 120 μm que obtuvo mayor resistencia al descementado es Ormco con un promedio de fuerza de 5.78 Mpa; mientras que el que obtuvo menor resistencia al descementado es el de la casa comercial 3M con un promedio de fuerza de 2.03 Mpa.

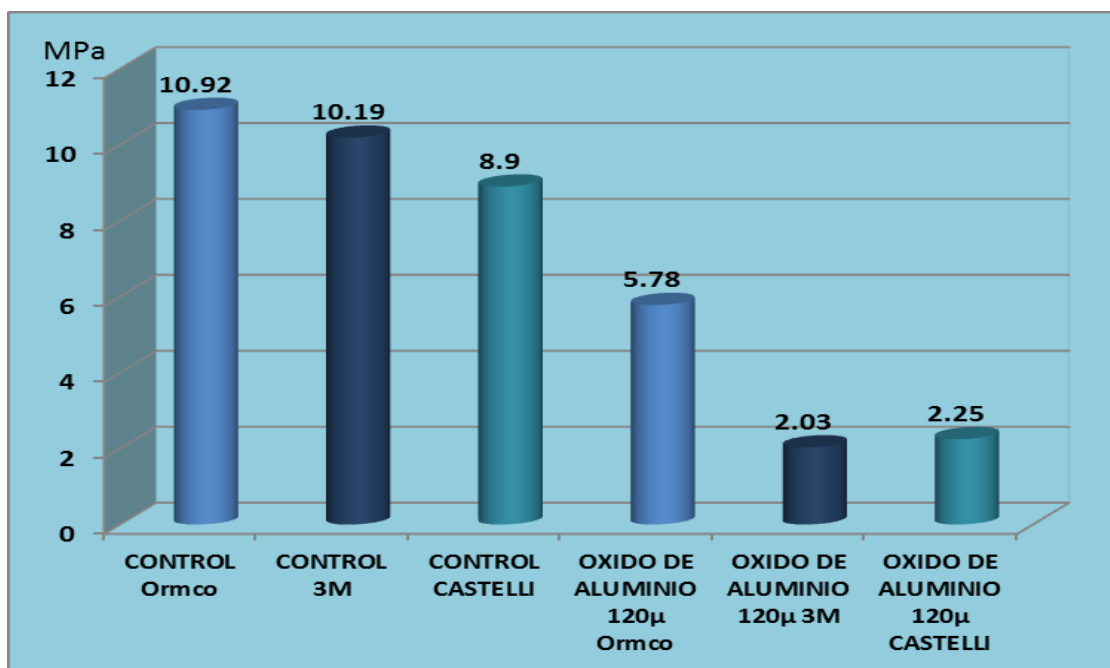


Fig. 41 - Resistencia al Descementado del Oxido de Aluminio 120 μm n=10

En la Fig. 42 Se muestran las medidas de la resistencia al descementado de los brackets metálicos nuevos y bajo un tratamiento físico con aire abrasivo con óxido de Aluminio de 60 μm realizado en la base del bracket previo a la adhesión del esmalte.

Dentro del grupo control de los brackets sin arenar el que mostró mayor resistencia al descementado, es el de la casa comercial Ormco con un promedio de fuerza de 10.9 Mpa.

Una vez sometidos los brackets a las pruebas de tratamiento de arenado con óxido de Aluminio de 60 μm , se obtuvo mayor resistencia al descementado el bracket de la casa comercial de Oswell Dental con un promedio de fuerza de 8.0 Mpa; y los brackets tratados con este mismo arenado se observó menor resistencia al descementado con 3M bajo un promedio de fuerza de 1.8 Mpa.

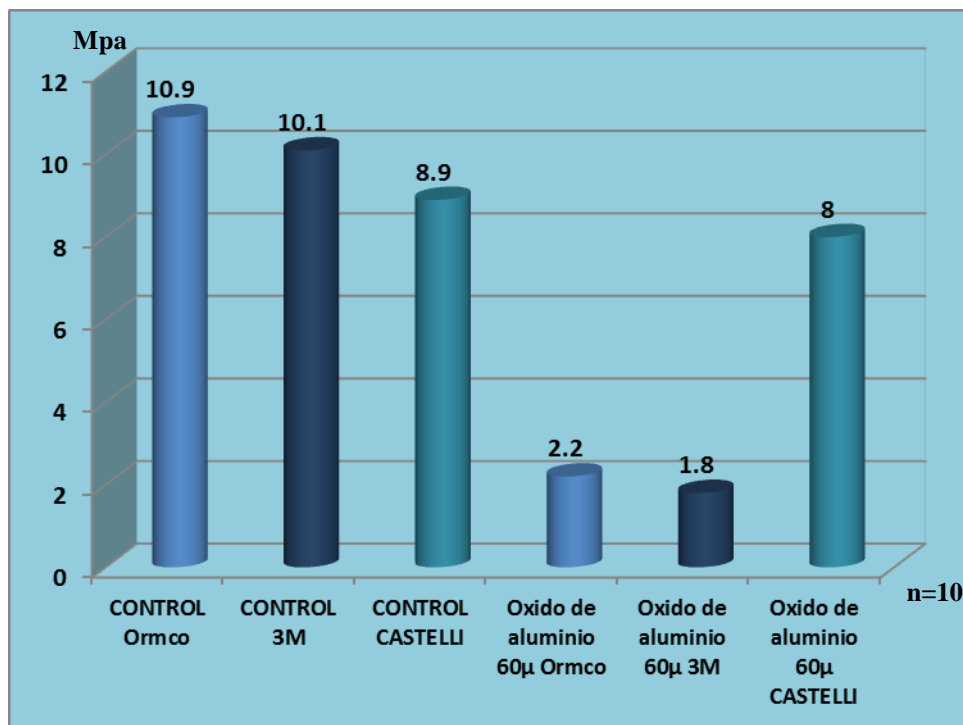


Fig. 42 Resistencia al Descementado del Oxido de aluminio 60 μm

En la Fig. 43 Se puede observar las medidas de la resistencia al descementado de los brackets metálicos nuevos y bajo un tratamiento físico con aire abrasivo con óxido de Aluminio de 200 μm realizado en la base del bracket previo a la adhesión del esmalte.

De los brackets nuevos sin arenar que es el grupo control el que mostró mayor resistencia al descementado es el de Ormco con un promedio de fuerza de 10.92 Mpa.

Los brackets tratados con óxido de Aluminio de 200 μm que obtuvo mayor resistencia al descementado es 3M con un promedio de fuerza de 9.8 Mpa. Y los brackets tratados con óxido de Aluminio de 200 μm que obtuvo menor resistencia al descementado es Ormco con un promedio de fuerza de 4.7 Mpa.

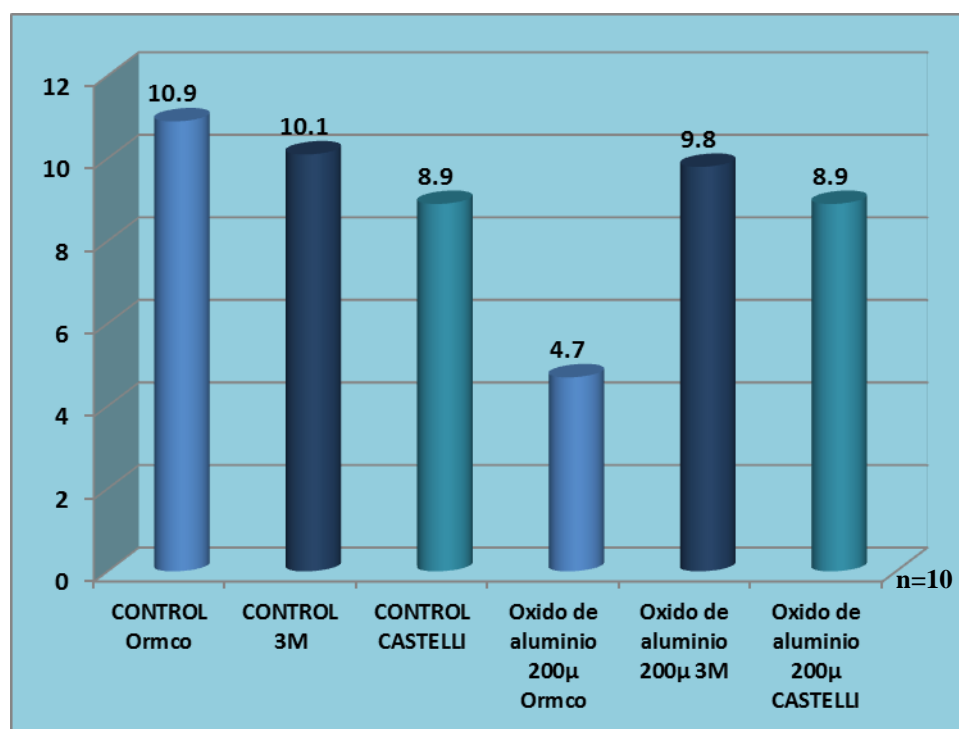


Fig. 43 - Resistencia al Descementado del óxido de Aluminio 200 μm

En la Tabla 4 Podemos apreciar la cantidad promedio de resistencia al descementado con diferentes tamaños de granos y sus respectivos brackets de cada una de las casas comerciales donde observamos que el mayor efecto en resistencia es el carburo de silicio de 120 μm sobre el brackets Ormco y dando una menor resistencia en brackets de 3M Unitek.

