

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ORTODONCIA

**ESTUDIO IN VITRO DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS
METÁLICOS NUEVOS Y BRACKETS METÁLICOS CON ACONDICIONAMIENTO
REPETIDO CON TÉCNICA DE ARENADO ADHERIDOS A LA SUPERFICIE DENTAL**

Por:

Dr. Olmedo Aguilar Moreno

8-763-2079

Tesis de Maestría

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2018

DEDICATORIA

Dedico.

A mis padres:

Olmedo y Velkis,

a mis hermanas, mi abuelita Charito

y a mi amor.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco en primer lugar a Dios, por permitirme avanzar en este enorme camino y vivir esta maravillosa experiencia. A mis profesores por compartir sus conocimientos día a día.

Especialmente a:

Doctor Antonio Finlayson por su apoyo, asesoría y docencia.

Doctora Auriestela Orozco por su asesoría y docencia.

Doctora Rita Esposito por su asesoría y docencia

Doctor José Nuñez por su asesoría y docencia.

A mi familia por todo su amor y apoyo brindado.

A todos mis compañeros, por todo el apoyo incondicional y amistad brindada a lo largo de este tiempo.

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE TABLAS.....	vii
LISTA DE GRAFICAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
1. CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Campo temático de la investigación.....	6
1.2. Antecedentes.....	7
1.3. Formulación y planteamiento del problema.....	13
1.4. Variables de la investigación.....	14
1.4.1. Fuerza de adhesión.....	14
1.4.2. <i>Bracket</i> metálico nuevo.....	14
1.4.3. <i>Bracket</i> metálico acondicionado con técnica de arenado.....	15
1.5. Objetivos.....	15
1.5.1. General.....	15
1.5.2. Específicos.....	15
1.6. Hipótesis central de la investigación.....	16
1.7. Alcances y limitaciones.....	16
1.8. Justificación.....	17
2. CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	19
2.1. Cementación directa en Ortodoncia.....	20
2.2. Fuerza de Adhesión en Ortodoncia.....	26
2.3. Evaluación de <i>brackets</i> sometidos a un tipo de acondicionamiento.....	30
2.4. Comparación entre tipos de acondicionamientos.....	38
2.5. Acondicionamiento de <i>brackets</i> con técnica de arenado de óxido de aluminio.....	46
2.6. Acondicionamiento repetido de <i>brackets</i>.....	50
2.6.1. Acondicionamiento repetido de <i>brackets</i> con técnica de arenado de óxido de aluminio.....	53
3. CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	57
3.1. Tipo y técnica de investigación.....	58
3.2. Operacionalización.....	58
3.2.1. Etapa 1: Selección de brackets y dientes.....	58
3.2.2. Etapa 2: Recolección de la muestra.....	59
3.2.3. Etapa 3: Medición de las variables.....	59
3.3. Variables de la investigación estudio.....	59
3.3.1. Fuerza de Adhesión.....	59
3.3.2. <i>Bracket</i> metálico nuevo.....	60
3.3.2. <i>Bracket</i> metálico acondicionado con técnica de arenado.....	60
3.4. Hipótesis.....	61
3.5. Sujetos de la investigación.....	62
3.5.1. Criterios de inclusión.....	62
3.5.2. Criterios de exclusión.....	63
3.6. Recolección de los datos.....	63

3.7. Instrumento de investigación.....	73
3.8. Análisis de los datos.....	74
4. CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS.....	76
4.1. Análisis descriptivo de los datos.....	77
4.2. Comprobación de las hipótesis.....	80
5. CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
5.1. Discusión.....	91
5.2. Conclusiones.....	95
5.3. Recomendaciones.....	97
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
7. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....	106
8. ANEXOS.....	108

LISTA DE TABLAS

<i>Tabla 1</i> – Medidas descriptivas de la fuerza de adhesión de los brackets, según grupo control y los diferentes acondicionamientos: noviembre 2017.....	72
<i>Tabla 2</i> – Pruebas de normalidad.....	76
<i>Tabla 3</i> – Prueba de homogeneidad de varianzas.....	76
<i>Tabla 4</i> – Anova.....	77
<i>Tabla 5</i> – Comparaciones múltiples prueba de Dunnett.....	78
<i>Tabla 6</i> – Comparaciones múltiples prueba DMS o Fisher.....	81

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfica 1</i> – Media y desviación estándar de la fuerza de adhesión de los brackets en grupo control y los diferentes acondicionamientos: noviembre 2017	73
<i>Gráfica 2</i> – Máximo y mínimo de la fuerza de adhesión de los brackets en el grupo control y los diferentes acondicionamientos: noviembre 2017.....	73
<i>Gráfica 3</i> – Intervalo de fuerza de adhesión vs acondicionamientos.....	74
<i>Gráfica 4</i> – Dunnett simultaneo 95% cis.....	79
<i>Gráfica 5</i> – Fisher individual 95% cis.....	82

LISTA DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Grabado con gel de ácido fosfórico al 37% de superficie vestibular del diente.....	64
<i>Figura 2.</i> Superficie vestibular del diente grabada y seca.....	65
<i>Figura 3.</i> Aplicación de adhesivo sobre la superficie vestibular del diente.....	66
<i>Figura 4.</i> Aplicación de resina a la base del <i>bracket</i> nuevo.....	66
<i>Figura 5.</i> Ajuste la posición del <i>bracket</i> a 4 mm del vértice cuspidado con la ayuda de un calibrador de <i>brackets</i>	66
<i>Figura 6.</i> Fotopolimerización del <i>bracket</i> con una lámpara de luz LED.....	67
<i>Figura 7.</i> Colocación de diente sobre anillo de polipropileno.....	67
<i>Figura 8.</i> Vaciado de acrílico dentro de anillo de polipropileno.....	68
<i>Figura 9.</i> Retiro de base acrílica fraguada.....	68
<i>Figura 10.</i> Almacenamiento de bases acrílicas en suero fisiológico.....	70
<i>Figura 11.</i> Máquina universal de fuerzas Instron modelo 5567 año 2005.....	70
<i>Figura 12.</i> Prueba de cizallamiento.....	71
<i>Figura 13.</i> Programación de velocidad de máquina Instron.....	72
<i>Figura 14.</i> Medición de la distancia entre la base del <i>bracket</i> y la punta del arenador.....	72
<i>Figura 15.</i> Regulación de la presión de aire del arenador utilizado.....	72

RESUMEN

El propósito de esta investigación fue comparar la fuerza de adhesión de brackets metálicos nuevos y brackets metálicos con acondicionamiento repetido con técnica de arenado aherridos a la superficie dental. Se utilizaron 60 premolares humanos y 10 brackets de premolares inferiores modelo Gemini, Unitek 3M que se dividieron en 6 grupos de 10 dientes cada uno. Los brackets fueron cementados a la superficie vestibular de los premolares del grupo control y fueron sometidos a una prueba de cizallamiento para medir la fuerza de adhesión inicial. Luego, los brackets fueron sometidos a un arenado de óxido de aluminio de 50 μm para remover los restos de resina remanente de la base del bracket. Estos brackets fueron cementados nuevamente en la superficie vestibular de los dientes del grupo de acondicionado y se procedió a hacer una nueva prueba de cizallamiento. Este proceso se repitió 4 veces más.

El programa StatCalc de Epi-Info 7, realizó una estadística descriptiva de todas las variables, una estadística analítica para la comparación de variables cuantitativas calculando el coeficiente de correlación de Pearson, tomando como consideración un nivel mínimo de significancia de $p < 0.05$. La fuerza de adhesión de brackets metálicos acondicionado A1, A2 y A3 fue menor que la de los brackets metálicos nuevo, pero sin diferencia estadísticamente significativa. Hubo diferencia estadísticamente significativa de la fuerza de adhesión entre brackets metálicos nuevos y brackets metálicos acondicionados con cinco arenados de óxido de aluminio. El acondicionamiento repetido con arenado de óxido de aluminio disminuye la fuerza de adhesión de brackets metálicos a la superficie dental. Por lo tanto, los datos evidencian que hay una relación inversa entre la fuerza de adhesión y la cantidad de acondicionamientos, es decir, a medida que aumentan la cantidad de acondicionamientos disminuye la fuerza de adhesión de los brackets, con un nivel de significación de 0.05. Cabe destacar, que la magnitud de esta relación (0.267) es baja, pero estadísticamente significativa.

PALABRAS CLAVES: *bracket*, fuerza de adhesión, acondicionamiento, arenado, óxido de aluminio, repetido.

ABSTRACT

The purpose of this investigation was to compare the adhesion resistance of new metal brackets and metal brackets conditioned to the dental surface. Sixty human premolars and 10 brackets of lower premolars model Gemini, Unitek 3M were used and were distributed in 10 groups of 6 teeth each. The brackets were cemented to the vestibular surface of the premolars of the control group and subjected to a shear test to measure their initial adhesion strength. Then the brackets were subjected to a 50 μm aluminum oxide sandblasting to remove the remaining resin from the base of the bracket. These brackets were cemented again on the vestibular surface of a premolar of the conditioning group and a new shear test was carried out. This process was repeated 4 more times.

The StatCalc program of Epi-Info 7, made a descriptive statistic of all the variables, an analytical statistic for the comparison of quantitative variables calculating the Pearson correlation coefficient, taking as a consideration a minimum level of significance of $p < 0.05$. The adhesion strength of metallic brackets conditioned with 1, 3, and 4 sandblasts of aluminum oxide was lower than that of the new metal brackets but without statistically significant difference. There was a statistically significant difference in the adhesion strength between new metal brackets and metal brackets fitted with five aluminum oxide sandblasts. The repeated conditioning with sandblasting of aluminum oxide decreases the adhesion resistance of metal brackets to the tooth surface. Therefore, the data show that there is an inverse relationship between the adhesion strength and the quantity of conditioning, that is to say, as the quantity of conditioning increases, the resistance of the bonding of the brackets decreases, with a level of significance of 0.05. It should be noted that the magnitude of this relationship (0.267) is low, but statistically significant.

KEY WORDS: bracket, adhesion resistance, conditioning, aluminum oxide, repeated.

CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

La Ortodoncia es la rama de la Odontología, responsable de la supervisión del crecimiento cráneo-facial, el desarrollo de la dentición y la oclusión, encargado del diagnóstico, intercepción y tratamiento de las anomalías oclusales. (Moyers, 1958)

Proffit en 1986, definió el objetivo de la Ortodoncia como la obtención de óptimos contactos proximales y oclusales de los dientes en un marco de función normal, estética dento-facial, autoimagen aceptables y estabilidad razonable.

Para conseguir los movimientos requeridos y alcanzar los objetivos durante la terapia ortodóntica, el ortodoncista requiere un método fiable de unión al tejido dental.

Los primeros sistemas de unión consistían en *brackets* soldados a bandas adheridas al esmalte con cemento de fosfato de zinc. La técnica de cementación directa de accesorios ortodónticos a las superficies de los dientes se hizo posible a partir del estudio de Buonocore (1955), que mostró que era posible la existencia de una unión mecánica significativamente más fuerte entre las superficies del esmalte y el material restaurador, cuando el esmalte era acondicionado con una solución de ácido fosfórico al 85% durante 30 segundos.

Newman (1965), empleó la técnica adhesiva, acondicionando el esmalte y una mejor adherencia mecánica de los *brackets* ortodónticos, perfeccionando así la instalación de los aparatos ortodónticos y revolucionando esa práctica en la ortodoncia.

Los aparatos de ortodoncia pueden ser cementados con sistemas de autocurado y de fotocurado. Los sistemas de autocurado se polimerizan por una reacción química y pueden ser de dos tipos: sin mezcla y mezcla de dos pastas. Los cementos de fotocurado se polimerizan debido a una reacción entre el catalizador en el adhesivo y el fotón emitido por la fuente de fotopolimerización. (Gange 2007)

Aunque los avances de adhesión han permitido adherir satisfactoriamente la aparatología ortodóntica en la superficie del esmalte, las fallas de adhesión y el descementado de *brackets* es de alta frecuencia. Esto puede deberse a fuerzas biomecánicas y/o masticatorias, poca retención de la base del *bracket*, el sistema adhesivo utilizado o falla en la técnica de adhesión. (Luque et al, 2008)

El mecanismo de retención entre los dientes y los *brackets* depende principalmente del tallado en la malla de los *brackets*, que facilitan al adhesivo a fluir en las ranuras. (Bahnasi et al, 2013)

Frente a un *bracket* descementado, el ortodoncista puede optar por volver a adherir el mismo *bracket* o adherir uno nuevo. Una de las controversias que enfrentan los clínicos es si recementando el mismo *bracket* se proporcionará una fuerza de adhesión suficiente.

Reynolds (1975) y Keizer, “et al.”, (1976), sugieren que la adhesión clínica exitosa puede ser lograda con una fuerza de adhesión de 5.8-7.9 MPa. Pickett, “et al.”, (2001) 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, descementar el *bracket* sin dañar el esmalte dental, esto último puede ocurrir cuando la fuerza de adhesión supera los 14 MPa.

Existen varios métodos de acondicionamiento comercial de *brackets*, pero estos no son prácticos para realizar en el consultorio dental. Como resultado, se han introducido varios métodos de acondicionamiento de *brackets* en el consultorio dental.

Se ha encontrado en estudios in vitro que las fuerzas de adhesión de los *brackets* acondicionados son significativamente más bajas que la de los *brackets* nuevos cuando se usó una piedra verde para eliminar la capa superficial de la resina residual en la base del *bracket*. También se encontró que el calentamiento del *bracket* con llamas para eliminar la resina remanente en la base del *bracket* disminuye la fuerza de adhesión dramáticamente. (Regan, “et al.”, 1993); (Egan, “et al.” 1996)

Por el contrario, cuando se evaluó la técnica de arenado, se encontró que el arenado podía aumentar la fuerza de adhesión. (Sonis, 1996, Millet, “et al.”, 1993); (MacColl, “et al.”, 1998 y Grabouski, “et al.”, 1998)

Además, Quick, “et al.”, en 2005, intentaron encontrar un método en el consultorio dental rápido para acondicionar los *brackets* y descubrieron que la técnica de arenado proporcionaba la forma más simple y eficiente.

Sin embargo, hasta la fecha, se ha investigado muy poco la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos sometidos a acondicionamiento repetido con técnica de arenado.

La presente investigación lleva por título: " Estudio *In Vitro* de la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos con acondicionamiento repetido con técnica de arenado adheridos a la superficie dental"

La presente investigación se desarrolló a través de cinco capítulos.