Tabla 4 Promedio de resistencia al descementado (Mpa) de valores mayores a los menores

Medidas por resistencia al desalo	Mpa
Ormco carburo de Silicio 120 μm	13.1
Oswell Dental Carburo de silicio 120 μm	12.2
Contro Ormco	10.9
3M Carburo de silicio 120 μm	10.08
3M Carburo de silicio 60 μm	10.2
3M control	10.1
Ormco carburo de Silicio 60 μm	9.9
3M Al₂O₃ 200 μm	9.8
Oswell Dental Carburo de silicio 60 μm	9.1
Oswell Al₂O₃ 200 μm	8.9
Control Oswell	8.9
Oswell Al₂O₃ 120 μm	8.0
Ormco Al₂O₃ 120 μm	5.8
Ormco Al₂O₃ 200 μm	4.7
Oswell Al₂O₃ 120 μm	2.25
Ormco Al₂O₃ 60 μm	2.21
3M Al₂O₃ 120 μm	2.0
3M Al₂O₃ 60 μm	1.8

Al hacer las comparaciones en la resistencia al descementado entre grupos encontramos diferencias estadísticamente significativas entre ellos ($p=.0001$). Las diferencias observadas entre los grupos se detallan en la tabla 5.

Tabla 5 Comparaciones de resistencia al descementado de diferentes bases de brackets y tipos de arenados (Mpa).

Grupo	Media	Grupo de comparación	Media	Diferencia de Medias	Valor P
Control Ormco	10.9	3M Al ₂ O ₃ 60 μm	1.87	9.03	.030
		3M Al ₂ O ₃ 120 μm	2.03	8.87	.038
Ormco Al₂O₃ 60μm	2.21	Ormco SiC 120 μm	13.1	10.89	.001
		Oswell SiC 120 μm	12.2	9.99	.001
Ormco SiC 120 μm	13.1	Ormco Al ₂ O ₃ 60μm	2.21	10.89	.001
		3M Al ₂ O ₃ 60 μm	1.87	11.23	.000
		3M Al ₂ O ₃ 120 μm	2.03	11.07	.001
		OswellAl ₂ O ₃ 120μm	2.25	10.85	.002
3M Al₂O₃ 60 μm	1.87	Control Ormco	10.9	9.03	.030
		Ormco SiC 120 μm	13.1	11.23	.000
		Oswell SiC 120 μm	12.2	10.33	.000
3M Al₂O₃ 120 μm	2.03	Control Ormco	10.9	8.87	.038
		Ormco SiC 120 μm	13.1	11.07	.001
		Oswell SiC 120 μm	12.2	9.95	.000
OswellAl₂O₃120μm	2.25	Ormco SiC 120 μm	13.1	10.85	.002
		Oswell SiC 120 μm	12.2	9.95	.001
Oswell SiC 120 μm	12.2	Ormco Al ₂ O ₃ 60 μm	2.21	9.99	.001
	12.2	3M Al ₂ O ₃ 60 μm	1.87	10.33	.000
	12.2	3M Al ₂ O ₃ 120 μm	2.03	9.97	.000
	12.2	OswellAl ₂ O ₃ 120μm	2.25	9.95	.001

Prueba de Scheffe (alfa=.05)

Tabla 6 Frecuencia de índice de adhesivo remanente en cada grupo de estudio

(Kruskal-Wallis Valor p- =.31)

	Sin adhesivo	50 % Ó Menos	Más del 50%	100%
GRUPO	0	1	2	3
Control ORMCO	8	2	0	0
Control 3M Unitek	6	3	1	0
Control Castelli	5	4	1	0
ORMCO carburo de silicio 60 µm	7	3	0	0
ORMCO carburo de silicio 120 µm	4	2	2	2
ORMCO óxido de aluminio 60 µm	3	5	1	1
ORMCO óxido de aluminio 120 µm	6	3	0	1
ORMCO óxido de aluminio 200 µm	5	2	2	1
3M Unitek carburo de silicio 60 µm	9	1	0	0
3M Unitek carburo de silicio 120 µm	8	2	0	0
3M Unitek óxido de aluminio 60 µm	5	3	1	1
3M Unitek óxido de aluminio 120 µm	5	3	1	1
3M Unitek óxido de aluminio 200µm	8	2	0	0
CASTELLI carburo de silicio 60 µm	7	2	1	0
CASTELLI carburo de silicio 120 µm	9	1	0	0
CASTELLI óxido de aluminio 60 µm	7	2	1	0
CASTELLI óxido de aluminio 120µm	6	1	2	1
CASTELLI óxido de aluminio 200 µm	8	1	1	0
TOTALES	116	42	14	8

Las Fig. 44 y Fig. 45 muestran el índice de adhesivo remanente (ARI)

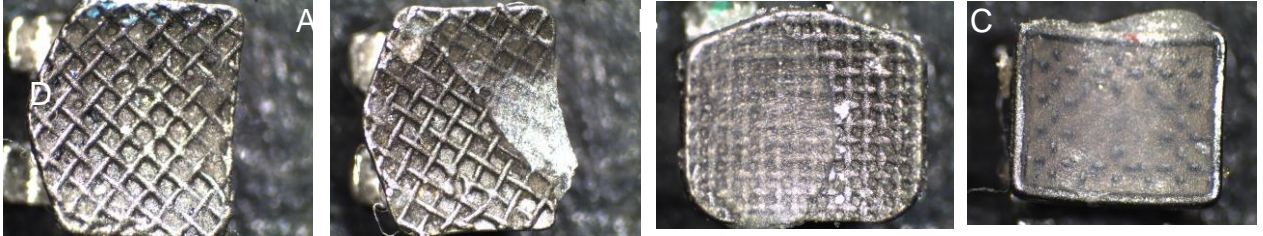


Fig. 44 Se puede observar la cantidad de resina remanente que se presenta en el bracket como se muestra en las siguientes imagines. (A). Sin adhesivo en bracket indicando falla en el bracket. (B) Menos del 50% adhesivo en bracket indicando falla bracket-resina. (C) El 50% o más adhesivo dando la falla esmalte-resina. (D) El 100% en el bracket= falla en el esmalte.

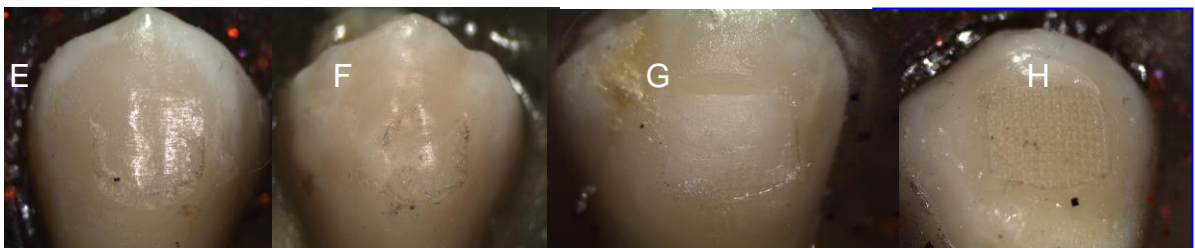


Fig.45. Se puede observar la cantidad de adhesivo remanente presente en el diente como se muestra en las siguientes imágenes. (E). Sin Adhesivo en esmalte indicando falla en el esmalte. (F) Menos del 50% de Adhesivo resultando Falla en esmalte- resina. (G) El 50% de adhesivo o más dando la Falla resina-malla. (H) El 100% de resina en esmalte indicando falla en la malla.

8. Discusión

Conociendo que el desprendimiento de brackets es un efecto indeseable y común en ortodoncia, las investigaciones se han enfocado en la necesidad de incrementar la resistencia al descementado y saber que método, técnica y productos son los más eficaces para evitar el desalojo accidental de los aditamentos de ortodoncia.

Por años, el arenado es un método que se ha estado utilizando para darle mayor adherencia a la base de brackets^{53-55,66,73,82,89,90,92} Por esta razón nuestro motivo del estudio fue conocer cual es la partícula que genera las condiciones mas favorables para elevar la adhesión del bracket al diente.

El uso del ácido fosfórico al 37 % por 30 seg, la resina Transbond XT, y la utilización de la lámpara optilux 501 por 40 seg. de fotocurado y desprendidos después de 24 horas han sido recomendados por diferentes investigadores para usos clínicos en ortodoncia.^{25,33,38,39}

Sin embargo, los efectos que tiene el tratamiento de silicio en los brackets de acero inoxidable en comparación con otros tipos de chorro de arena no han sido lo suficientemente investigado.

Toroglu y Yaylali⁶⁶ Faltermeier y Behr,⁹¹ Atsu y Cols,⁹² Guan y Cols,⁹³ Nergiz y Cols.¹⁰² son algunos de los investigadores que han buscado otros tipos de arenado como el silicio para probar la resistencia en brackets metálicos y cerámicos obteniendo resultados favorables.

Coincidimos con Atsu y Cols.⁹² quienes describen mayor fuerza de adhesión en brackets de metal después del revestimiento de sílice seguido por silanización, ya que nuestro estudio con excepción de la silanización, presentó fuerzas de adhesión similares al desalojo de los brackets metálicos.

En el estudio realizado por MacColl y Cols⁵⁴ quienes arenaron cuatro diferentes tipos de tamaño de bases de brackets a una distancia de 10 mm con óxido de aluminio de 50 μm por 5 segundos observaron mayor resistencia en los brackets arenados que los no arenados reportando que el área de la base del brackets menor a 6.82 mm^2 disminuye la resistencia al descementado. Estos resultados de Maccoll y Cols.⁵⁴ se pueden relacionar a los nuestros, ya que la base de los brackets empleados presentan un área de 8.1 a 10.1 mm^2 . A la luz de los resultados obtenidos se cree que no existen diferencias significativas respecto a la fuerza de adhesión en las diferentes áreas de superficie, se coincide con esta conclusión con Maccoll⁵⁴ que manifiesta que para que exista una buena retención el bracket debe tener un promedio entre 6.32 y 12.35 mm^2 y tomando en cuenta que nuestros brackets se encuentran en estos promedio de medidas de área 8.1 a 10.1 mm^2

En las pruebas mecánicas que realizamos se observa que los brackets Ormco arenados con carburo de silicio obtuvieron mayor resistencia al descementado que los arenados con oxido de aluminio. El grano de carburo de silicio de 120 μm propicio una mejor adhesión del brackets al esmalte con valores estadísticamente significativos mostrando superioridad sobre el arenado con partículas de óxido de aluminio de 60 μm . Los resultados de resistencia al desprendimiento con óxido de aluminio fueron generalmente inferiores a la adhesión promovida por el arenado con carburo de silicio. Este hecho puede deberse a la diferencia en el tamaño de grano y que los granos de óxido de aluminio ofrecen muy poca adhesión a los reactivos utilizados para unir el diente y el bracket.

En nuestros resultados se muestra diferencia significativa entre la base del brackets sin arenar del bracket deOrmco con los arenados con el óxido de aluminio de 60 y 120 μm . En el grupo control de los brackets Ormco, 3M y Oswell se observó que después de arenar los brackets, el bracket de Oswell aumento su resistencia superando al de 3M aunque los valores no fueron significativos.

Los brackets Oswell, Ormco y 3M arenados con óxido de aluminio no presentaron diferencias significativas entre estos grupos

Los brackets Ormco y Oswell superaron significativamente a los brackets 3M en relación al arenado con carburo de silicio de 60 y 120 μm se cree que es por la diferencia del tipo de base del brackets

Al observar la base de los brackets metálicos en el microscopio electrónico se observo que presento mas desgaste y fracturas el que fue arenado con oxido de aluminio de 60 μm ya que presento una menor resistencia al descementado

Aunque no es lo mismo aplicar estas fuerzas in vitro que las fuerzas clínicas se han sugerido que las fuerzas ideales de cementado oscilan entre 5.9 y 7.8 Mpa para la adhesión de los brackets ortodóncico ²⁹.

Es muy importante comentar la importancia de la base del brackets con relación a la adhesión, diferentes compañías han diseñado varios tipos de base de mallas como, doble malla, microarenados, troqueleados entre otros para darle mayor retención al brackets.

Aunque en algunas bases por su forma es difícil que el arenado se presente en forma regular mientras que en otras formas llega de forma más directa.^{80, 111}

Algunos estudios valoran el tamaño del área del brackets ya que esto podría modificar la adhesión por eso se eligió en nuestro estudio brackets de diferentes áreas y bases diferentes.

En estudios posteriores se debería de tomar en cuenta el tamaño de partículas más pequeñas como el carburo de silicio (200 μ m) para poder determinar si la partícula mas fina podría dar mayor retención.

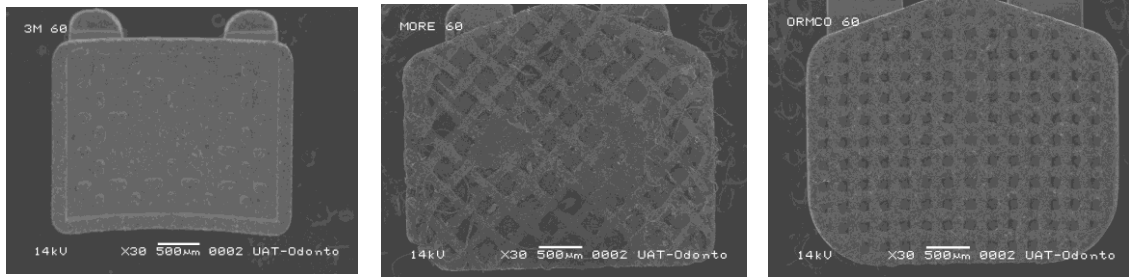
9. Conclusiones

Bajo las condiciones y limitaciones del estudio, se establecieron las siguientes conclusiones:

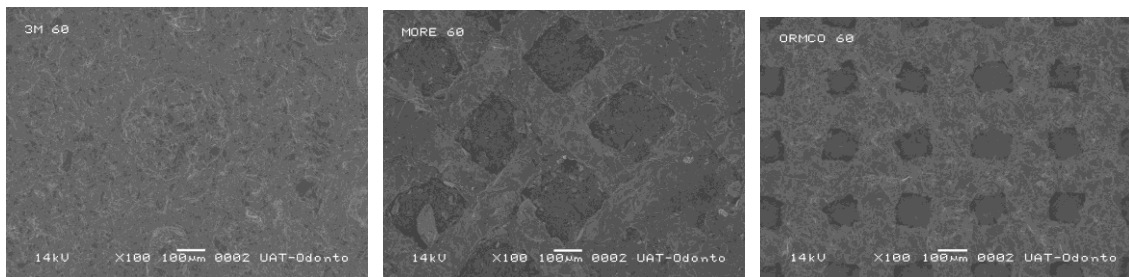
- 1.- El arenado de brackets metálicos nuevos aumenta la resistencia al desalojo.
- 2.- El arenado con grano de partículas de óxido de aluminio y carburo de silicio de mayor tamaño disminuye la fuerza de adhesión mientras que las de menor tamaño la aumentan.
- 3.- Al arenar los brackets *Minitwin* (ormco) con carburo de silicio se obtuvo la mayor retención por lo cual lo recomendamos como ideal para este tipo de brackets
- 4.-No es recomendable arenar los brackets *Miniature* (3M) y *Minitwin* (ormco) con óxido de aluminio de 60 y 120 μm ya que se disminuye significativamente la resistencia al desalojo.
- 5.- Los brackets metálicos nuevos arenados con carburo de silicio de 60 y 120 μm es un tratamiento recomendable en los 3 tipos de brackets dado que elevan los valores de resistencia al desalojo.
- 6.- Los brackets *Miniature* de 3 M Unitek y Castelli de Oswell Dental arenados con óxido de aluminio de 200 μm aumentan la resistencia al desalojo mientras que este arenado en los brackets *Minitwin* de Ormco no incrementan su resistencia al desalojo.
- 7.-Con este tipo de arenado utilizando diferente tamaño de partícula de óxido de aluminio y carburo de silicio se presentan menores fallas en el bracket- adhesivo mientras que la mayor falla se presentó en diente-adhesivo.