El primer capítulo, contiene la introducción, en donde se describe brevemente el tema, dando referencias de los antecedentes que respaldaron la investigación y la justificación que sustentó la ejecución de la misma; así como el planteamiento del problema y las variables a estudiar. También se plantearon las hipótesis y los objetivos generales y específicos que se propusieron para el logro de esta investigación.

El segundo capítulo, consta de la revisión de la literatura, la cual contiene toda la base científica relacionada con el tema.

El tercer capítulo, se refiere a la metodología de la investigación que se utilizó y que describe con detalle el tipo de investigación, la técnica, el instrumento, así como la población y muestra.

El cuarto capítulo, corresponde al análisis y discusión de los resultados obtenidos en la investigación.

Las conclusiones y recomendaciones a las que se llegó se describen en el quinto capítulo.

Por último, se enumera la revisión bibliográfica a través de la cual se obtuvo la información científica para el desarrollo de esta tesis.

1.1 . Campo temático de la investigación

Desde que Buonocore (1955), introdujo la técnica de grabado ácido, el concepto de adhesión comenzó a ser aplicado en todo el campo de la odontología. A diferencia de la odontología restauradora que busca fuerzas de adhesión lo más duraderas posible, la adhesión en ortodoncia es concebida en un periodo de tiempo, ya que los aditamentos como *brackets* deben permanecer adheridos a los dientes, mientras dure el tratamiento ortodóntico.

El desprendimiento de *brackets* ha sido uno de los problemas que se presentan en los tratamientos de ortodoncia, por lo cual es fundamental la unión del *bracket* al esmalte dental sin ningún defecto en la adhesión de las dos superficies.

Uno de los factores que determina esta fuerza de adhesión es el estado en que se encuentre la base del *bracket*, especialmente, si estos *brackets* son reutilizados.

Varios métodos de acondicionamiento de *brackets* descementados se han descrito en la literatura. Uno de ellos es el arenado con óxido de aluminio de diferentes diámetros.

Estudios han reportado que el arenado de la base de los *brackets*, aumenta en gran medida la superficie retentiva, lo que produce una reducción significativa en la probabilidad de falla frente a *brackets* no arenados.

La posibilidad de que esta técnica de acondicionamiento produzca una disminución en la fuerza de adhesión es objeto de estudio por parte de algunos

investigadores, pero existen pocos estudios que describan el uso repetitivo de esta técnica y su relación con la fuerza de adhesión.

1.2 . Antecedentes

Sonis (1996), comparó in vitro la resistencia a la tracción de *brackets* de metal previamente descementados (grupo experimental) sometidos a arenado con *brackets* de metal nuevos sin tratamiento (grupo control). Adicionalmente, muestras representativas de ambos grupos fueron examinadas bajo un microscopio electrónico de barrido. No se encontró diferencia significativa en la resistencia a la tracción entre ambos grupos. El examen bajo microscopio electrónico reveló una superficie de malla áspera con residuos de material adhesivo en la base del *bracket*.

Basudan y Al-Emran (2001), compararon in vivo el efecto de cinco métodos de acondicionamiento de *brackets* en el consultorio sobre: (1) el ancho de la ranura del *bracket* y mediciones de la distancia entre las alas, (2) la apariencia de la bases bajo microscopio electrónico de barrido, (3) la resistencia a la tracción. Utilizaron 125, *brackets* que fueron cementados y divididos en 5 grupos experimentales y acondicionados con los siguientes métodos: (Grupo 2) desgaste de remanente de resina con piedra verde, (Grupo 3) arenado, (Grupo 4) flameado directo, (Grupo 5) uso de la máquina Big Jane y (Grupo 6) aplicación del método de Buchman. Ellos reportaron diferencia estadística, pero no clínica de las dimensiones de los *brackets* del grupo 4, reducción del 28% de la resistencia a la tracción del grupo 2, la estructura de la base se mantuvo, pero la cantidad de remante de adhesivo varió entre los grupos.

Quick, “et al.”, (2005), determinaron un método simple y efectivo de acondicionamiento de *brackets* metálicos de ortodoncia en el consultorio. Utilizaron 4 métodos para acondicionar el *bracket*: (1) arenado, (2) limpieza ultrasónica, (3) limpieza ultrasónica seguida de tratamiento con agente silano, (4) recementado sin ningún tratamiento previo. Los dos grupos restantes, en uno los remanentes de resina fueron removidos con piedra verde y en el otro fueron arenados y luego recementados y se midió nuevamente la resistencia a la tracción. Los resultados indicaron que el arenado era el método más efectivo de remoción de remanente de resina sin un cambio significativo en la resistencia a la tracción comparado con *brackets* nuevos.

Ramírez Sánchez, “et al.”, (2008), compararon la resistencia a la tracción de *brackets* arenados con óxido de aluminio, *brackets* nuevos y *brackets* reutilizados, con y sin ultrasonido. Se incluyeron 80 primeros y segundos premolares divididos aleatoriamente en 5 grupos de 16 premolares: (C) *brackets* nuevos, (AN) *brackets* nuevo arenado con óxido de aluminio, (AN+U) nuevo arenado con óxido de aluminio más ultrasonido, (AR) arenado reciclado y (AR+U) arenado reciclado más ultrasonido. La cementación se realizó con el mismo tipo de *brackets* y resina; la medición de la resistencia a la tracción se realizó mediante máquina Instron. Se evidenció que los *brackets* AN aumentaron la resistencia a la tracción y esta se incrementó con el baño ultrasónico. Los *brackets* AR disminuyeron su resistencia de tracción considerablemente, pero con ultrasonido mostraron valores cercanos al grupo C. La prueba t-student demostró que los grupos C vs. AN, AN vs. AN+U, y C vs. AR+U no tuvieron diferencias significativas. En cambio los grupos C vs. AN+U, C vs. AR, AN

vs. AR, AN vs. AR+U, AN+U vs. AR+U mostraron diferencias significativas ($p < 0.05$).

Luque, “et al.”, (2008), quisieron determinar la variación de la resistencia a la tracción *in vitro* de *brackets* acondicionados con las técnicas de flameado, arenado y de *brackets* nuevos. Se utilizaron 60 premolares sanos extraídos por indicación ortodóntica que fueron agrupados aleatoriamente en 3 grupos: grupo I: *brackets* acondicionados con técnica de arenado; grupo II: *brackets* acondicionados con técnica de flameado y grupo III: *brackets* nuevos como control. Todos los *brackets* fueron adheridos con resina de autopolimerizado No Mix (Prime Dental Manufacturing INC). Inicialmente, los *brackets* nuevos fueron adheridos a todos los grupos para determinar la fuerza de adhesión inicial (primera prueba de tracción); luego fueron sometidos hasta tres pruebas más, utilizando una máquina universal de fuerzas. Los resultados mostraron que la fuerza de adhesión disminuyó en todos los grupos conforme al número de pruebas de tracción; sin embargo, los *brackets* arenados mostraron significativamente mayor fuerza de adhesión que los *brackets* flameados y nuevos. Aparentemente en la cuarta prueba de tracción se produjo un estrés máximo de la estructura del esmalte y, en consecuencia, la retención de la base de los *brackets* dejó de ser relevante.

Lunardi, “et al.”, (2008), evaluaron el efecto de dos procedimientos de reutilización consecutivos en la resistencia a la tracción de diferentes adhesivos de ortodoncia. Los *brackets* metálicos se cementaron a las superficies vestibulares de los 40 incisivos, utilizando los siguientes materiales de unión: Concise (grupo I),

Transbond XT (grupo II), Intelligent Bond (grupo III) y Fuji Ortho (grupo IV). Los dientes se almacenaron en agua a 37 ° C durante 24 horas, termociclados entre 5 y 55 ° C, y descementados, utilizando una máquina Instron a una velocidad de 0,5 mm/min. En todos los grupos, los *brackets* se descementaron y recementaron después del acondicionamiento con arenado de óxido de aluminio de 50µm. Después de la segunda recolección de las resistencias a la tracción, el procedimiento de acondicionamiento, el recementado y la prueba de resistencia de unión se repitieron. Los resultados mostraron que el acondicionamiento repetido no interfirió en la retención de los *brackets*, independientemente del adhesivo utilizado. Los valores de resistencia a la tracción más altos se obtuvieron con Transbond XT, independiente del procedimiento de acondicionamiento.

Wendl, “et al.” (2011), compararon sistemáticamente procesos especiales de acondicionamiento de *brackets* y arenado con pruebas de resistencia a la tracción de *brackets* nuevos, recementados y acondicionados (n=160) utilizando adhesivos foto y autocurables. La fuerza media de adhesión de los *brackets* acondicionados, era en cada caso, menor que la de nuevos, con el valor más bajo obtenido con *brackets* arenados. Sin embargo, esto supera el valor mínimo recomendado que es de 5 a 8 MPa. La fuerza de adhesión fue generalmente mayor con el adhesivo químico que con el adhesivo fotopolimerizable. Consistente con esto, los resultados del índice de adhesivo remanente (ARI) demostraron una mejor unión a la base de *bracket* con el adhesivo químico que con el adhesivo fotopolimerizable.

Khosravanifard, “et al.”, (2011), evaluaron el efecto de tres métodos de eliminación de resina sobre la resistencia a la tracción (RT) de *brackets* ortodóncicos y en la superficie del esmalte bajo estéreomicroscopía electrónica, utilizando dos tipos de *brackets*. Se utilizaron 70, premolares recién extraídos, fueron distribuidos al azar en tres grupos experimentales (n = 20) y un control (n = 10). Los *brackets* metálicos en los grupos experimentales fueron descementados y el índice de adhesivo remanente (ARI) se anotó en una magnificación de 10x. Los adhesivos residuales, se eliminaron mediante tres métodos diferentes: (1) fresa de carburo de tungsteno (FCT) en alta velocidad, (2) FCT en baja velocidad, y (3) arenado. Los premolares experimentales, se cementaron con *brackets* nuevos y acondicionados (Al2 O3 de 50 µm a 90 PSI). Todas las muestras fueron sometidas a termociclado (3000 ciclos, 5 – 55 °C, tiempo de permanencia = 30s, y el tiempo de transferencia = 15s); y se despegaron utilizando una máquina universal de pruebas con velocidad de 1 mm/min, y la RT, fue medido en los grupos experimentales y el control. El ARI, fue re-anotado. No observaron una diferencia significativa en la resistencia a la tracción de los 7 grupos (p = 0,411). No se encontraron diferencias significativas entre los métodos de eliminación de resina (P = 0,400), tipos de *brackets* (P = 0,713), y la interacción de ambos (P = 0,224).

Bahnasi, “et al.”, (2013), compararon resistencia a la tracción (RT) de *brackets* ortodóncicos de acero inoxidable nuevo, acondicionados y reacondicionados con y sin imprimación de la base del *bracket*. Ellos utilizaron 120, premolares humanos extraídos y 120 *brackets* de acero inoxidable de premolares. Fueron divididos en seis grupos de 20 dientes cada uno. Los *brackets* de cuatro grupos fueron arenados con

óxido de aluminio de 50µm y la mitad de ellos fueron acondicionados por segunda vez. Primer adhesivo fotocurable de ortodoncia se aplicó a la mitad de los *brackets* totales. Resina de fotocurado se aplicó a todos los *brackets* y se polimerizaron. Los grupos del 1 al 6 fueron sometidos a una fuerza de tracción media hora después con una máquina universal de prueba (Shimadzu trapecio X) para simular como se hace clínicamente hasta que el *bracket* se descementara. Los resultados de este estudio demostraron que la media de RT de todos los grupos eran más que la recomendada por Reynolds en 1975, no hubo diferencia significativa entre los *brackets* nuevos y acondicionados. Solo un grupo (acondicionado repetido sin adhesivo) tuvo una RT significativamente, más bajo.

Aksu M y Kocadereli (2013), investigaron si la resistencia a la tracción de los *brackets* cambiaba después de aplicarle dos procedimientos distintos de remoción de remanentes de resina y si la superficie ya adherida de los dientes tenía algún efecto sobre la resistencia a la tracción. Los resultados fueron que la resistencia a la tracción de los *brackets* recementados después de aplicarles arenado no era significativamente diferente de los *brackets* nuevos, mientras que la resistencia a la tracción de los *brackets*, luego de la remoción de remanente de resina con fresas de carburo disminuyó, significativamente. También, encontraron que la superficie dental con remanente de resina no afectaba la resistencia a la tracción significativamente.

1.3 . Formulación y planteamiento del problema

Un inconveniente que el ortodoncista enfrenta durante su práctica es el descementado o caída de los *brackets*. Ante este escenario, acondicionar, la base del *bracket* es una de las alternativas. El proceso de acondicionamiento consiste, básicamente, en la eliminación de restos de agente de unión de la base del *bracket*, permitiendo así su reutilización sin causar daño a la malla y preservar sus características retentivas. (MacColl, “et al.”, 1998)

Los métodos más utilizados para acondicionar el *bracket* descementado son los del tipo inmediato realizado en el mismo consultorio. (Luque, “et al.”, 2008)

El acondicionamiento inmediato de *brackets* descementados, se puede realizar mediante el esmerilado con piedra de carburo de silicio, el flameado con mechero o el arenado con óxido de aluminio.

El arenado con óxido de aluminio puede mejorar la unión del *bracket* a la estructura dental produciendo retención micromecánica en la superficie de la base del mismo. Este proceso aumenta el área de unión para el adhesivo, debido a la microrugosidad de la malla del *bracket*. (Lunardi, “et al.”, 2008).

Tavarez, “et al.”, (2003), demostraron que los *brackets* acondicionados con arenado con óxido de aluminio tenían una fuerza de adhesión similar a los *brackets* nuevos. Además, los valores de fuerza de adhesión obtenidos después de este procedimiento de acondicionamiento fueron consistentemente más altos que los

obtenidos por un proceso industrial en una empresa especializada y los obtenidos por desgaste de resina remanente con piedras de carburo de silicio.

En la práctica clínica diaria es muy común que el *bracket* se desprenda más de una vez, lo que hace mucho más crítico volver adherir el mismo *bracket*. De ahí que, para cumplir con los objetivos del tratamiento y evitar nuevas fallas estos *brackets* deben garantizar una adecuada fuerza de adhesión.

Con esta investigación, se desea conocer si el acondicionamiento repetido de *brackets* metálicos disminuye la fuerza de adhesión de los mismos. Debido a esto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿El acondicionamiento repetido de *brackets* metálicos con técnica de arenado disminuye la fuerza de adhesión a la superficie dental?

1.4 . Variables de la investigación

A continuación se desarrollarán las variables que engloban la presente investigación:

1.4.1. Fuerza de adhesión

El Farlex Partner Medical Dictionary la define como la cantidad de adherencia entre el agente de unión y la superficie del diente.