10. Anexos

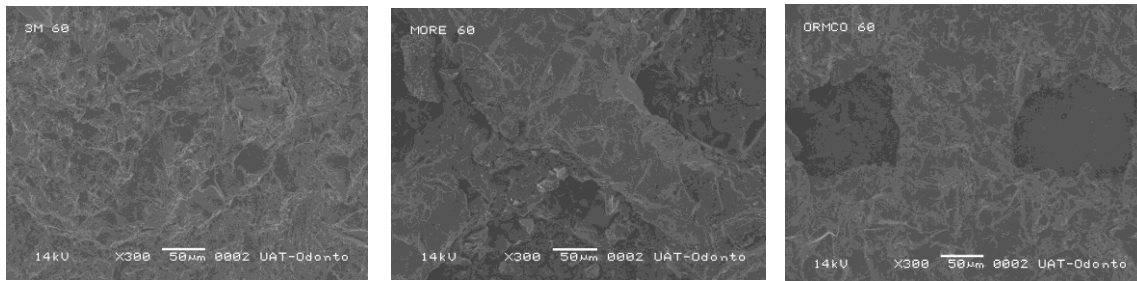
OXIDO DE ALUMINIO DE 60 μM.



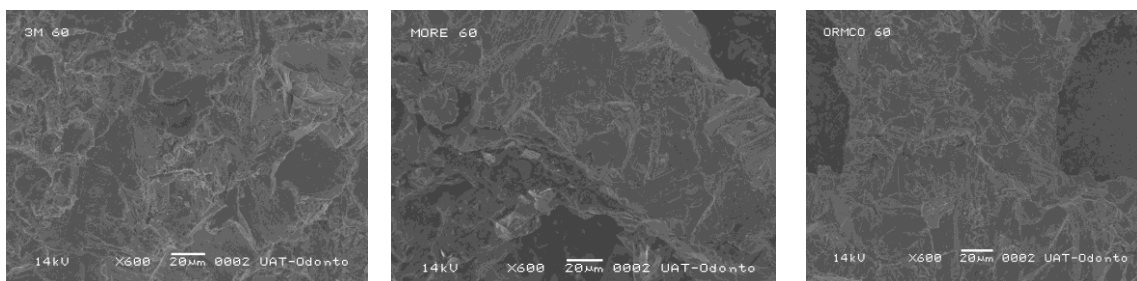
Vista representativa de la base de soporte en los tres tipos de brackets con 30x de zoom



Vista representativa de la base de soporte en los tres tipos de brackets con 100x de zoom

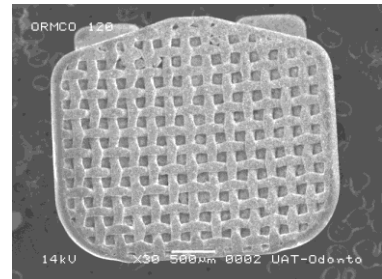
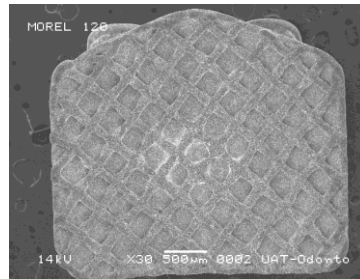
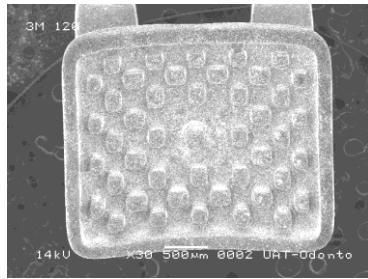


Vista representativa de la base de soporte en los tres tipos de brackets con 300x de zoom

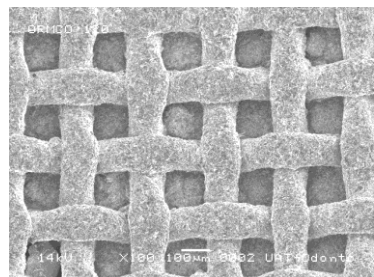
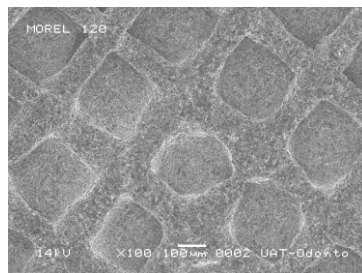
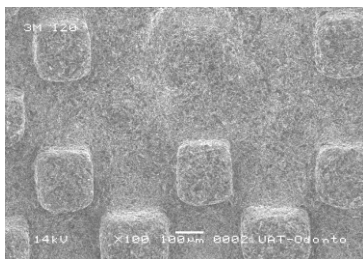


Vista representativa de la base de soporte en los tres tipos de brackets con 600x de zoom

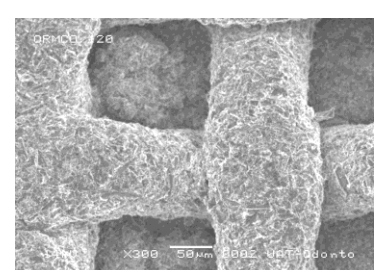
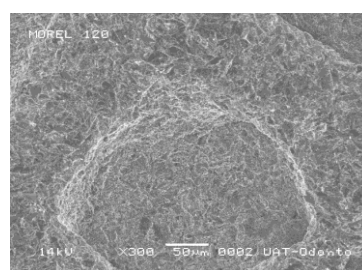
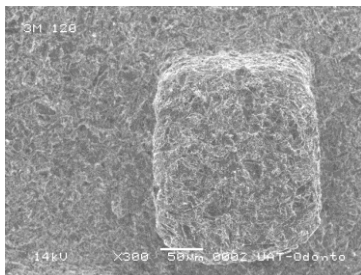
OXIDO DE ALUMINIO DE 120 μm .



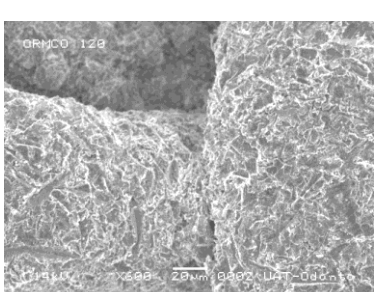
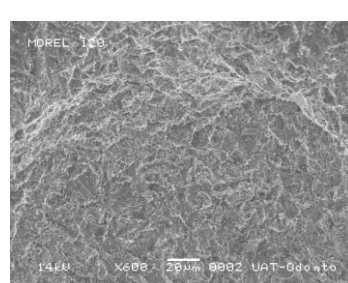
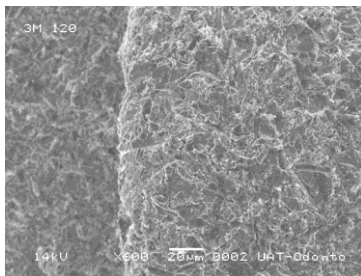
Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 30x de zoom



Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 100x de zoom

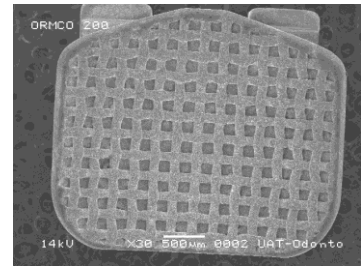
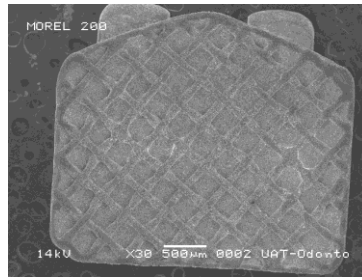
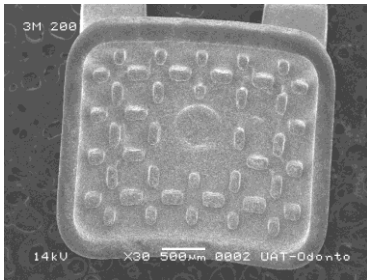


Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 300x de zoom

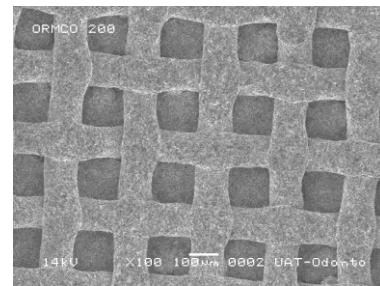
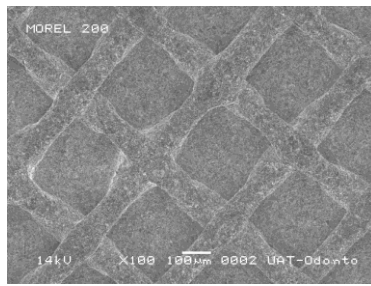
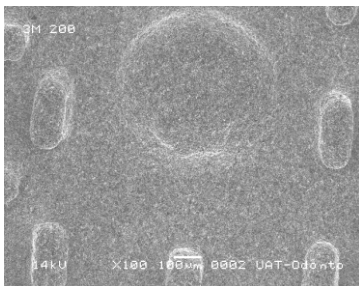


Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 600x de zoom

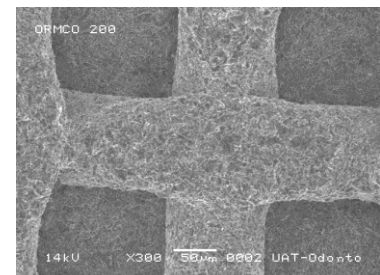
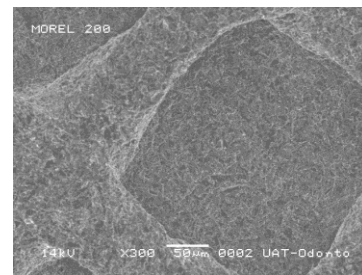
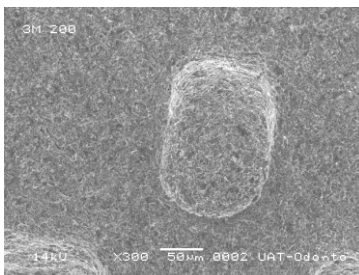
OXIDO DE ALUMINIO DE 200 μm .



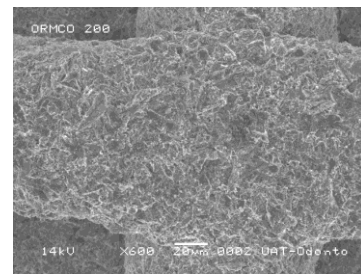
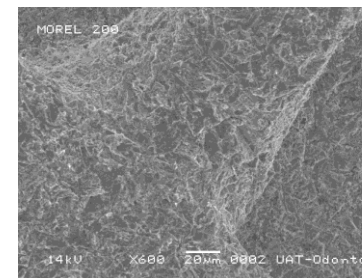
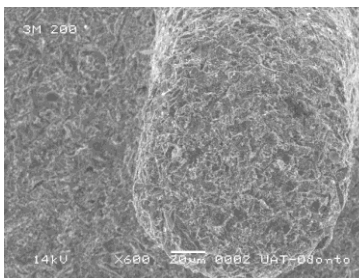
Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 30x de zoom



Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 100x de zoom

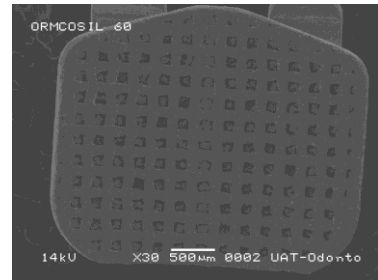
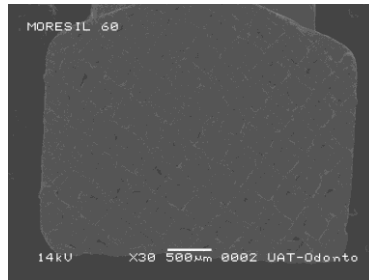
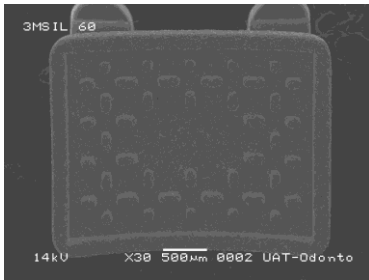


Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 300x de zoom

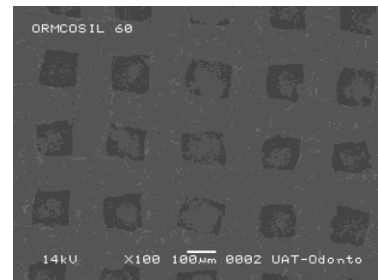
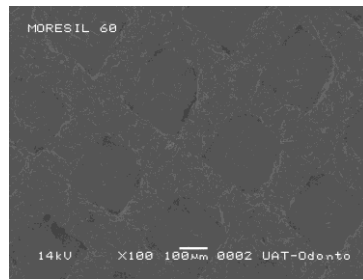


Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 600x de zoom

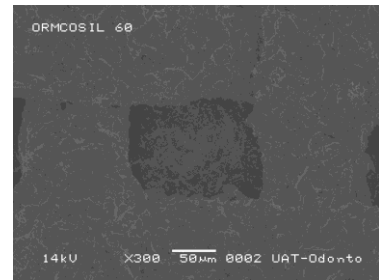
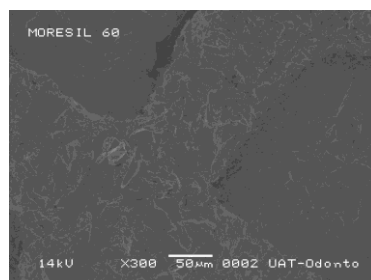
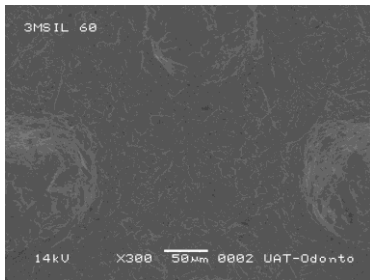
CARBURO DE SILICIO DE 60 μm .



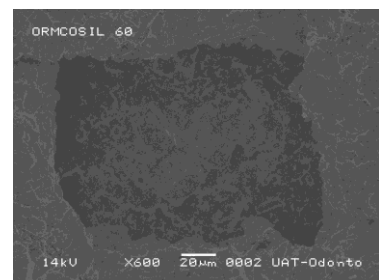
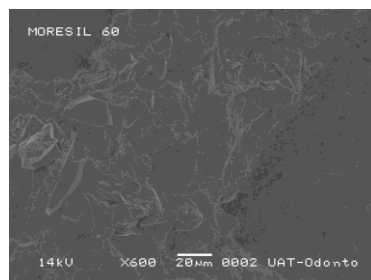
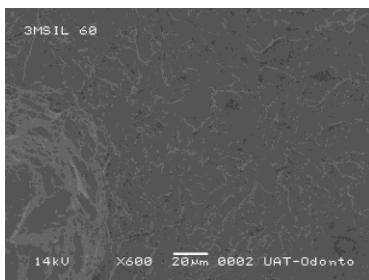
Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 30x de zoom



Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 100x de zoom

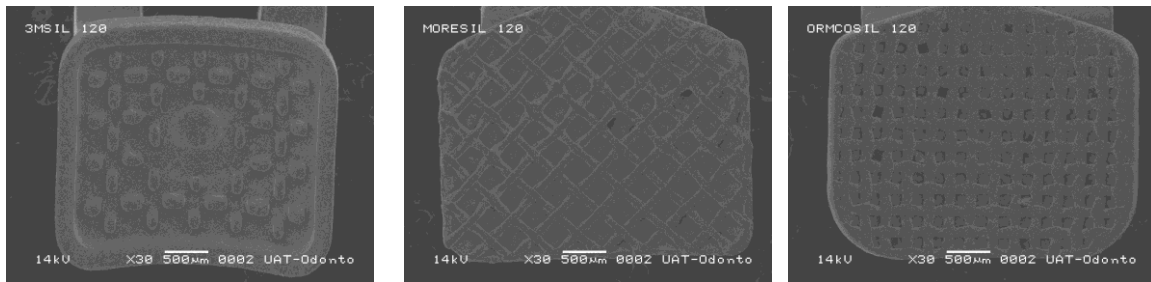


Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 300x de zoom

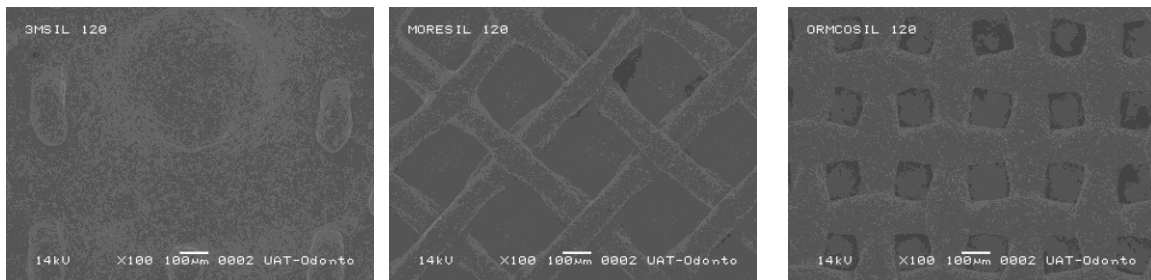


Vista representativa de la base en los tres tipos de brackets con 600x de zoom

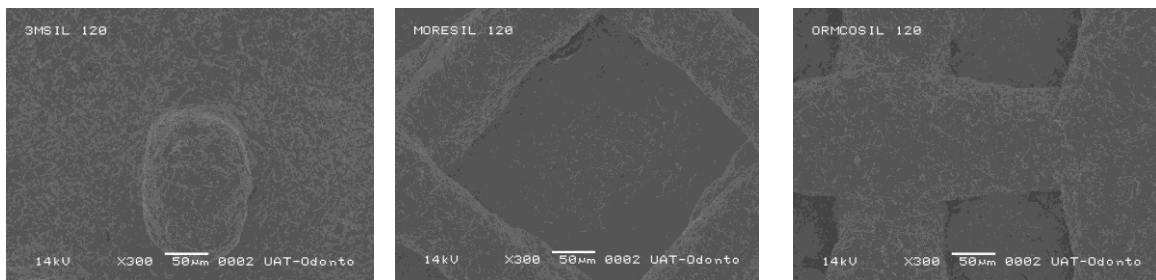
CARBURO DE SILICIO DE 120 μm .



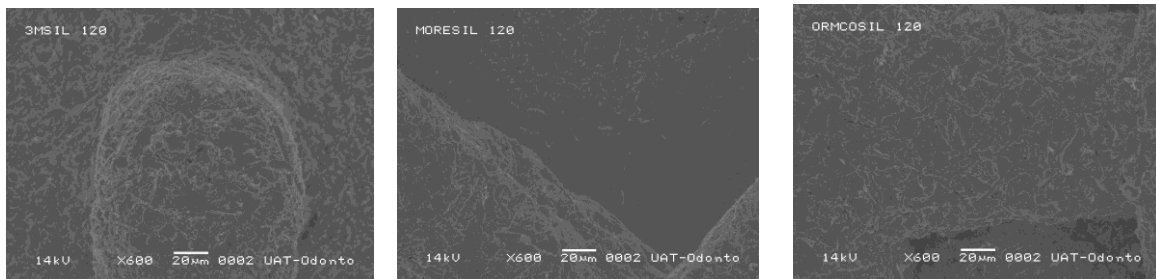
Vista representativa de la base de soporte en los tres tipos de brackets con 30x de zoom



Vista representativa de la base de soporte en los tres tipos de brackets con 100x de zoom



Vista representativa de la base de soporte en los tres tipos de brackets con 300x de zoom



Vista representativa de la base de soporte en los tres tipos de brackets con 600x de zoom.

Bibliografía

-
- 1- Wendl B, Muchitsch P, Pichelmayer M, Droschl H, Kern W. Comparative bond strength of new and reconditioned brackets and assessment of residual adhesive by light and electron microscopy. *Eur J Orthod.* 2011; 33:288-92.
 - 2- Willems G, Carels CE, Verbeke G. In vitro peel/shear bond strength evaluation of orthodontic bracket base design. *J Dent.* 1997;25:271-8.
 - 3- Sfondrini MF, Xheka E, Scribante A, Gandini P, Sfondrini G. Reconditioning of self-ligating brackets. *Angle Orthod.* 2012; 82:158-64.
 - 4- Zhang ZC, Giordano R, Shen T, Chou LL, Qian YF. Resistencia al cizallamiento de un soporte compuesto experimental. . *J Orofac Orthop* 2013; 74:319-31.
 - 5- Bounocore,HG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface. *J Dent Res.* 1955; 34:849-53.
 - 6- Newman, GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: Progress report. *Am J Orthodontics.* 1965; 51:901-6.
 - 7- Mizrahi E, Smih DC. Direct Cementation of Ortodhontics brackets to dental enamel, *Br Dent J.* 1969; 21; 127:371-5.

-
- 8- Miura F, Nakagawa K, Masuhara E. New direct bonding system for plastic brackets *Am.J.Orthodontics*. 1971;59: 350-6.
- 9- Zachrisson BU. Clinical experience with direct-bonded orthodontic retainers. *Am. J. Orthodontics* 1977; 71:440-8.
- 10- Millett D, McCabe JF, Gordon PH. The role of sandblasting on the retention of metallic brackets applied with glass ionomer cement. *Br J Orthod*. 1993; 20:117-22.
- 11- Wang WN, Lu TC. Bond strength with various etching times on young permanent teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1991;100:72-9.
- 12- Sheen DH, Wang WN, Tarng TH. Bond strength of younger and older permanent teeth with various etching times. *Angle Orthod*. 1993; 63:225-30.
- 13- Legler LR, Retief DH, Bradley EL. Effects of phosphoric acid concentration and etch duration on enamel depth of etch: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1990; 98:154-60.

14- Kinch AP, Taylor H, Warltier R, Oliver RG, Newcombe RG. A clinical trial comparing the failure rates of directly bonded brackets using etch times of 15 or 60 seconds. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1988; 94:476-83.

15- Johnston CD, Burden DJ, Hussey DL, Mitchell CA. Bonding to molars the effect of etch time (an in vitro study) *Eur J Orthod.* 1998; 20:195-9.

16- Kenneth J. *Ciencias de los Materiales Dentales de Phillips* ed macgraw hill 1996.

17- Artun J, Bergland. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid etch enamel pre-treatment. *Am J Orthod.* 1984;85:333-40.

18- Kenneth J Anusavice; Ralph W Phillip. *Phillips Ciencia de los materiales dentales. Adhesion de los tejidos dentarios.* Cap. 15:167-175.

19- Bovey FA, Kolthoff IM. Inhibition and retardation of vinyl polymerization. *Chew Rev* 1948;42:491-525.

20- Vazquez EJ. Estudio in vitro de la adhesión de brackets metálicos sobre el esmalte húmedo utilizando un primer hidrófilico tesis de la maestría en ortodoncia de la Univ. Autónoma de Tamaulipas Tam. México noviembre del 2000.