1.4.2. *Bracket* metálico nuevo

Bracket metálico en su empaque original, sin ningún tipo de acondicionamiento previo.

1.4.3. *Bracket* metálico acondicionado con técnica de arenado

Bracket metálico descementado, que es acondicionado mediante la remoción de restos de adhesivo de la base del mismo, por técnica de arenado de óxido de aluminio.

1.5 . Objetivos

1.5.1 **Objetivo general**

Comparar la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos con acondicionamientos repetidos, con técnica de arenado sobre la superficie dental.

1.5.2 **Objetivos específicos**

1. Determinar la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos.
2. Medir la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos con un acondicionamiento con técnica de arenado.
3. Estimar la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos con dos acondicionamientos con técnica de arenado.
4. Calcular la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos con tres acondicionamientos con técnica de arenado.
5. Definir la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos con cuatro acondicionamientos con técnica de arenado.

6. Registrar la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos con cinco acondicionamientos con técnica de arenado.
7. Identificar diferencias entre la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos acondicionados con técnica de arenado.
8. Relacionar la fuerza de adhesión con el número de acondicionamientos.

1.6 Hipótesis central de la investigación

A continuación se presentan las hipótesis de trabajo que sustentan el problema de investigación anteriormente planteado:

H1: La fuerza de adhesión de *brackets* metálicos acondicionados con técnica de arenado es menor que la de *brackets* metálicos nuevos.

H1: A mayor cantidad de acondicionamientos con técnica de arenado menor fuerza de adhesión.

1.7 Alcance y limitaciones

En el presente estudio se investigó la fuerza de adhesión de los *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos con acondicionamiento repetido con técnica de arenado, el propósito fue indagar si existe influencia o no del proceso de acondicionamiento repetido en la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos.

La investigación se realizó en la superficie de adhesión de *brackets* metálicos y para cada prueba se utilizó un premolar sano extraído; además, se utilizó el mismo cemento y protocolo de adhesión en cada cementación.

La misma se realizó en el Laboratorio de Biomateriales Dentales, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán 04510, México D.F., México en *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos con acondicionamiento repetido, con técnica de arenado adheridos a premolares extraídos sanos, en Noviembre del 2017.

1.8 Justificación

Uno de los problemas más comunes asociados con el cementado directo en ortodoncia, es el descementado de los *brackets* antes de que se complete el tratamiento. (Tavares, “et al.”, 2006)

Según Lunardi, “et al.” en 2008, este descementado suele ser consecuencia de la aplicación de una fuerza inapropiada al *brackets*, por parte del paciente o una técnica de cementado inadecuada.

Muchas veces, antes de la finalización del tratamiento de ortodoncia, se requiere el descementado intencional para el reposicionamiento de *brackets* que así lo requieran. (Tavares, “et al.”, 2006)

Así, el acondicionamiento de *brackets* ha surgido en forma simultánea con la técnica de cementado directo. Una de las implicaciones clínicas de los *brackets* acondicionados es que ocurra alteración en la fuerza de adhesión (Tavares et al., 2006).

El acondicionamiento repetido de *brackets* metálicos, puede tener repercusiones clínicas. Es valioso conocer si el acondicionamiento repetido de *brackets* metálicos con técnica de arenado tiene efecto sobre la fuerza de adhesión.

Esta investigación comparó la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos con acondicionamiento repetido con técnica de arenado.

Al desarrollar la presente investigación se obtuvo información de tipo descriptivo-analítico sobre la influencia del proceso de acondicionamiento repetido de *brackets* metálicos con técnica de arenado, sobre la fuerza de adhesión al esmalte dental, a la vez se realiza un aporte científico al gremio ortodóntico de la república de Panamá.

Desde el punto de vista de la formación profesional, con esta investigación se cumple con uno de los requisitos para obtener el título de maestría en ortodoncia de la Universidad de Panamá.

CAPÍTULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. Cementación directa en ortodoncia

En el siglo XVIII, Pierre Fauchard, un dentista francés, considerado como el padre de la odontología moderna, describió los métodos de enderezar los dientes y dedicó un amplio capítulo al tema, la primera discusión comprensiva de los aparatos de ortodoncia, en su libro “Le Chirurgien Dentiste”. Describió el uso de alambres de metal para enderezar los dientes, así como el primer dispositivo de expansión, conocido como “Bandeau”. (Green, 2014)

En la última parte del siglo XIX, la ortodoncia, fue dirigida en gran parte por el dentista estadounidense Edward Angle, (1855–1930), quien es considerado el "padre de la ortodoncia moderna". Su arco de expansión, el arco E, se introdujo en 1887. Este dispositivo utilizaba un alambre en la superficie labial de los dientes, sostenido por bandas de sujeción en los molares, que estaban ligadas a los otros dientes. El arco de Fauchard solo había dado el control de inclinación pero, con el arco E, los dientes podían rotarse por primera vez. (Green, 2014)

A principios del siglo XX, Angle continuó dominando la ortodoncia. Los desarrollos en la tecnología del metal en ese momento facilitaron la creación de bandas con *brackets* soldados que podrían controlar las rotaciones. El *bracket* de pin y tubo de Angle, desarrollado en 1911, era popular entre los ortodontistas de la época, pero requería un alto nivel de destreza y pronto fue reemplazado por el *bracket* de arco de cinta, que introdujo en 1916. El *bracket* de arco de cinta proporcionó un buen

control en dos dimensiones; Esta fue también la primera vez que un aparato de ortodoncia tenía un *bracket* que tenía un nombre (Green, 2014).

Después de la segunda guerra mundial, la adhesión directa de brackets de ortodoncia fue probablemente el desarrollo más significativo de la ortodoncia clínica en la segunda mitad del siglo XX.

Buonocore, elaboró un método para aumentar la adhesión de la resina acrílica a la superficie de esmalte. Basado en la utilización por la industria de ácido fosfórico para el tratamiento de superficies metálicas para obtener mayor adhesión de la pintura o cubiertas resinosas, evaluó métodos para el tratamiento de la superficie del esmalte, con la finalidad de aumentar la adhesión de la resina acrílica utilizando diferentes ácidos. Comprobó que la adhesión de la resina acrílica a la superficie del esmalte era mayor cuando esta superficie estaba previamente condicionada con ácido fosfórico al 85%, por 30 segundos, en relación al grupo control. Explicó que el aumento de la adhesión ocurrió debido al aumento del área superficial resultante de la acción del acondicionamiento ácido; además, del aumento de la capacidad de humedecimiento de la superficie, permitiendo así, contacto íntimo de la resina acrílica con el esmalte. (Buonocore, M. G. 1955)

La adhesión de aparatos ortodónticos, al esmalte dental fue indicada por sus numerosas ventajas. Estas ventajas fueron específicas para diferentes fases del tratamiento. Durante la fase inicial del paciente hubo menos molestias, ya que se eliminó la separación y el asentamiento de las bandas. La longitud del arco no fue incrementada por el material de la banda. Los dientes parcialmente erupcionados se

podían cementar y los dientes con anatomías diferentes no resultaban en una cementación difícil y una mala posición del *bracket*. Estas ventajas resultaron en menos tiempo de silla para el dentista y el paciente. Durante la fase de tratamiento activo, el aparato era más estético, no estaba en contacto con el tejido gingival y proporcionaba un mejor acceso para la limpieza. Estos factores brindaron la posibilidad de una mejor aceptación de la aparatología, una menor incidencia de caries y una mejor salud gingival. Cuando se completaba el tratamiento, no había espacios por cerrar creado por las bandas y los problemas de tamaño de los dientes, se resolvían más fácilmente mediante *stripping* o la reconstrucción con resina compuesta, ya que las áreas interproximales eran accesibles. (Fields, H. 1982)

Pero, también, surgieron algunas desventajas. Fue necesario un cuidadoso aislamiento de los dientes durante la cementación para eliminar la contaminación con saliva. El control de la humedad también hizo que la cementación de los dientes parcialmente erupcionados fuera extremadamente difícil. Algunos agentes de unión no eran suficientemente fuertes, mientras que otros no se unían a los *brackets* de policarbonato. Un mejor acceso para la limpieza no garantizaba necesariamente una mejor higiene, especialmente, si se permitía que la resina se extendiera más allá de la base del *bracket*. Finalmente, el mejor método para eliminar las resinas de la superficie del diente después del tratamiento, no estaba claro. (Fields, H. 1982)

Sadler (1958) fue el primer autor en describir la colocación de *brackets*, directamente sobre la superficie dental. En ese estudio utilizó nueve materiales fijadores, siendo cuatro cementos dentales, un cemento a base de caucho, dos

adhesivos para metal y dos adhesivos generales, que sirvieron de unión entre *brackets* metálicos y dientes humanos. Después de la realización de pruebas de resistencia a la adhesión, concluyó que ninguno de los materiales fijadores utilizados promovió estabilidad requerida para la clínica ortodóntica.

En 1963, Bowen, desarrolló el monómero del Bis-GMA, tratando de mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas, cuyos monómeros permitían solamente la formación de polímeros de cadenas lineales. Estas primeras resinas de polimerización química exigían mezclar la pasta base con el catalizador.

El éxito de la colocación directa sobre el esmalte dental, se inició con Newman (1965), cuando desarrolló algunos compuestos que suministrarían las necesidades deseadas para la colocación de *brackets* a la cara vestibular de los dientes. En ese estudio surgió un compuesto, desarrollado por un grupo de investigación del Newmark College of Engineering, que presentaba baja toxicidad, pero un tiempo de polimerización suficiente para mantener el *bracket* en posición de 15 a 30 minutos y de 4 días para la completa polimerización. Los *brackets* plásticos fueron colocados en la superficie vestibular de incisivos centrales humanos, previamente acondicionados con ácido fosfórico. Las muestras fueron almacenadas en agua destilada a 37°C por 30 días y luego sometidas a la prueba de resistencia a la tracción. Los resultados de la prueba de resistencia a la adhesión demostraron valores que oscilaban entre 0.8 MPa a 4.6 MPa. Concluyó que el tratamiento de la superficie del esmalte con ácido fosfórico mejoró la fuerza adhesiva, y que la fórmula de la resina propuesta disminuyó el tiempo de polimerización del material, además de presentar baja toxicidad, lo que posibilitaba

su uso clínico, pero sugirió que el tiempo de la polimerización de la fórmula propuesta se redujera.

Newman (1971) publicó un artículo sobre la cementación directa de *brackets* plásticos, presentando resultados clínicos de cinco pacientes, resaltando las ventajas de esta técnica: "menor descalcificación del esmalte dental, menor irritación de los tejidos blandos, disminución en la longitud del arco debido al espacio que es necesario por las bandas, y mejora de la estética". En esta técnica, el autor obtuvo control de los movimientos de dientes en los tres planos, movimiento de cuerpo, y control del "torque de raíz", que son los objetivos de un aparato ortodóntico eficiente. Enfatizó también, la importancia de que el lugar de la adhesión debía estar seco, del uso de fuerzas ligeras en la técnica de Begg y Arco de Canto y de la colaboración del paciente en no masticar alimentos duros e higienizar el aparato, que es fundamental para prolongar la duración del pegamento.

Miura, Nakagawa y Masuhara (1971), reportaron un nuevo sistema adhesivo para la cementación directa de *brackets* plásticos (TBB system). Este sistema consistía en pretratamiento con ácido fosfórico al 65% por 30 segundos de la superficie dental, y subsiguiente aplicación de la resina acrílica auto-polimerizable, añadida al catalizador tri-n-butyl borano (TBB), que proporciona una unión química entre la resina y el colágeno de la dentina y el esmalte. Este sistema adhesivo, fue empleado en 32 casos de tratamiento ortodóntico de pacientes de la Tokyo Medical and Dental University Clínic, obteniéndose resultados satisfactorios en cuanto a la resistencia y durabilidad de los aparatos, frente a una frecuencia de 17 *brackets* sueltos para 278,

sin defectos de adhesión. En base a estudios anteriores, donde la resistencia del adhesivo disminuye con el tiempo bajo influencia del medio bucal, evaluaron la influencia de la inmersión en agua durante 180 días de la resistencia de adhesión de *brackets*, comparando el sistema adhesivo (TBB system) y el sistema de catalizador de amina (BPO amine system). Las pruebas de resistencia a la tracción mostraron una caída del 20% en la resistencia de adhesión, disminuyendo de 3.9 MPa a 3.3 MPa para el sistema TBB (tri-n-butil borano) y de 1.7 MPa a 1.1 MPa para el sistema BPO (sistema de catalizador de amina). Concluyeron que la cementación de *brackets* plásticos utilizando el sistema TBB era estable y efectiva, incluso después de largo tiempo de inmersión en agua.

Las primeras resinas de cementación directa fueron las de polimerización química. Estas requerían la mezcla de dos pastas, una desventaja importante de este sistema es que el ortodoncista no tenía la oportunidad de controlar su tiempo de trabajo. (Kotrogianni, M., & Rahiotis, C. 2017).

A finales de la década de 1970, aparecieron las resinas compuestas polimerizadas mediante radiaciones electromagnéticas que obviaban la mezcla y sus inconvenientes, se utilizó en los primeros momentos la energía luminosa de una fuente de luz ultravioleta (longitud de onda de 365nm), pero ante sus efectos iatrogénicos y su poca profundidad de polimerización, fue sustituida por la luz visible (longitud de onda de 427-491nm). (Hervás, “et al.”, 2006).

Silverman, “et al.”, (1972), utilizaron por primera vez para la cementación directa de *brackets* ortodónticos el grabado ácido y una resina de Bis-GMA.

El uso de resinas fotopolimerizadas para la cementación ortodóntica in vitro se describió por primera vez en 1979. (Tavas, M. A., & Watts, D. C. 1979). En la técnica de cementación directa descrita, el material se fotocuró bajo la base de metal de *brackets* metálicos o *bracket* cerámicos por iluminación directa desde diferentes lados y por transiluminación.

2.2. Fuerza de adhesión en ortodoncia

En ingeniería, es la resistencia de un material o componente contra el tipo de rendimiento o falla estructural cuando el material o componente falla en el corte. (Beer & Johnston, 2006)

Una carga de corte es una fuerza que tiende a producir una falla de deslizamiento en un material a lo largo de un plano que es paralelo a la dirección de la fuerza. (Beer & Johnston, 2006).

En mecánica de materiales, la resistencia de un material es su capacidad para soportar una carga aplicada sin fallas ni deformación plástica. (Beer & Johnston, 2006)

El campo de resistencia de los materiales se encarga de medir las fuerzas y deformaciones que resultan de su acción sobre un material. Una carga mecánica aplicada a un material inducirá fuerzas internas, llamadas esfuerzos. (Beer & Johnston, 2006)

Las tensiones que actúan sobre el material, causan la deformación del material de varias maneras, incluida la ruptura total. (Beer & Johnston, 2006).