-
- 21- Littlewood SJ, Mitchell L, Greenwood DC, Bubb NL, Wood DJ. J Orthod. 2000;27:181-6.
- 22- Olio G. Bond strength testing what- does it mean? Int. Dent J. 1993;43: 429-38.
- 23- Gorelick L. Bonding the state of the art. A national survey. Am.J.Orthodontics 1979;13:39-45.
- 24- Belostoky L. Cure on touch” bonding with a preloaded bracket. Delivery system J. clinic of orthodontics 1982;16:450-6.
- 25- Minick GT, Oesterle LJ, Newman SM, Shellhart WC. Bracket bond strengths of new adhesive systems. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2009; 135:771-6.
- 26- Vicente A, Bravo LA. Evaluation of different flowable materials for bonding brackets. Am J Dent. 2009; 22:111-4.
- 27- Büyükyılmaz T, Zachrisson YO, Zachrisson BU. Improving orthodontic bonding to gold alloy. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995; 108:510-8.

28- Olsen ME, Bishara SE, Damon P, Jakobsen JR. Comparison of shear bond strength and surface structure between conventional acid etching and air-abrasion of human enamel. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;112:502-6.

29- Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Orthod.* 1975; 2:171-8.

30- Cacciafesta V, Sfondrini MF, Scribante A, Angelis M, Klersy C. Effect of blood contamination on shear bond strength of brackets bonded with a self-etching primer combined with a resin-modified glass ionomer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004;126:703-8.

31- Oonsombat C, Bishara SE, Ajlouni R. The effect of blood contamination on shear bond strength of orthodontic brackets with the use of a new self-etch primer. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 123:547-50.

32- Oncag G, Vehbi AT, Serif YT. Efectos de refrescos ácidos en la fuerza de cizallamiento de brackets de ortodoncia y una evaluación de escaneo de microscopia electrónica del esmalte. *Angle Orthod.* 2005; 75:243-9.

33- Cacciafesta V, Scribante A, Sfondrini FM, Baluga L, Klersy C. Use of a self-etching primer in combination with a resin-modified glass ionomer: effect of water

and saliva contamination on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124:420-6

34- Tecco S, Trainib T, Caputic S, Festad F, Lucae V. A new one-step dental flowable composite for ortodontic use: an in vitro band strength study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 75:672-77.

35- Ostby AW, Bishara SE, Laffoon J, Warren JJ. Influence of self-etchant application time on bracket shear bond strength. *Angle Orthod.* 2007; 77:885-9.

36- Canbek K, Karbach M, Gottschalk F, Erbe C, Wehrbein H. Evaluation of bovine and human teeth exposed to thermocycling for microleakage under bonded metal brackets. *J Orofac Orthop.* 2013; 74:102-112.

37- Ruyter IE, Oysead H. Conversion in defferent depths of ultraviolet and visible light activated composite materials. *Acta odontologica scand.* 1982; 40:179-84.

38- Yamamoto A, Yoshida A, Tsubota V, Takamizawa C, KuroKawa C, Miyazaki M. Orthodontic bracket bonding: enamel bond strengh vs time. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2006;130:435-6.

-
- 39- Oesterle LJ, Messersmith ML, Devine SM, Ness CF. Light and setting times of visible-light-cured Orthodontic adhesive. Clin orthod. 1995;29:31-6.
- 40- Evans LJ, Peters C, Flickinger C, Taloumis L, Dunn W. A comparison of shear bond strengths of orthodontic brackets using various light sources, light guides, and cure times. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2002; 121:510-5.
- 41- Black RB. Application and reevaluation of air abrasive technic. J Am Dent Assoc. 1955; 50:408-14.
- 42- Goldstein RE, Parkins FM. Air-abrasive technology; its new role in restorative dentistry. J.Am Dent Assoc.1994;125:551- 7.
- 43- Jassem HA, Retief DH, Jamison HC. Tensile and shear strengths of bonded and rebonded orthodontics attachment. Am. J. orthodontics.1981;79:661-8.
- 44- Harris AM, Joseph VP, Rossouw PE. Shear peel bond strengths of esthetic orthodontic brackets Am.J.Orthodontics Dentofacial Orthp.1992;102:215-9.
- 45- Cua G, Marshall R, Kudlick E, Eichmiller F. A comparison of bond strength of a new and used brackets. J Dent Res. 1995;74:141-5.

46- Faust JB, Grego GN, Fan PL, Power JM. Penetration coefficient, tensile strength, and bond strength of thirteen direct bonding orthodontic cements. *Am J Orthod.* 1978; 73:512-25.

47- Wright WL, Powes JM. In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets. *Am. J. Orthod.* 1985; 87:247-52.

48- Regan D, LeMasney B, van Noort R. The tensile bond strength of new and rebonded stainless steel orthodontic brackets. *Eur J Orthod.* 1993; 15:125-35.

49- Brauer GM, Termini DI. Bonding of bovine enamel to restorative resin: effect of pretreatment of enamel. *J Dent Res.* 1972; 51:151-60.

50- Leas TJ, Hondrum S. The effect of rebonding on the shear bond strength of orthodontic brackets—a comparison of two clinical techniques. Fort Meade, Maryland: U. S. Army Orthodontic Residency Program. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1993; 103: 200-201

51- Demas D, Rekow D, Thompson V, Gipe D. Bond strength of rebonded brackets following adhesive removal. *J Dent Res.* 1995;74:74 -9.

52- Johnston CD, Mcsherry PF. The effects of sandblasting on the bond strength of molar attachments-an in vitro study. Eur J. Orthod. 1999; 21:311-7.

53- Mcsherry PF. An in vitro evaluation of the tensile and shear strength of four adhesive used in orthodontics. Eur J Orthod. 1996; 18:319-27.

54- MacColl GA, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontics brackets base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases. Am j orthod. 1998; 113:276-81.

55- Canay S, Kocadereli I, Ak"ca E. The effect of enamel air abrasion on the retention of bonded metallic orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial orthop. 2000; 117:15-9.

56- Basudan AM, Al-Emran SE. The effects of in-office reconditioning on the morphology of slots and bases of stainless steel brackets and on the shear/peel bond strength. J Orthod. 2001; 28:231-6.

57- Montiel MA. Studio comparativo de un bracket reciclado bajo dos diferentes métodos. Tesis de maestría en ortodoncia Univ. Aut. de Tamaulipas Tampico Tamaulipas México noviembre 1997.

58- Reisner KR, Levitt HL, Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: a comparison between the use of a sandblaster and current techniques. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1997;111:366-73.

59- Zachrisson BU, Büyükyilmaz T. Recent advances in bonding to gold, amalgam and porcelain. *J Clin Orthod.* 1993; 27:661-75.

60- Sharma-Sayal SK, Rossouw PE, Kulkarni GV, Titley KC. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124:74-82.

61- Willems G, Carels CE, Verbeke G. In vitro peel/shear bond strength evaluation of orthodontic bracket base design. *J Dent.* 1997; 25:271-8.

62- Van Waveren Hogervorst WL, Feilzer AJ, Prah-Andersen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000; 117:20-6.

63- Wendl B, Muchitsch P, Pichelmayer M, Droschl H, Kern W. Comparative bond strength of new and reconditioned brackets and assessment of residual adhesive by light and electron microscopy. *Eur J Orthod.* 2011; 33:288-92.

64- Webster MJ, Nanda RS, Duncanson MG Jr, Khajotia SS, Sinha PK. The effect of saliva on shear bond strengths of hydrophilic bonding systems. *Am. J Orthod Dentofacial orthop.* 2001;119:54-8.

65- Chung CH, Friedman SD, Mante FK. Shear bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122:282-7.

66- Toroglu MS, Yaylali S. Effects of sandblasting and silica coating on the bond strength of rebonded mechanically retentive ceramic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2008; 134:181-7.

67- Ortiz A, Zapata R, Velásquez C, Delgado L, Sánchez F. Comparación de las fuerzas adhesivas de cizallamiento de brackets convencionales y brackets microarenados con partículas de óxido de titanio. *Rev. CES Odont.* 2008; 21:9-16.

68- Sorel O, Alam R, Chagneau F, Cathelineau G. Comparison of bond strength between simple foil mesh and laser-structured base retention brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122:260-6.

69- Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *Angle Orthodontic.* 2001; 71: 141-8.

70- Mattick CR, Hobson RS. Comparative micro-topographic study of the buccal enamel of different tooth types. *Am. J. of Orthodontics.* 2000; 27:143-8.