La deformación del material se denomina tensión. Las cargas aplicadas pueden ser axiales (de tracción o compresión), o rotacionales (resistencia a la cizalla). (Beer & Johnston, 2006)

La tensión, requiere una descripción completa de la geometría del material, sus restricciones, las cargas aplicadas al material y las propiedades del material.

Una vez que se conoce el estado de tensión dentro del material, se puede calcular la resistencia (capacidad de carga), sus deformaciones (cualidades de rigidez) y su estabilidad (capacidad para mantener su configuración original). (Beer & Johnston, 2006)

La resistencia del material se refiere al punto en la curva de tensión-tensión de ingeniería (tensión de rendimiento) más allá del cual el material experimenta deformaciones que no se revertirán completamente al retirar la carga y, como resultado, el material tendrá una deflexión permanente. (Beer & Johnston, 2006)

La resistencia máxima del material, se refiere al valor máximo de la tensión alcanzada. (Beer & Johnston, 2006)

La resistencia a la fractura es el valor de tensión en la fractura (el último valor de tensión registrado), (Beer & Johnston, 2006)

Tipos de cargas:

Cargas transversales: fuerzas aplicadas perpendiculares al eje longitudinal de un material. La carga transversal hace que el material se doble y se desvíe de su posición original, con esfuerzos internos de tracción y compresión que acompañan el cambio en la curvatura del material. La carga transversal también induce fuerzas de corte que causan la deformación por corte del material y aumentan la deflexión transversal del material. (Beer & Johnston, 2006)

Carga axial: las fuerzas aplicadas son colineales con el eje longitudinal del material. Las fuerzas hacen que el material se estire o se acorte. (Beer & Johnston, 2006)

Carga torsional: acción de torsión causada por un par de pares de fuerza aplicados externamente iguales y opuestas que actúan en planos paralelos o por un solo par externo aplicado a un miembro que tiene un extremo fijo contra la rotación. (Beer & Johnston, 2006)

El estrés uniaxial se expresa por: $\alpha = F/A$

Donde F es la fuerza representada en Newtons (N) que actúa sobre un área A representada en metros cuadrados (m^2).

Los trabajos de investigación dirigidos a mejorar las propiedades adhesivas de los materiales utilizados en odontología conservadora han influido mucho en el

desarrollo de adhesivos que unen con éxito los *brackets* de Ortodoncia, directamente, al esmalte. (Reynolds 1975)

El problema de la adhesión en ortodoncia es considerablemente menor al que enfrenta la odontología restauradora. La adhesión al esmalte, en lugar de la dentina, es más fácil de lograr debido a la menor cantidad de agua y contenido orgánico del esmalte. (Reynolds, 1975)

Clínicamente, las fallas pueden deberse a fracturas de adhesivo en la interfaz diente/adhesivo o *bracket*/adhesivo. La carga oclusal es la fuerza principal que debe resistir en el medio bucal. Es poco probable que las fuerzas de ortodoncia máximas excedan de 0.4 Mpa. Es difícil determinar la media de resistencia de adhesión requerida de un adhesivo, ya que no solo estas cargas oclusales varían enormemente, sino que es necesario evaluar la proporción de estas fuerzas transmitidas a cualquier brackets cementado. (Reynolds, 1975)

Un valor máximo de 5.8-7.9 MPa, parecería razonable, aunque se ha registrado una adhesión clínica exitosa con adhesivos que brindan una fuerza de adhesión in vitro de aproximadamente 5 MPa. (Reynolds, 1975)

El hecho de no resistir las fuerzas de tracción o de corte dependerá de dos factores:

1. La fuerza de unión entre el esmalte, el adhesivo y el *bracket*.
2. El área de superficie de la base del *bracket*.

Newman (1965), descubrió que cuanto más grande es el *bracket*, mayor es la fuerza que resiste; sin embargo, la fuerza por unidad de área requerida para romper la unión, disminuye.

Las resinas acrílicas y de diacrilato no se adhieren bien al acero inoxidable. La retención mecánica es necesaria y normalmente se proporciona mediante *brackets* perforados o mediante el uso de una malla de acero inoxidable. Ambas reducen el área de superficie del *bracket* y debilita la unión. (Reynolds, 1975)

2.3. Evaluación de brackets sometidos a un tipo de acondicionamiento

Vlock (1981), desarrolló un sistema para el acondicionamiento de *brackets* en el consultorio denominado Orthotronic system, que consistía en tres etapas: a) quemar el material remanente en la base del *bracket*, siendo la temperatura ideal controlada por un termostato (no permitiendo exceder de 800°C); b) remoción del material remanente colocando los *brackets* en un vibrador especial durante 20 a 30 minutos, y c) pulido final hecho individualmente por pulido electrolítico, por aproximadamente 5 segundos. Concluyó con ello, que este método presenta como ventajas: practicidad (realizado en el consultorio), economía y la posibilidad de acondicionar bandas, arcos linguales y aparatos similares.

Wheeler y Ackerman Jr., (1983) evaluaron cambios en la malla de la base de *brackets* sometidos a acondicionamiento térmico, la diferencia en la prueba de resistencia de adhesión entre *brackets* nuevos y acondicionados, y la correlación entre los cambios en la malla de la base y la resistencia de adhesión. Inicialmente, 40

brackets nuevos DynaBond II Series B - Unitek fueron sometidos a la medición del diámetro de los hilos metálicos componentes de la malla de la base. Los *brackets* fueron cementados en premolares, utilizando resina compuesta químicamente activada (Concise Orthodontic Bonding System) y sometidos a la prueba de resistencia de adhesión. A continuación, todos los *brackets* fueron acondicionados por el proceso térmico y nuevamente sometidos a la medición del diámetro de los hilos metálicos componentes de la base. Cada *bracket* fue recementado en premolares y la prueba de resistencia de adhesión fue repetida.

El observó una disminución del 7% en el diámetro de los hilos metálicos de la malla de la base durante el proceso de acondicionado (de 93,89 micrómetros a 87,07 micrómetros), los *brackets* nuevos fueron un 6% más resistentes a los *brackets* acondicionados, y la reducción del diámetro de los hilos metálicos componentes de la malla de la base, durante el proceso de acondicionado, no se correlacionó con la variación en la resistencia de adhesión, ocurrida antes y después del acondicionado. Aunque, estadísticamente, significativos, los cambios en la malla de la base y consecuente resistencia de adhesión resultante del acondicionamiento fueron de importancia clínica insignificante.

En 1993, los investigadores Regan, LeMansney y VanNoort, estudiaron el efecto del acondicionamiento sobre la resistencia de adhesión de *brackets* metálicos, siendo consideradas las siguientes variables: base del *bracket*, superficie del esmalte y el tipo de adhesivo empleado. Utilizaron 180, *brackets* nuevos con tres tipos de base diferentes, cementados en premolares con resina compuesta auto y fotopolimerizable.

En este grupo, denominado control, se realizó una prueba de resistencia a la tracción con velocidad de 2mm/min. Después de las pruebas mecánicas, 80 *brackets* nuevos fueron recementados en los dientes, siendo la mitad con resina de polimerización química y la otra con resina fotopolimerizable. El adhesivo remanente fue eliminado del esmalte con fresa carburo de tungsteno o un instrumento manual. La menor resistencia a la tracción significativa fue verificada en los *brackets* nuevos adheridos en superficie condicionada y cementada previamente. No hubo diferencia entre el tipo de preparación del esmalte o entre los materiales fijadores empleados. Otro grupo, que contenía 100 *brackets*, fue acondicionados utilizando punta montada de carburundum en baja velocidad y con flameado del adhesivo con mechero de Bunsen, seguido de arenado y pulido electrolítico. Los autores, concluyeron que hubo fallas significativas en la resistencia en todos los tipos de base, sin importar el método de acondicionamiento.

En 1996, Sonis comparó la resistencia a la tracción de *brackets* metálicos nuevos y usados acondicionados con arenado con óxido de aluminio, y examinó las características de la superficie de la base de los *brackets* usados después del arenado con óxido de aluminio por microscopía electrónica de barrido. Se utilizaron 60 premolares, divididos en dos grupos: grupo control (*brackets* nuevos) y grupo experimental (*brackets* usados arenados). Se colocaron *brackets* metálicos de premolar inferior de la GAC Microarch, utilizando resina fotopolimerizable Rely-a-bond. El arenado fue realizado con óxido de aluminio de 90 micrómetros a 5 mm de distancia, hasta que toda la resina fuera removida de la base del *bracket*. Las pruebas de

resistencia a la tracción se realizaron utilizando una máquina universal de pruebas Instron con velocidad de 0,5 mm/min. Las muestras representativas de cada grupo fueron examinadas por microscopía electrónica de barrido. Los resultados no indicaron ninguna diferencia, estadísticamente, significativa en la prueba de resistencia a la tracción de *brackets* nuevos (17,14 MPa) y los arenados (16,77 MPa). La microscopía electrónica de barrido reveló una superficie rugosa, con presencia de material adhesivo residual en la base de los *brackets* arenados. Concluyó, por lo tanto, que no hubo diferencia entre la cementación de *brackets* nuevos y usados tratados con arenado con óxido de aluminio, probablemente debido al aumento de la retención proporcionada por la rugosidad en la base producida por el proceso de arenado. Este método de acondicionamiento demostró ser clínicamente viable, ya que permite la reutilización de *brackets* metálicos inmediatamente después de su descementado, siempre que el *bracket* no presente distorsiones en sus aletas.

Egan, Alexander y Cartwright, (1996), realizaron un estudio para determinar la resistencia a la tracción de *brackets* recementados con un sistema de resina de pasta única (Rely-a-bond) y un sistema pasta-pasta (Phase III). También, evaluaron la eficacia del acondicionador plástico y del potenciador de adhesión Enhance LC, en el proceso de recementado. Para este estudio utilizaron 60, premolares en la confección de la muestra, que fueron divididos en dos grupos de 30, dientes cada uno, basados en el sistema adhesivo utilizado: Rely a Bond (N) y Phase II (P). Cada grupo fue subdividido en: cementación inicial (NB, PB), recementado (NR, PR), y recementado utilizando acondicionador plástico y el potenciador de adhesión (NC, PC). En el grupo

control (NB, PB) se realizó acondicionamiento ácido con 37% H₃PO₄ por 15 segundos anterior a la cementación inicial; ya los grupos NR, PR y NC, PC fueron inicialmente cementados sin el beneficio del condicionamiento ácido, ya previendo una ruptura en la superficie esmalte/resina en el descementado. Cada *bracket* fue acondicionado utilizando una piedra verde, tomando el cuidado de no exponer superficie metálica, siendo cada *bracket* recementado en la misma muestra. En la recementación, el grupo NR, fue recementado de la misma forma que la cementación inicial, ya que los brackets del grupo PR, fueron cubiertos con la resina líquida y luego recementados. Los *brackets* en los grupos NC y PC, se recementaron después del tratamiento con el acondicionador plástico y el potenciador de adhesión. La prueba de resistencia se realizó con la máquina universal de pruebas Instron, con la velocidad de 5mm/mm. Ante los resultados, concluyeron que la recementación es una opción viable cuando el *bracket* no sufre distorsiones en el descementado y cuando la separación se produce entre el material adhesivo y la superficie de esmalte. Los resultados de este estudio no sostienen el uso del acondicionador y del potenciador de adhesión para aumentar la resistencia a la adhesión. Según los autores, el protocolo para la recementación deberá incluir desgaste de la resina residual del *bracket* para aumentar su rugosidad, el uso de un sistema adhesivo pasta-pasta, y la colocación de resina fluida en la base del *bracket* y en el diente.

En 1998, Grabouski, Staley y Jakobsen, utilizando 90, premolares y caninos, compararon la resistencia a la tracción de tres diferentes tipos de *brackets* colocados en dientes que sufrieron cementación previa, descementación, y remoción de la resina

residual. Se evaluaron la resistencia a la tracción de cada tipo de *bracket* en tres condiciones: *brackets* nuevos, *brackets* nuevos arenados, *brackets* descementado y acondicionados con arenado. También, compararon el tiempo necesario para remover la resina remanente, por medio del arenado, de cada tipo de *bracket*. Los tipos de *brackets* utilizados en el estudio fueron: Minidiamon (Ormco), Optmesh (Ormco) y Minitwin (Unitek), los cuales fueron cementados con resina compuesta de polimerización química (Concise Ortodóntico- 3M) y arenados con partículas de óxido de aluminio de 50 micrómetros. No hubo diferencia estadísticamente significativa de la resistencia a la tracción entre los *brackets* nuevos, nuevos arenados, y usados acondicionados con arenado, lo que demuestra que el arenado es un método efectivo en la remoción de resina remanente. El promedio del tiempo necesario para la remoción de la resina de la base del *bracket* varió de 9,3 a 11,9 segundos con el *bracket* Minidiamon (Ormco), necesitando de menor tiempo, para la remoción de la resina. Concluyeron que: 1) *brackets* usados acondicionados por arenado con óxido de aluminio presentaron una resistencia a la tracción comparable a la utilización de *brackets* nuevos en dientes que sufrieron cementación y descementación previa; 2) el arenado ha demostrado ser un método efectivo para el acondicionamiento de *brackets* usados; 3) este método es rápido, eficaz y de bajo costo, facilitando la reutilización de *brackets* que se desprenden accidentalmente.

Mui, Rossouw y Kulkarni, (1999), compararon la resistencia a la tracción (RT) de los *brackets* ortodónticos cementados y recementados siguiendo una variedad de tratamientos de acondicionamiento de uso común y utilizando sistemas de resinas

compuestas de autopolimerización y fotopolimerización. Los *brackets* descementados durante la determinación inicial de RT, se volvieron a cementar después de la eliminación de la resina remanente de las superficies del esmalte utilizando cinco tratamientos diferentes: (1) Retiro de la resina residual con una fresa de carburo de tungsteno, regrabado ácido de la superficie del esmalte, luego la cementación de un *bracket* nuevo ; (2) Retiro de la resina de la malla de la base con arenado y luego recementación del mismo *bracket*, (3) Retiro de la resina residual de la superficie del esmalte con unos alicates para remover la resina, reacondicionamiento del esmalte con un pulidor de aire en polvo y luego cementación de un *bracket* nuevo; (4) Retiro de la resina residual con una copa de goma y piedra pómez, luego cementación un *bracket* nuevo; (5) Retiro de la resina residual con unos alicates, luego cementación de un *bracket* nuevo. Los resultados revelaron que el sistema fotopolimerizable producía una mayor resistencia a la tracción en la unión inicial que el sistema autocurado ($p < 0,005$). El reacondicionamiento de las superficies del esmalte utilizando una fresa de carburo de tungsteno y el grabado ácido dio la RT, más alta (diferencia 5.8 MPa; $p < 0.01$) y características de fractura clínicamente favorables. Los datos sugirieron que el procedimiento óptimo para recementar los *brackets* de ortodoncia descementados es volver a acondicionar el esmalte utilizando una fresa de carburo de tungsteno, aplicar ácido al esmalte y utilizar un *bracket* nuevo o reutilizar un *bracket* usado después de ser arenado con óxido de aluminio.