71- Newman GV, Sun BI, Ha JL, Ozsoylu SA. Adhesion promoters, their effects on the bond strength of metal brackets. *Am. J. of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1995; 108:237-241.

72- Ramírez SU, Rubio DM, Valencia FA, García E. Comparación del Esfuerzo a la Tracción de Brackets Arenados Mediante Óxido de Aluminio Nuevo y Reciclado con y sin Ultrasonido (estudio in vitro). *Acta odontol. Venez.* 2008 v.46:.(1)

73- Sonis AL. Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. *Am. J. of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 1996; 110:96-8.

74- Grabouski JK, Staley RN, Jakobsen JR. The effect of microetching on the bond strength of metal brackets when bonded to previously bonded teeth: an in vitro study. *Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1998; 114:452-460.

75- Sunna R. An ex vivo investigation into the bond strength of orthodontics brackets and adhesive systems. *Br J Orthod*. 1999; 26:47-50.

76- Siomka LV, Powers JM. In vitro bond strength of treated direct-bonding metal bases. *Am J Orthod*. 1985; 88:133-6.

77- Steffen M. Class II Correction Using the Herbst. The Damon Forum, PALM, Springs CA. Comunicación personal: Enero 2006.

78- Sharma-Sayal SK, Rossouw PE, Kulkarni GV, Titley KC. The influence of orthodontic bracket base design on shear bond strength. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2003; 124:74-82.

79- Matasa CG. Pros and cons of the reuse of direct-bonded appliances. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1989; 96:72-6.

80- Smith NR, Reynolds IR. A comparison of three bracket bases: an in vitro study. *Br J Orthod.* 1991;18:29-35.

81 Wheeler JJ, Ackerman RJ Jr. Bond strength of thermally recycled metal brackets. *Am J Orthod.* 1983; 83:181-6.

82- Arici S, Ozer M, Arici N, Gencer Y. Effects of sandblasting metal bracket base on the bond strength of a resin-modified glass ionomer cement: an in vitro study. *J Mater Sci Mater Med.* 2006; 17:253-8.

83- Bishara SE, Soliman MM, Oonsombat C, Laffoon JF, Ajlouni R. The effect of variation in mesh-base design on the shear bond strength of orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2004; 74:400-4.

84- Keizer S, Ten Cate JM, Arends J. Direct bonding of orthodontic brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1976; 69:318-327.

85- Hajrassie MK, Khier SE. In-vivo and in-vitro comparison of bond strengths of orthodontic brackets bonded to enamel and debonded at various times. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2007; 131:384-90.

86- Yassaei S, Aghili H, Khanpayeh E, Goldani Moghadam M. Comparison of shear bond strength of rebonded brackets with four methods of adhesive removal. *Lasers Med Sci.* 2013 Apr 9.

87- Garcidueñas SA, Vargas MP. Comparación de dos técnicas de reacondicionado de Brackets Metálicos mediante el índice de resina modificado. *Ortodoncia,ws revista latinoamericana de ortodoncia y odontopediatria* 9 de diciembre de 2008.

88- Halpern RM, Rouleau T. The effect of air abrasion preparation on the shear bond strength of an orthodontic bracket bonded to enamel. *Eur J Orthod.* 2010;32:224-7

89- Sunna S, Rock WP. Effect of sandblasting on the retention of orthodontic brackets: a controlled clinical trial. *J Orthod.* 2008;35:43-8.

90- Lugato IC, Pignatta LM, Arantes Fde M, Santos EC. Comparison of the shear bond strengths of conventional mesh bases and sandblasted orthodontic bracket bases. *Braz Oral Res.* 2009; 23:407-14.

91- Faltermeier A, Behr M. Effect of bracket base conditioning. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2009; 135:12.-5.

92- Atsü S, Çatalbaş B, Gelgör İE. Effects of silica coating and silane surface conditioning on the bond strength of rebonded metal and ceramic brackets. *J Appl Oral Sci.* 2011; 19:233-9.

93- Guan G, Takano-Yamamoto T, Miyamoto M, Yamashiro T, Noguchi H, Ishikawa K. An approach to enhance the interface adhesion between an orthodontic plastic bracket and adhesive. *Eur J Orthod.* 2001;23:425–432.

94- Halwai HK, Kamble RH, Hazarey PV, Gautam V. Evaluation and comparison of the shear bond strength of rebonded orthodontic brackets with air abrasion, flaming, and grinding techniques: An in vitro study. *Orthodontics (chic.).* 2012; 13:1-9.

95- Girish P, Dinesh U, Bhat CR, Shetty PC. Comparison of Shear Bond Strength of Metal Brackets Bonded to Porcelain Surface using Different Surface Conditioning Methods: An in vitro Study. *J. Contemp Dent Pract.* 2012; 13:487-93.

96- Suma S, Anita G, Chandra Shekar BR, Kallury A. The effect of air abrasion on the retention of metallic brackets bonded to fluorosed enamel surface. *Indian J Dent Res.* 2012; 23:230-5.

97- Mati M, Amm E, Bouserhal J, Bassil-Nassif N. Effects of buccal and lingual enamel sandblasting on shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a self-etching primer. *Int. Orthod.* 2012; 10:422-31.

98- Abu Alhaija ES, Abu AlReesh IA, AlWahadni AM. Factors affecting the shear bond strength of metal and ceramic brackets bonded to different ceramic surfaces. *Eur J Orthod.* 2010;32:274-80

99- Ishida K, Endo T, Shinkai K, Katoh Y. Shear bond strength of rebonded brackets after removal of adhesives with Er,Cr:YSGG laser. *Odontology.* 2011; 99:129-34.

100- Wendl B, Muchitsch P, Pichelmayer M, Droschl H, Kern W. Comparative bond strength of new and reconditioned brackets and assessment of residual adhesive by light and electron microscopy. *Eur J Orthod.* 2011; 33:288-92.

101- Quick AN, Harris AM, Joseph VP. Office reconditioning of stainless steel orthodontic attachments. *Eur J Orthod.* 2005; 27:231-6.

102- Nergiz I, Schmage P, Herrmann W, Ozcan M. Effect of alloy type and surface conditioning on roughness and bond strength of metal brackets. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2004; 125:42-50.

103- Tavares SW, Consani S, Nouer DF, Magnani MB, Nouer PR, Martins LM. Shear bond strength of new and recycled brackets to enamel. *Braz Dent J.* 2006; 17:44-8.

104- Balut N, Klapper L, Sandrik J, Bowman D. Variations in bracket placement in the preadjusted orthodontic appliance. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1992;102:62-7

105- Atsu SS, Kilicarslan MA, Kucukesmen HC, Aka PS. Effect of zirconium-oxide ceramic surface treatments on the bond strength to adhesive resin. *J Prosthet Dent.* 2006; 95:430-6.

106- Ozcan M. The use of chairside silica coating for different dental applications: a clinical report. *J Prosthet Dent.* 2002; 87:469-72.

107- Wei Y, Zhang Z, Ding N, Zheng D, Li H, Liu X. Improvement in Ti-porcelain bonding by SiO₂ modification of titanium surface through cast method. *Dent Mater J.* 2013; 32:564-71.

108- Edelhoff D, Marx R, Spiekermann H, Yildirim M. Clinical use of an intraoral silicoating technique. *J Esthet Restor Dent.* 2001; 13:350-6.

109- Aksu M, Kocadereli I. Influence of two different bracket base cleaning procedures on shear bond strength reliability. *J Contemp Dent Pract.* 2013; 14:250-4.

110- Sharma P, Valiathan A, Arora A, Agarwal S. A comparative evaluation of the retention of metallic brackets bonded with resin-modified glass ionomer cement under different enamel preparations: A pilot study. *Contemp Clin Dent.* 2013 Apr; 4(2):140-6.

111- Espinar E, Barrera JM, Llamas JM, Solano E, Rodríguez D, Gil FJ. Improvement in adhesion of the brackets to the tooth by sandblasting treatment. *J Mater Sci Mater Med.* 2012 Feb; 23(2):605-11.

112- Gutiérrez Pulido, H., & De La Vara Salazar. *Análisis y Diseño de Experimentos*, Segunda edición editorial México: McGraw-Hill Interamericana.