Chung, “et al.”, (2000), evaluaron el efecto de dos potenciadores de adhesión, Enhance LC y All-Bond 2, a la resistencia a la tracción de *brackets* nuevos y

acondicionados con arenado con óxido de aluminio (50 micrómetros). En ese estudio utilizaron 120, premolares humanos y 120, *brackets* Mini-Twin Ormco, siendo 60, nuevos y 60, acondicionados. Las muestras se dividieron en 6 grupos: (1) *brackets* nuevos /sin potenciador de adhesión, (2) *brackets* recementados / sin potenciador de adhesión, (3) *brackets* nuevos / Enhance, (4) *brackets* recementados / Enhance, (5) *brackets* nuevos / All-Bond, (6) *brackets* recementados / All-Bond. Cada muestra fue sometido a la prueba de resistencia a la tracción en una máquina universal de pruebas Instron (Instron Corp, mod 4411- Mass, USA). Los resultados mostraron que el grupo *brackets* nuevos / All-Bond produjo la mayor resistencia ($20,8 \pm 7,5$ MPa), seguido por el grupo *brackets* nuevos / Enhance ($18,6 \pm 6,3$ MPa), *brackets* recementados / All-Bond ($17,3 \pm 7,2$ MPa), *brackets* nuevos / sin potenciador de adhesión ($16,8 \pm 6,5$ MPa), *brackets* recementados / sin potenciador de adhesión ($14,2 \pm 7,2$ MPa), y *brackets* recementados / Enhance ($13,6 \pm 6,7$ MPa). No hubo diferencia, estadísticamente significativa, entre los tres grupos utilizando *brackets* nuevos. Los grupos de *brackets* recementados / Enhance y recementados / sin potenciador de adhesión, obtuvieron una resistencia a la tracción significativamente, menor que los tres grupos de *brackets* nuevos y el grupo *brackets* recementados / All-Bond. Concluyeron, por lo tanto: a) cuando utilizaron *brackets* nuevos, ningún potenciador de adhesión mejoró la resistencia significativamente, b) los *brackets* recementados sin la utilización de potenciadores de adhesión presentaron una resistencia significativamente menor que la de *brackets* nuevos, c) Enhance LC, no aumentó la resistencia a la tracción de *brackets* recementados, d) All-Bond 2, aumentó significativamente, la resistencia de los *brackets* recementados, y e) *brackets*

recementados utilizando All-Bond 2, produjeron una resistencia a la tracción comparable a los *brackets* nuevos.

2.4. Comparación entre tipos de acondicionamientos

Antes que Vlock desarrollara su método de acondicionamiento en el consultorio, Buchman, (1980), estudió tres métodos de acondicionamiento de compañías de reciclaje de *brackets* (Esmadent, Ortho-Cycle, and Ortho-Bonding) así como un método desarrollado por el (Flameado) y sus efectos en el ángulo de torsión de la base del *bracket*, ancho de la ranura y propiedades mecánicas. No encontró diferencias estadísticamente significativas entre los cuatro métodos de acondicionamiento en términos de cambio en el ángulo de torsión de la base y el ancho de la ranura. Los métodos de acondicionamiento de flameado y Ortho-Bonding causaron una pérdida de ferromagnetismo en los *brackets* acondicionados, lo que sugiere un recocido del metal. El efecto del tratamiento térmico en los *brackets* se evaluó midiendo la dureza y la resistencia a la tensión teórica y evaluando la microestructura. El método de Ortho-Cycle, no alteró las propiedades mecánicas del metal del *bracket*, mientras que el método Esmadent, causó cambios sutiles. El método de flameado y el método Ortho-Bonding, causaron la separación de carburo. Si bien, parece que la cantidad de cambios dimensionales en los *brackets* tiene poca importancia clínica, los cambios en la microestructura metalúrgica sugieren susceptibilidad a la corrosión intergranular metálica.

Hixon, “et al.”, (1982), evaluaron los cambios en la ranura de *brackets* metálicos de tres diferentes marcas comerciales, tras tres métodos de acondicionado

comercial. Para este experimento utilizaron 75, *brackets* nuevos (con ranura 0,22 "× 0,28") de las marcas comerciales A Company, American Orthodontic y Ormco. Inicialmente, la cantidad de distorsión de la ranura se verificó en los *brackets* nuevos utilizando un alambre rectangular 0,021 "× 0,025" adaptado a un aparato especial para evaluar la capacidad del *bracket* de ser torqueado por un alambre metálico (aparato de medición de torque). Estos tres diferentes tipos de *brackets* usados fueron acondicionados por tres diferentes empresas que utilizan los métodos siguientes: 1) Esmaldente (método térmico), en el cual el adhesivo es quemado a 450°C por 60 minutos, seguidos por el uso de un solvente de cemento y vibrador ultrasónico para remover el residuo inorgánico seguido de pulido químico; 2) Ortho-Cycle Company (método químico) en el cual la remoción del adhesivo es realizada por un solvente a 100°C con el uso de vibración, seguido de tratamiento térmico a 250°C y rápido pulido químico; y 3) Century 2001, que utiliza un solvente que revierte la síntesis del adhesivo resinoso para limpiar la malla del *bracket*; en contraste con los procesos Esmaldente y Ortho-Cycle, este proceso no resulta en la formación de óxidos; por lo tanto, no necesita de pulido químico. Después del acondicionamiento, los *brackets* fueron evaluados nuevamente en cuanto a la distorsión de la ranura. Se observó que los *brackets* nuevos presentaban una variación media de 1,3 grados en el control de torque con un alambre rectangular 0,021 "× 0,025"; se observó que no hubo cambios estadísticamente, significativos en la distorsión de las ranuras de los *brackets*, después de dos acondicionamientos sucesivos por cualquiera de los tres procesos comerciales de acondicionamiento, ya que en los *brackets* acondicionados el máximo de variación en el control de grados encontrados fue de 3 grados.

Mascia & Chen, (1982), verificaron los cambios en la capacidad retentiva de diferentes tipos de *brackets* después del acondicionamiento comercial. Utilizaron en este estudio, ciento veinte incisivos centrales superiores e incisivos inferiores divididos en 3 grupos, de acuerdo con el tipo de *bracket* a ser cementado: Slimline II (Ormco), Lightwire *bracket* (Unitek) y MicroLok *bracket* (GAC). Veinticuatro horas después de la cementación, las muestras fueron sometidas a la prueba de resistencia a la tracción en una máquina Instron, encontrando valores medios para la resistencia a la tracción de cada marca de *bracket* (Unitek = 14,3 Lb, Ormco = 17,9 Lb, y GAC = 12,3 Lb). Después de la primera prueba, los *brackets* fueron enviados para acondicionamiento, siendo la mitad de los *brackets* de cada grupo acondicionados por el método Esmaldent (método térmico) y la mitad por el método Ortho-Cycle (método químico). Después del acondicionamiento, los *brackets* fueron recementados y sometidos a una nueva prueba de resistencia a la tracción, encontrando valores medios para la resistencia a la tracción de Unitek = 12,0 Lb, Ormco = 11,7 Lb y GAC = 9,7 Lb para los *brackets* acondicionados por la Ortho-Cycle y de Unitek = 12,0 Lb, Ormco = 14,6 Lb y GAC = 9,7 Lb para los *brackets* acondicionados por Esmaldent. Los resultados mostraron que los *brackets* acondicionados ofrecen menor resistencia a tracción (estadísticamente significativa en todos los métodos); hubo una diferencia estadísticamente significativa entre los procesos de acondicionamiento Ortho-Cycle y Esmaldent empleados en los *brackets* de la marca Ormco, lo que no ocurrió con los demás tipos de *brackets*. Se concluyó, que los *brackets* acondicionados ofrecen menor resistencia a la tracción cuando fueron comparados con *brackets* nuevos.

Los autores Wright & Powers en 1985, evaluaron la resistencia a la tracción de *brackets* acondicionados por cuatro métodos diferentes y pegados con cuatro tipos distintos de resinas. Los *brackets*, fueron cementados en cilindros plásticos con ayuda de un jig. Los cementos utilizados fueron: Concise, Endur, Monolok - Rocky Mountain y Heliosit Orthodontic. Los procedimientos de acondicionamiento utilizados fueron: 1) método térmico (Esmaldent); 2) método químico (Orthocycle); 3) remoción de la resina residual con punta montada de carborundum; 4) cementación de *brackets* nuevos sobre los que se colocó una capa de 1 mm de adhesivo, preparados con piedra montada de carborundum y luego cementados. El grupo control fue constituido de *brackets* nuevos recién cementados. En todos los procedimientos de acondicionamiento hubo una disminución del 45% al 75% en la resistencia a la tracción después del ciclo de acondicionamiento, en comparación con la resistencia inicial (0,99 Kgf / mm²). La resistencia a la tracción fue significativamente menor cuando la resina de la malla del *bracket* fue removida con la ayuda de punta montada de carborundum, tanto en el grupo 3 (0,64 Kgf / mm²), y en el grupo 4 (0,50 Kgf / mm²) a los acondicionamientos térmicos (0,78 Kgf / mm²) y químicos (0,74 Kgf / mm²), y todas las fracturas ocurrieron en la interfaz base / resina. Concluyeron que: 1) la resistencia a la tracción fue mayor en la cementación inicial para los adhesivos Concise, Endur y Monolok; 2) el adhesivo Heliosit Orthodontic presentó el menor valor de resistencia a la tracción en la cementación inicial; 3) no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los acondicionamientos químicos y térmicos, pero los valores de resistencia a la tracción para los *brackets* acondicionados por los métodos químico y térmico fueron menores en comparación con la cementación

inicial, excepto para el adhesivo Heliosit Orthodontic; 4) los valores de resistencia a la tracción del acondicionamiento utilizando punta montada de carborundum fueron menores en comparación con la cementación inicial para todas las condiciones, excepto para el grupo de adhesivo Heliosit Orthodontic con *brackets* usados. Para los adhesivos Endur y Monolok y Heliosit Orthodontic, la utilización de *brackets* nuevos con una capa de adhesivo, obtuvo una mayor resistencia a la tracción que la utilización de *brackets* usados; y para el sistema adhesivo Concise, la utilización de *brackets* usados obtuvo una mayor resistencia a la tracción, comparada a la utilización de *brackets* nuevos con una capa de adhesivo.

McClea & Wallbridge, (1986), compararon la resistencia a la tracción y al cizallamiento de *brackets* metálicos edgewise Unitek nuevos y acondicionados, por un método realizado en el consultorio y uno comercial. Para este estudio utilizaron 90 *brackets* metálicos, siendo: 30, *brackets* nuevos, 30, acondicionados por el método comercial Vector Dental Corporation (reciclaje térmico), y 30, acondicionados por un método realizado en el consultorio, utilizando una máquina comercializada por la Esmadent "Big Jane" . Veinte *brackets* de cada grupo fueron cementados base contra base (formando 10, pares de *brackets*) con resina Concise y sometidos a la prueba de tracción a una velocidad de 1 mm / min, siendo la carga de ruptura registrada en Kgf. La media de la resistencia a la tracción fue de 5,95 Kgf (*brackets* nuevos), 5,53 Kgf (acondicionados comercialmente) y 5,25 Kgf (acondicionados en el consultorio). Los diez *brackets* restantes de cada grupo fueron recementado en una superficie de resina acrílica autopolimerizable y sometidos a la prueba de cizallamiento. Los *brackets*

nuevos obtuvieron el valor promedio de 5,56 Kgf, los acondicionados comercialmente de 4,81 Kgf y 5,80 Kgf los *brackets* acondicionados en el consultorio. Concluyeron con este estudio que las resistencias a la tracción y al cizallamiento de los *brackets*, pueden ser similares a los nuevos, y que el acondicionamiento en el consultorio es tan efectivo como el comercial.

Pinto, “et al.”, (1996), en una revisión de la literatura sobre acondicionamiento de *brackets*, expusieron las ventajas y desventajas de los tipos de métodos de acondicionamiento de *brackets* disponibles en el mercado (térmico, químico y arenado con óxido de aluminio). En estos métodos, enfatizan la eficiencia, simplicidad, facilidad y bajo costo del método de acondicionamiento utilizando un aparato portátil para arenado con óxido de aluminio (50 micrómetros), conectado al aire que alimenta el equipo odontológico (microetcher). Este método, además de la remoción de la resina remanente en la base del *bracket*, crea micro-asperezas aumentando la retención mecánica. Además de la finalidad de acondicionar el *bracket*, el arenado con óxido de aluminio puede aumentar la retención en *brackets* nuevos y facilitar la cementación de *brackets* en dientes restaurados o portadores de coronas metálicas.

Penido, “et al.”, (1998), evaluaron la resistencia al cizallamiento de *brackets* acondicionados y nuevos, recementados. Se utilizaron 40 premolares en los que fueron cementados *brackets* metálicos S2CO3Z (Dental Morelli) con resina Concise Ortodóntica. Las muestras fueron separadas en cuatro grupos y posteriormente sometidas a la prueba de resistencia al cizallamiento con velocidad de 0,5 mm / min. En el grupo I (control) *brackets* nuevos fueron cementados y permanecieron hasta la

prueba de resistencia al cizallamiento. Los *brackets* de los grupos II, III, IV fueron removidos con ayuda del alicate removedor de *brackets* (Ormco N°0105) y la superficie de esmalte fue acondicionada utilizando brocas de tungsteno de 32 láminas. En los grupos II y III se recementaron los mismos *brackets*, acondicionados, respectivamente, con arenado, con óxido de aluminio (90 micrometros) y punta montada de carborundum. En el grupo IV, se recementaron *brackets* nuevos. Concluyeron que la resistencia al cizallamiento de los *brackets* acondicionados con el método de arenado con óxido de aluminio fue similar a la del grupo control y superior a la de los *brackets* acondicionados con punta montada de carborundum.

Basudan & Al-Enaran, (2001), evaluaron y compararon el efecto de cinco métodos de acondicionamiento de *brackets* en el consultorio sobre el ancho de la ranura y la distancia entre las aletas, la apariencia de la base del *bracket* en el microscopio electrónico de barrido y la resistencia al cizallamiento. Ciento cincuenta *brackets* de incisivos inferiores (*brackets gemelos de arco de canto* - Ormco), fueron divididos en seis grupos, según el método de acondicionamiento utilizado: grupo de control, piedra verde, arenado de óxido de aluminio, llama directa, máquina *Big Jane*, y método de Buchman. Después del acondicionamiento, se realizaron los análisis de distorsión de la ranura del *bracket*, microscopía electrónica de barrido y prueba de resistencia al cizallamiento. Los resultados mostraron un aumento estadístico, pero no clínico, en las medidas del grupo que utilizó el método de Buchman, para el acondicionamiento. Hubo una reducción significativa (28%) en la prueba de resistencia al cizallamiento en el grupo que utilizó la piedra verde, para el

acondicionamiento. La microscopía electrónica de barrido reveló que la estructura de los hilos metálicos de la malla de la base del *bracket* se mantuvo; sin embargo, la cantidad de resina remanente tuvo una gran variación entre los grupos. Concluyeron, por lo tanto, que todos los métodos de acondicionamiento en el consultorio utilizados en ese estudio no alteran el ancho de la ranura, ni a la distancia entre las aletas. Todos los métodos fueron efectivos en cuanto a la resistencia al cizallamiento, con la excepción del acondicionamiento con piedra verde, que demostró ser menos efectivo. Los métodos de acondicionamiento con arenado de óxido de aluminio y la utilización de la llama directa se recomiendan por ser métodos más simples, rápidos y económicos.

Tavares (2006), evaluó la resistencia al cizallamiento de *brackets* acondicionados por medio de métodos que involucran el arenado con óxido de aluminio, desgaste con punta abrasiva de carburo de silicio y por empresa especializada. Se utilizaron 50, premolares humanos extraídos con finalidad ortodóntica, en los cuales fueron cementados *brackets* (Dental Morelli S2C-03Z) con resina compuesta químicamente activada (Concise Ortodóntic). Los dientes fueron divididos en cinco grupos: grupo I (control), los *brackets*, fueron cementados de acuerdo con la técnica de rutina; en los grupos II, III y IV los *brackets*, fueron recementados después del acondicionamiento, respectivamente por arenado de óxido de aluminio (90 micrometros), desgaste con punta abrasiva de carburo de silicio y acondicionamiento especializado (Abzil-Lancer); en el grupo V, *brackets*, nuevos fueron cementados sobre esmalte, donde anteriormente existían *brackets* cementados.

Las pruebas de resistencia al cizallamiento, se efectuaron en una máquina Instron con velocidad de 0,5 mm/min y los resultados sometidos al análisis de varianza y al test de Tukey (5%). El promedio de resistencia al cizallamiento del grupo control fue de 0,52 Kgf / mm²; en los *brackets* acondicionados a través del arenado con óxido de aluminio fue de 0,34 Kgf / mm², en los *brackets* acondicionados a través de la empresa especializada fue de 0,28 Kgf / mm², en los *brackets* acondicionados a través de la piedra de carburo de silicio fue de 0,14 Kgf / mm², en los *brackets* nuevos cementados en dientes previamente cementados fue de 0,43 Kgf / mm². Concluyó que: 1) no hubo diferencia, estadísticamente significativa, entre *brackets* acondicionados a través del óxido de aluminio y *brackets* nuevos cementados sobre dientes previamente cementados; 2) la resistencia al cizallamiento de *brackets* acondicionados con piedra abrasiva de carburo de silicio fue estadísticamente menor en comparación a los *brackets* acondicionados con arenado de óxido de aluminio; 3) *brackets* acondicionados con arenado de óxido de aluminio mostraron resistencia al cizallamiento con similitud estadística, a los *brackets* acondicionados por una empresa especializada; 4) *brackets* acondicionandos por empresa especializada presentaron menores valores de resistencia al cizallamiento, con diferencia estadística, significativa, cuando se compararon con los *brackets* del grupo control.

2.5. Acondicionamiento de *brackets*, con técnica arenado de óxido de aluminio

Millet McCabe y Gordon, (1993), evaluaron la acción del arenado de óxido de aluminio y la resistencia al cizallamiento de *brackets* de acero inoxidable, cementado

con cemento de ionómero de vidrio (Ketac-Cem) y resina convencional (Right-on). Se utilizaron 90 premolares en los que se colocaron *brackets* preangulados (A-Company Johnson & Johnson). Los dientes se separaron en tres grupos de 30 dientes, cada uno con 15 dientes superiores y 15 inferiores. En el primer grupo, los *brackets* fueron cementados con resina convencional. En el segundo, con cemento de ionómero de vidrio. En el último grupo, antes de ser cementados en los dientes con ionómero de vidrio, los *brackets* fueron arenados con óxido de aluminio (60 micrómetros) por 3 segundos, a una distancia de 10 mm. Todas las muestras se almacenaron a 37°C durante 24 horas hasta el ensayo mecánico. Los *brackets* arenados y cementados con resina obtuvieron mejores resultados (83,86 N). Los *brackets* arenados y cementados con ionómero de vidrio obtuvieron resultados mayores (47,13 N), en relación a los *brackets* no arenados (38,71 N). El resultado del análisis de varianza reveló que hubo una diferencia estadísticamente significativa entre las medias. La aplicación de la prueba de Tukey mostró que hubo diferencia estadísticamente, significativa, entre las medias para Ketac-Cem y Right-on, pero no hubo entre los grupos de *brackets* arenados y no arenados cementados con Ketac-Cem. Cuando se utilizó el test-t, estos grupos presentaron una diferencia, estadísticamente, significativa. El examen de los *brackets* en el microscopio electrónico de barrido demostró que el arenado produjo microporosidades en la superficie de la base de los *brackets*. Concluyeron que el arenado aumentó en un 22% la resistencia al cizallamiento de los *brackets* cementados con cemento de ionómero de vidrio.

Newman, “et al.”, (1994) evaluaron la resistencia al cizallamiento de *brackets* metálicos y cerámicos de cinco diferentes marcas, utilizando 16, tipos de adhesivos y diferentes métodos químicos y mecánicos, utilizados para aumentar la resistencia de adhesión al esmalte dental. Se estudiaron los siguientes métodos: arenado de las bases de los *brackets* y de la superficie dental; silanización, agentes químicos (activadores) aplicados a los *brackets* y en los dientes, tratamiento electrotérmico. Un total de 525 incisivos centrales y laterales fueron utilizados, cada grupo, formado, estaba compuesto de 15 dientes. Después de la cementación, los *brackets* fueron sometidos a termociclador con 1500 ciclos (5-55°C), 14 días antes de la prueba de resistencia al cizallamiento hecho en máquina de ensayo mecánico. Después de la prueba de resistencia al cizallamiento, 15 *brackets* fueron arenados con óxido de aluminio (50 micrómetros) y recementados en los mismos dientes. El arenado fue más efectivo que la silanización, activación química o tratamiento electrotérmico. Los autores, concluyeron que los *brackets* metálicos descementados, pueden ser inmediatamente acondicionados, arenando la base del *bracket* con óxido de aluminio o bicarbonato de sodio, para aumentar la retención debido a la formación de microrugosidades y aumento del área de superficie.

Ante la disminución del tamaño de los *brackets*, por exigencias estéticas, MacColl, “et al.”, (1998), estudiaron los efectos del arenado de óxido de aluminio sobre la superficie de la base del *bracket*, reducción del área de esta superficie y acondicionamiento del esmalte con diversos tipos de ácido en relación a la resistencia al cizallamiento. Se utilizaron cuatro diferentes tipos de base: 12,35 mm², 8,41mm²,

6,82 mm², 2,38 mm² (convencionales o arenadas). Cada grupo tenía 12 muestras, siendo utilizado esmalte de dientes bovinos. El condicionamiento, se hizo con ácido fosfórico gel a 37%, ácido fosfórico en solución acuosa 37%, ácido maleico gel al 10% y ácido maleico en solución acuosa al 10%. La cementación se realizó utilizando Phase II. Las muestras fueron almacenadas por siete días en agua destilada, con temperatura controlada, antes de la realización de la prueba de resistencia al cizallamiento en máquina universal de pruebas Instron, con velocidad de 0,5 mm/min. Las bases de *brackets* con área menor que 6,82 mm² tuvieron menor resistencia que aquellas con área mayor. Hubo un aumento estadísticamente significativo en la resistencia al cizallamiento de los *brackets* arenados para todos los tamaños de base. El acondicionamiento con ácido maleico acuoso fue asociado a la mayor resistencia de los *brackets*, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los otros tres ácidos utilizados. Los resultados de este estudio sugirieron que para aumentar la resistencia al cizallamiento de los *brackets* no es necesario aumentar el área de la base, pues hubo un aumento significativo de la fuerza de adhesión de los *brackets* tratados con arenado o solución de ácido maleico, en relación al convencional.

Tavares, “et al.”, (2003), evaluaron la resistencia al cizallamiento de *brackets* acondicionados con óxido de aluminio con partículas de 90, micrómetros y 50, micrómetros. La muestra consistió de 30 premolares en los cuales fueron adheridos *brackets* metálicos edgewise Morelli, utilizando resina compuesta químicamente activada (Concise). Los dientes se separaron en 3 grupos de 10 dientes. En el grupo I, fueron adheridos *brackets* nuevos, en el grupo II *brackets* acondicionados con

partículas de óxido de aluminio de 90 micrómetros y en el grupo III, de 50 micrómetros. La prueba de resistencia al cizallamiento fue realizado en una máquina universal de pruebas Instron con 0,5mm/min y los resultados fueron sometidos a ANOVA y test de Tukey (5%). Los resultados mostraron que no hubo diferencia estadística significativa entre los *brackets* acondicionados con óxido de aluminio y el grupo control y ni entre las diferentes medidas de las partículas de óxido de aluminio.

2.6. Acondicionamiento repetido de *brackets*

Gardner, “et al.”, (1982), estudiaron el efecto de acondicionamientos sucesivos de *brackets*, sobre la resistencia a la tracción. Diez *brackets* metálicos edgewise fueron pegados en premolares utilizando una resina compuesta. Después de 24 horas las muestras fueron sometidas a la prueba de resistencia a la tracción. Estos *brackets* fueron acondicionados por la empresa Esmaldent (utilizando método térmico) y pegados en otros diez dientes, nunca sometidos a cementado. Este proceso se repitió seis veces, por lo que el valor de la prueba de resistencia a la tracción se determinó en setenta dientes. Por el análisis de varianza, se concluyó que no hubo diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la tracción entre los *brackets* nuevos y acondicionados varias veces (nivel de probabilidad 0,05). Usando un microscopio electrónico de barrido, observaron que después de tres acondicionamientos consecutivos ocurrió una disminución en el espesor de los hilos metálicos de la malla de los *brackets*; después de cuatro, existían hilos metálicos rotos y distorsionados. Después de cinco acondicionamientos, había áreas sin malla y áreas con la malla

distorsionada. Concluyeron que la distorsión de la ranura puede determinar el número de veces que un *bracket* puede ser reutilizado y no la resistencia a la tracción.

Con el fin de evaluar el potencial de reducción de los costos del tratamiento ortodóntico sin pérdida de calidad, Buchwald (1989), analizó el uso de *brackets* acondicionados en tres ciclos de un año y medio. Utilizó 1000 *brackets* nuevos de G.A.C. en 50 casos, pegados con Rely-a-bond, del segundo premolar izquierdo al segundo premolar del lado opuesto de la arcada superior e inferior mientras que los molares fueron bandeados. Estos *brackets* fueron acondicionados tres veces por el método Ortho-cycle (método químico) y reutilizados después de cada acondicionamiento. Se observó que el proceso de acondicionamiento no alteró las angulaciones y el torque de los *brackets* y que el acondicionamiento restauraba el estado de retención. Concluyó, que la reutilización de *brackets* es una posibilidad de reducción de costos, manteniendo un rendimiento similar a los *brackets* nuevos.

Regan, Van Noort y O'Keeffe (1990), compararon la influencia en la resistencia a la tracción de tres *brackets* metálicos con diferentes formatos de base, usando dos diferentes tipos de acondicionamiento. Se examinó además el efecto acumulativo de acondicionamientos y la influencia del ambiente bucal en la resistencia a la tracción, incluyendo, para ello, *brackets* ya utilizados clínicamente. Los *brackets* utilizados fueron seleccionados con el fin de comparar brackets monobloque de Dyno-Lock, monobloque de Edgeway y convencional de Rocky Mountain. Los *brackets* fueron cementados en cilindros plásticos, con adhesivo Phase II, manipulado de acuerdo con las instrucciones del fabricante, sin el grabado ácido previo. Los

métodos de acondicionamiento utilizados fueron el térmico (Esmaldent) y el químico (Ortho-Cycle). Las pruebas de resistencia a la tracción se realizaron en una máquina de pruebas mecánicas a una velocidad de 5 mm/min y la carga de desprendimiento registrada en Kgf. Las muestras se componían de: 1) 108, *brackets* nuevos separados en 3 grupos de 36 para cada marca; 2) 108, *brackets* utilizados previamente en el tratamiento ortodóntico, también separados en tres grupos de cada marca. Después de la primera cementación, los *brackets* nuevos (grupo control) fueron sometidos a la prueba de resistencia a la tracción. Con el objetivo de evaluar el efecto acumulativo del acondicionamiento químico y térmico, todos los *brackets* nuevos fueron acondicionados hasta cuatro veces, mientras que los usados clínicamente sólo una vez. Se observó que después del acondicionamiento, por ambos métodos, todas las bases demostraron una significativa disminución en la resistencia a la tracción cuando se compararon a los *brackets* nuevos, considerados grupo control (Dyna-lock: control = 10,4 Kgf, acondicionado una vez por el método químico = 8,4 Kgf, acondicionado una vez por el método térmico = 8,2 Kgf / Edgeway: control = 14,6 Kgf, acondicionados por el método químico = 11,5 kgf; acondicionados por el método térmico = 6,2 Kgf / Rocky Mountain: control = 13,0 kgf; acondicionado una vez por el método químico = 9,2 Kgf; acondicionado una vez por el método térmico = 10,1 Kgf). También observaron que después de cuatro acondicionamientos consecutivos no hubo diferencia significativa con respecto a la primera. Concluyeron que: 1) El *bracket* monobloque Dyna-lock presentó una mayor resistencia a la tracción cuando fue comparado al monobloque Edgeway y al convencional Rocky Mountain; 2) el primer acondicionado de *brackets*, tanto por el método químico o térmico, resulta en una

disminución estadísticamente significativa de la resistencia a la tracción; 3) el acondicionamiento acumulativo no presentó diferencia estadísticamente significativa en la resistencia a la tracción, aunque se observó una reducción; 4) los *brackets* monobloque Dyna-lock fueron más afectados por el proceso de acondicionamiento térmico cuando se comparan a los otros tipos de *brackets*, siendo este proceso definitivamente no recomendado para ese tipo de *bracket*; sin embargo, los *brackets* monobloque Edgeway y el convencional Rocky Mountain, pueden ser acondicionados tanto por el método químico como por el térmico.

2.6.1 Acondicionamiento repetido de brackets con técnica arenado de óxido de aluminio

Lunardi, “et al.”, (2008) realizaron una investigación con el objetivo de evaluar el efecto de dos procesos de acondicionamiento consecutivos en la resistencia al cizallamiento de diferentes adhesivos de ortodoncia. Adhirió *brackets* Edgewise a las superficies bucal de 40, incisivos bovinos utilizando los siguientes adhesivos: Concise (grupo I), Transbond XT (grupo II), Smart Bond (grupo III) y Fuji Ortho (grupo IV). Los dientes fueron guardados en agua a 37°C por 24 horas, termociclados entre 5° y 55°C, y descementados utilizando una maquina Instrom a una velocidad de 0.5 mm/min. En todos los grupos, los *brackets* cementados fueron descementados y recementados después de acondicionamiento con arenado de partículas de óxido de aluminio de 50 µm. Después del segundo registro de resistencia al cizallamiento, el procedimiento de acondicionamiento, recementado y prueba de resistencia al cizallamiento fue repetido. Los resultados mostraron que el acondicionamiento

repetido no interfiere en la retención del *bracket*, independientemente del adhesivo que fue utilizado. Los valores más altos de resistencia al cizallamiento fueron obtenidos después del descementado por Transbond XT, independientemente del procedimiento de acondicionamiento. Concluyo que el acondicionamiento repetido de *brackets* utilizando arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 μm no afecta la resistencia al cizallamiento de *brackets* metálicos adheridos con diferentes adhesivos de ortodoncia.

Ese mismo año, Luque, “et al.”, publicaron un estudio donde querían determinar la variación de la fuerza de adhesión in vitro de *brackets* acondicionados con las técnicas de flameado, arenado y de *brackets* nuevos; 60, premolares sanos extraídos por indicación ortodóntica fueron agrupados aleatoriamente en 3 grupos: grupo I, *brackets* acondicionados con técnica de arenado; grupo II, *brackets* acondicionados, con técnica de flameado y grupo III, *brackets* nuevos, como control. Todos los *brackets*, fueron adheridos con resina de autopolimerizado No Mix (Prime Dental Manufacturing INC). Inicialmente, los *brackets* nuevos fueron adheridos a todos los grupos para determinar la fuerza de adhesión inicial (primer ensayo de cizallamiento); luego fueron sometidos hasta tres ensayos más utilizando una máquina universal de fuerzas. Los resultados mostraron que la fuerza de adhesión disminuyó en todos los grupos conforme al número de ensayos de cizallamientos, sin embargo, los *brackets* arenados mostraron significativamente mayor fuerza de adhesión que los *brackets* flameados y nuevos. Aparentemente en el cuarto ensayo de cizallamiento se

produjo un estrés máximo de la estructura del esmalte y, en consecuencia, la retención de la base de los *brackets* dejó de ser relevante.

Bahnasi, “et al.”, (2013), compararon la resistencia al cizallamiento (RC), de *brackets* de acero inoxidable nuevos, acondicionados y con acondicionamientos repetidos con o sin primer de base. Utilizaron 120, premolares y 120, *brackets* de acero inoxidable de premolares, divididos en 6 grupos de 20, dientes cada uno. Colocaron adhesivo en un pad de papel y fotopolimerizaron por 10 segundos; luego colocaron resina en 80 de los 120, *brackets*. Los *brackets* fueron posicionados en el pad de papel con una presión leve removiendo los excesos y luego fotopolimerizados. Luego los *brackets* fueron descementados del pad de papel utilizando pinzas. Estos 80, *brackets* fueron almacenados en agua destilada por 24 h a 37°C y luego sujetos a termociclado por 500 ciclos en agua destilada entre 5° y 55°C. Después los *brackets* fueron arenados con partículas de óxido de aluminio de 50 µm a 90 psi de 20 a 30 segundos hasta no ver a simple vista resina remanente. Se repitió el cementado, descementado, termociclado y arenado a la mitad de estos *brackets* (40 *brackets*). La base de los *brackets*, se examinó bajo un microscopio electrónico de barrido durante los procesos de acondicionamiento y compararon los resultados con los *brackets* nuevos. Se colocó “primer” en la base de los *brackets* de los grupos I,III y V. Luego los *brackets* fueron cementados sobre la superficie vestibular de los dientes de cada grupo. Procedieron a realizar la prueba de resistencia al cizallamiento 30 minutos después de la cementación con una máquina universal de pruebas con una velocidad de 1mm/min hasta el descementado. La fuerza fue registrada en Newton (N). Se

examinaron los dientes bajo el microscopio electrónico de barrido y la resina remanente fue sometida al índice de adhesivo remanente (ARI). Encontraron que la media a la resistencia al cizallamiento del grupo I, era significativamente, mayor, en comparación con el grupo 6. No hubo diferencia significativa, entre todos los grupos de las dos categorías (con o sin primer). La media del grupo VI, fue significativamente, menor, comparada con el grupo II y IV. Concluyeron del estudio lo siguiente: 1) el acondicionamiento de *brackets* con arenado puede ser una alternativa a la utilización de *brackets* nuevos lo que puede proveer una reducción en costos; 2) en caso de utilizar *brackets*, con acondicionamiento repetido, es mejor aplicar un agente de unión en la base del *bracket*, para mayor resistencia de adhesión.

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

A continuación se describe la metodología que se utilizó para el desarrollo de esta investigación, el tipo y la técnica, la operacionalización, las variables, las hipótesis, los sujetos que hicieron parte de esta investigación, el instrumento, la recolección y análisis de los datos.

3.1. Tipo y técnica de investigación

Esta investigación se enmarca dentro del tipo explicativa, experimental, cuantitativa, hipotética-deductiva, correlacional.

La técnica de investigación utilizada fue cuasi-experimental, en la cual se obtuvieron los datos a través de las mediciones realizadas sobre *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos acondicionados, con técnica de arenado adheridos a premolares extraídos sanos.

3.2. Operación del método de investigación

3.2.1. Etapa 1: Selección de *brackets* y dientes

Se seleccionaron *brackets* metálicos de premolares inferiores, modelo Gemini de la marca Unitek, 3M. Se recolectaron premolares inferiores extraídos de las clínicas odontológicas públicas y privadas de la ciudad de Panamá, provincia de Panamá, que cumplieran con los criterios de inclusión.

3.2.2. Etapa 2: Recolección de la muestra

Se prepararon las superficies vestibulares de los premolares, se cementaron los brackets, se prepararon y almacenaron las bases acrílicas.

3.2.3. Etapa 3: Medición de las variables

Se realizaron las pruebas de resistencia al cizallamiento a *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos acondicionados, con técnica de arenado. Los datos fueron registrados en el instrumento de investigación, para su posterior análisis.

3.2.4 Etapa 4: Análisis de resultados con prueba estadística

Se realizaron los análisis estadísticos para comparar la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos acondicionados con técnica de arenado. Se relacionó el número de acondicionamientos de *brackets* metálicos con la fuerza de adhesión.

3.3. Variables de la investigación de estudio

3.3.1. Fuerza de adhesión

Se define fuerza de adhesión a la cantidad de fuerza necesaria para descementar un *bracket* metálico, adherido a una superficie dental.

3.3.2. *Bracket* metálico nuevo

Bracket metálico en su empaque original sin ningún tipo de acondicionamiento previo.

3.3.3. *Bracket* metálico acondicionado con técnica de arenado

Bracket metálico previamente cementado, el cual es acondicionado mediante la remoción de restos de adhesivo en la base del mismo con arenado de óxido de aluminio.

Variables	Concepto	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
Variable dependiente				
Fuerza de adhesión	La fuerza o grupo de vector físicos que aplicados a un cuerpo tratan de cortarlo o desplazarlo en sentido vertical	Máquina universal de pruebas (Instron)	Descementado del bracket	Cuantitativa (MPa)

Variables independientes				
Brackets metálicos	Elementos terapéuticos que utiliza el ortodoncista adheridos de manera temporal al esmalte de los dientes para corregir anomalías de posición dentaria.	Observación	Colocación adecuada de cada bracket en la pieza dentaria	Nominal: 1: Nuevos 2: Acondicionados (arenados)

3.4. Hipótesis

Hipótesis que sustentan el problema de investigación:

H1: La fuerza de adhesión de *brackets* metálicos acondicionados con técnica de arenado es menor que la de *brackets* metálicos nuevos.

H0: La fuerza de adhesión de *brackets* metálicos acondicionados con técnica de arenado es mayor que la de *brackets* metálicos nuevos.

H1: A mayor cantidad de acondicionamientos de *brackets* metálicos con técnica de arenado menor fuerza de adhesión.

H0: A mayor cantidad de acondicionamientos de *brackets* metálicos con técnica de arenado mayor fuerza de adhesión.

3.5. Sujetos de la investigación

El universo de estudio estuvo constituido por 10 *brackets* metálicos nuevos de premolares inferiores (Gemini, Unitek 3M) y 60 premolares inferiores extraídos en diferentes clínicas, odontológicas públicas y privadas de la ciudad de Panamá, provincia de Panamá, en un periodo del 20 de julio al 5 de agosto del 2017 y que cumplieron con los criterios de inclusión. En la presente investigación, el universo será igual a la muestra ($N = n$).

3.5.1. Criterios de inclusión

Descripción de los criterios de inclusión que se utilizaron para la selección de la muestra de *brackets* metálicos:

- *Brackets* metálicos de primer premolar inferior (Gemini, Unitek 3M).
- Superficie total de la malla de 8.8995 mm².
- Calibre de la malla de 80 μ (0.0008 milímetros).
- Sin proceso de acondicionamiento de la malla de fábrica.
- Ranura de 0.022" x 0.028".

Descripción de los criterios de inclusión que se utilizaron para la selección de la muestra de dientes extraídos:

- Premolares extraídos con todas las superficies coronales libres de caries, fracturas, desgastes, cementaciones previas o restauraciones.
- Premolares extraídos conservados en suero fisiológico luego de la extracción.

3.5.2. Criterios de exclusión: Los criterios de exclusión que se utilizaron para la selección de la muestra de *brackets* metálicos y premolares extraídos fueron los siguientes:

- *Brackets* metálicos que no cumplieron con los criterios de inclusión.
- Premolares extraídos que no cumplieron con los criterios de inclusión.

3.6. Recolección de los datos

A continuación, se describe el método por el cual se llevó a cabo la recolección de los datos de la investigación, para determinar la fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos con acondicionamiento repetido con técnica de arenado.

La misma se realizó en el laboratorio de biomateriales dentales, división de estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, circuito de la investigación científica, ciudad universitaria, delegación Coyoacán 04510, México D.F., México en *brackets* metálicos nuevos y *brackets* metálicos con acondicionamiento repetido con técnica de arenado adheridos a premolares extraídos, en noviembre del 2017.

Se conformaron 6 grupos de 10 premolares que se denominaron: Grupo Control, A1, A2, A3, A4, A5.

Preparación de los dientes

Se limpió la superficie de esmalte vestibular de todos los premolares con piedra pómez fina, copa de profilaxis desechable (una nueva por cada diente) y pieza de baja velocidad (20,000 rpm) por 5 segundos, seguido de lavado durante 10 segundos y secado con aire comprimido por 10 segundos.

Cementación de los *brackets*

Se le aplicó gel de ácido fosfórico al 37% (Scotchbond Universal Etchant, 3M) a la superficie vestibular de todos los dientes del grupo control por 15 segundos. Luego se enjuagó con un chorro de agua continua durante 30 segundos y se secó con aire libre de humedad hasta que en la superficie apareciera un área de color blanco tiza.



Figura 1. Grabado con gel de ácido fosfórico al 37% de la superficie vestibular del diente.



Figura 2. Superficie vestibular del diente grabada y seca.

Después del grabado ácido, se aplicó sobre la superficie dental el adhesivo (Transbond XT Primer, 3M Unitek) utilizando un aplicador desechable (uno nuevo por cada diente). Se aplicó una pequeña capa resina (Transbond XT, 3M Unitek) a la base de un *bracket* nuevo, fue posicionado sobre la superficie dental con la ayuda de una pinza porta *brackets* (Unitek™ *Bracket Placement Instrument*, 3M), se ajustó la posición del *bracket* a 4 mm del vértice cuspídeo con la ayuda de un calibrador de *brackets* (Positioning Gauge Three (4.0 - 4.5 mm), Unitek™ *Bracket*, 3M), y se presionó contra la superficie dental para hacer salir los excesos de resina de la base del *bracket*. Se retiraron los excesos sin mover el *bracket* de posición con un explorador No. 5, (5 XTS® explorer, Hu-Friedy). Se fotopolimerizó el *bracket* 5 segundos por mesial y 5 segundos por distal con una lámpara de luz LED (Elipar S10, 3M) con intensidad de onda de 1200mW/cm², confirmada con un radiómetro.



Figura 3. Aplicación de adhesivo sobre la superficie vestibular del diente.



Figura 4. Aplicación de resina a la base del *bracket* nuevo.

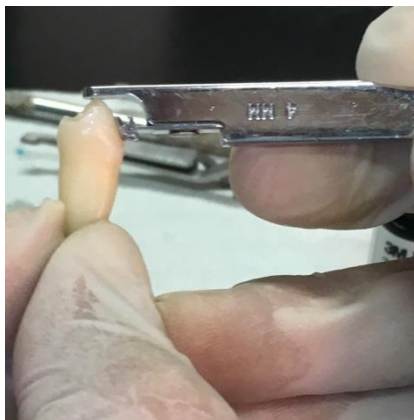


Figura 5. Ajuste de la posición del *bracket* a 4 mm del vértice cuspeo con la ayuda de un calibrador de *brackets*.

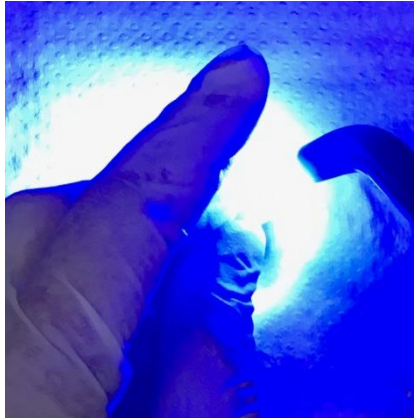


Figura 6. Fotopolimerización del *bracket* con una lámpara de luz LED.

Preparación de la base acrílica

Se colocaron arcos rectos de acero inoxidable de 0.019x0.025", sobre el slot de los *brackets* cementados y se fijaron con un elastómero individual, utilizando una pinza Mathieu. Luego fueron colocados sobre anillos de polipropileno de 4cm de diámetro externo, 2.5 cm de diámetro interno y 2cm de altura, sobre una superficie plana y fueron fijados a estos mediante modelina, se procuró colocar la base del *bracket* paralela al plano horizontal tanto en sentido mesio-distal como ocluso-gingival.

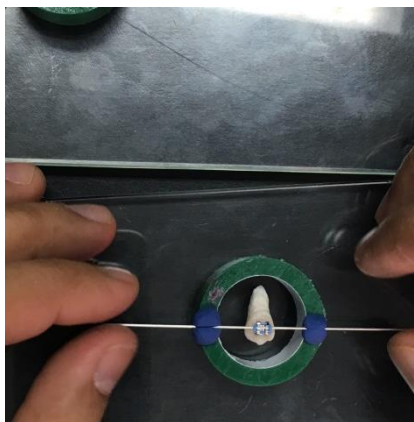


Figura 7. Colocación de diente sobre anillo de polipropileno.

Se preparó acrílico autocurable de color rosado con una consistencia semilíquida y se cubrió la cavidad interna del anillo dejando expuesta la cara vestibular del diente. Se removieron los excesos de acrílico y se esperó que el acrílico fraguara.



Figura 8. Vaciado de acrílico dentro de anillo de polipropileno.



Figura 9. Retiro de base acrílica fraguada.

Las bases acrílicas fueron removidas de los anillos y almacenadas en un envase cerrado con suero fisiológico durante 24 horas, antes de la primera prueba de resistencia al cizallamiento.

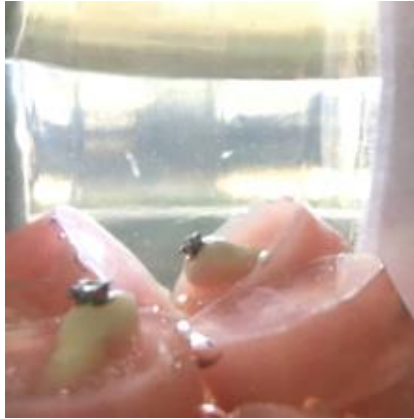


Figura 10. Almacenamiento de bases acrílicas en suero fisiológico.

Prueba de resistencia al cizallamiento

La prueba de resistencia al cizallamiento se realizó en una máquina universal de fuerzas marca Instron modelo 5567 del año 2005. Fue supervisada y realizada por el Dr. Jorge Guerrero Ibarra experto calificado.



Figura 11. Máquina universal de fuerzas Instron modelo 5567 año 2005.

Las bases acrílicas con los dientes sumergidos, fueron colocadas en la máquina universal de fuerzas, con la ayuda de una prensa con la base del *bracket* paralela a la herramienta de corte. La herramienta de corte utilizada fue una cuchilla biselada la cual

tomó contacto entre la base y las aletas de los *brackets* hasta el desprendimiento de la unión *bracket*/diente.

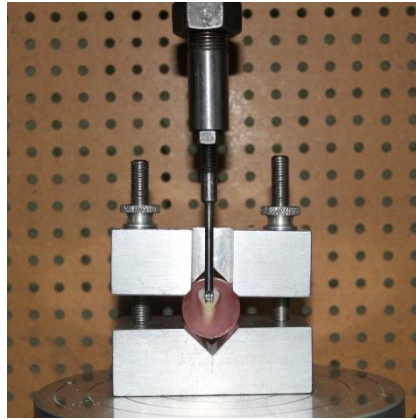


Figura 12. Prueba de cizallamiento.

La máquina se programó a una velocidad de 1(un) mm/min de acuerdo a la estandarización ISO que contempla velocidades de 0.75 ± 0.30 mm/min, un rango de fuerza de carga de 0/500 N con una precisión de ± 0.1 N.



Figura 13. Programación de velocidad de maquina Instron.

La resistencia al cizallamiento fue registrada en kg-F y luego convertida en MPa utilizando el área de la base del *bracket* (8.8995 mm²).

Los datos de cada prueba se registraron en el instrumento de recolección de los datos.

Acondicionamiento de los *brackets*

Luego del ensayo de resistencia al cizallamiento, los *brackets* se guardaron con su orden respectivo para cada muestra.

La resina, remanente, en la base de los *brackets*, fue arenada con partículas de óxido de aluminio de 50 μm , a una distancia de 5mm, entre la base del *bracket* y la punta del arenador bajo una presión de aire de 90 PSI de 20-30 segundos, dependiendo de la cantidad de resina remanente, hasta obtener una superficie de la base del *bracket* sin resina remanentes a la vista. Se utilizó un porta *bracket*, para sostener el *bracket* en el momento de ser arenado. El arenador utilizado fue el Microetcher IIA™, Danville Materials.



Figura 14. Medición de la distancia entre la base del *bracket* y la punta del arenador.



Figura 15. Regulación de la presión de aire del arenador utilizado.

Luego de ser arenados, los *brackets* fueron cementados en el mismo orden sobre los dientes del grupo A1, a los cuales se le aplicó el protocolo de preparación de dientes: limpieza de superficie de esmalte vestibular con piedra pómez fina, copa de profilaxis desechable (una nueva por cada diente) y a baja velocidad (20,000 rpm) por 5 segundos, seguido de lavado durante 10 segundos y secado con aire comprimido por 10 segundos, igualmente, el de cementación, se confeccionaron y almacenaron las bases acrílicas, se repitió el ensayo de resistencia al cizallamiento y se acondicionaron nuevamente los *brackets*.

El mismo protocolo fue utilizado para el grupo A2, A3, A4 y A5.

Observación al estereomicroscopio

Se escogió la muestra 1(uno) de *bracket* nuevo previo a la cementación, se observó y fotografió la malla a una magnificación de 32X en el estereomicroscopio, (Estéreo microscopio MBC – 10, LOMO). Luego del desprendimiento de la primera prueba de cizallamiento del *bracket* de la muestra 1(uno), se observó y fotografió la

mallá nuevamente a la misma magnificación. Previo de la cementación de la muestra 1(uno), al grupo A5, se observó y fotografió la mallá.



Los datos obtenidos fueron introducidos en una hoja de cálculo de Excel (Microsoft, Seattle, Washington, EE.UU.) para el cálculo descriptivo estadístico.

3.7. Instrumento de la investigación

Se elaboró una tabla que constó con la siguiente información:

Muestra: Número de la muestra a estudiar.

Grupo Control: Registro de resistencia al cizallamiento de *bracket* nuevo cementado.

A1: Registro de resistencia al cizallamiento de *bracket* acondicionado por primera vez.

A2: Registro de resistencia al cizallamiento de *bracket* acondicionado por segunda vez.

A3: Registro de resistencia al cizallamiento de *bracket* acondicionado por tercera vez.

A4: Registro de resistencia al cizallamiento de *bracket* acondicionado por cuarta vez.

A5: Registro de resistencia al cizallamiento de *bracket* acondicionado por quinta vez.

Tabla 1 – Instrumento de la investigación.

Muestra	Grupo Control	A1	A2	A3	A4	A5
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

3.8. Análisis de los datos

En esta investigación se realizó:

- Una estadística descriptiva de todas las variables, utilizando la media aritmética, desviación estándar y porcentajes, según el tipo de variable.
- Una estadística analítica para comprobar la hipótesis planteada; para ello, se utilizó la prueba Anova de un factor. Se comprobó los supuestos de la misma, comenzando con el supuesto de normalidad, para la cual se utilizó la prueba Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. El segundo supuesto que se corroboró fue el de varianzas iguales o homocedasticidad, para ello se utilizó la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene.
- Para realizar comparaciones entre el promedio de la fuerza de adhesión de los *brackets* del grupo control y los cinco grupos de brackets acondicionados, se procedió a realizar la prueba de Dunnet y posteriormente, la prueba de diferencias mínimas (DMS).
- Para la correlación de variables se utilizó la correlación de Pearson.
- Se tuvo como consideración un nivel mínimo de significancia, por un valor de $P < 0.05$.
- Para el análisis de los datos recolectados se utilizó el programa StatCalc Epi-info 7.

CAPÍTULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1. Análisis Descriptivo de los Datos

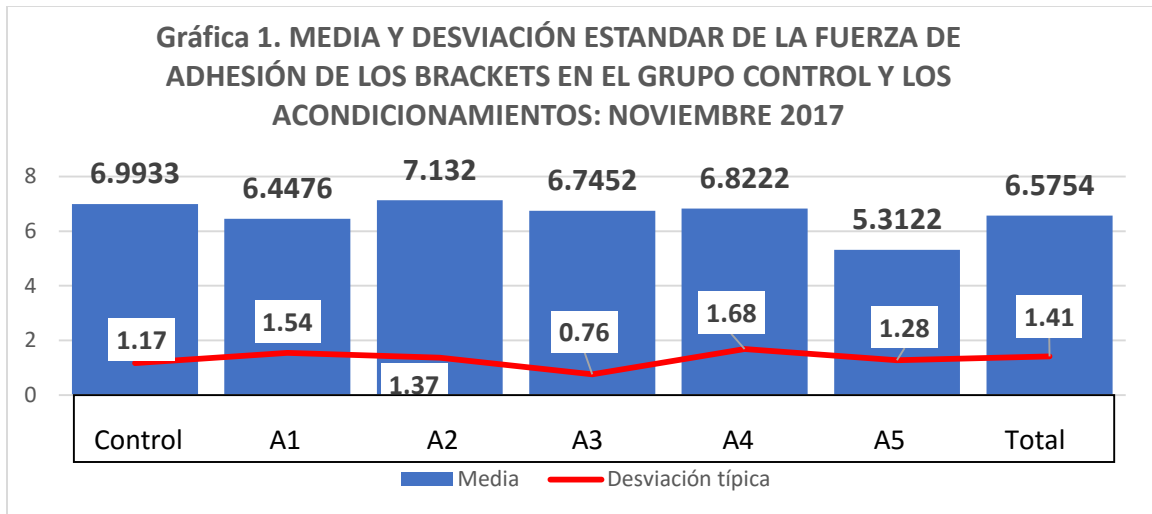
Una vez recopilada la información estadística, se procedió a realizar el análisis descriptivo de la información, mediante las medidas de tendencia central, dispersión y su representación gráfica.

Tabla 1. MEDIDAS DESCRIPTIVAS DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE LOS BRACKETS, SEGÚN GRUPO CONTROL Y LOS ACONDICIONAMIENTOS: NOVIEMBRE 2017

	N	Media	Desviación típica	Error típico	Intervalo de confianza para la media al 95%		Mínimo	Máximo
					Límite inferior	Límite superior		
Grupo Control	10	6.9933	1.17300	.37094	6.1542	7.8324	5.54	9.80
A1	10	6.4476	1.54121	.48737	5.3451	7.5501	4.10	9.07
A2	10	7.1320	1.37122	.43362	6.1511	8.1129	5.85	9.53
A3	10	6.7452	.76375	.24152	6.1988	7.2916	5.52	8.24
A4	10	6.8222	1.68349	.53237	5.6179	8.0265	4.47	9.95
A5	10	5.3122	1.27552	.40336	4.3997	6.2247	3.54	7.23
Total	60	6.5754	1.41388	.18253	6.2102	6.9407	3.54	9.95

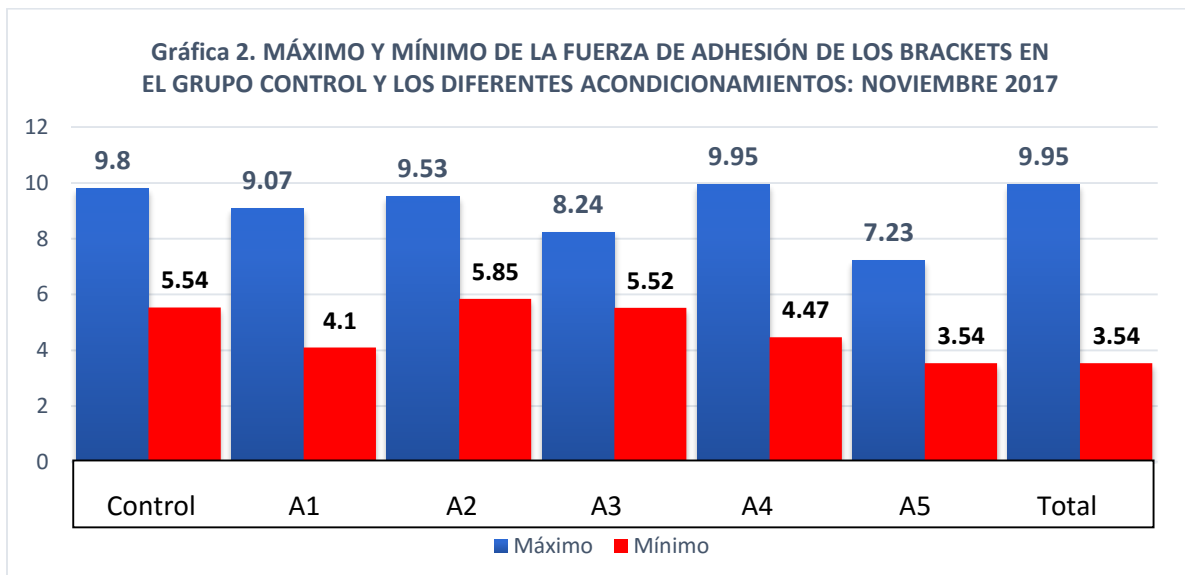
Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

Al analizar los resultados de la fuerza de adhesión de los *brackets* del grupo control y los cinco acondicionamientos, podemos observar que la media total de todo el grupo fue de 6.5754 MPa y su desviación estándar de 1.41 MPa.



Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación , Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

Al diferenciar los grupos, se pudo observar que la media mayor, la registró el A2 con un valor de 7.132 MPa, seguido del grupo control con 6.993 MPa y el A4 con 6.822 MPa, el menor promedio registrado fue la del A5 con 5.312 MPa.

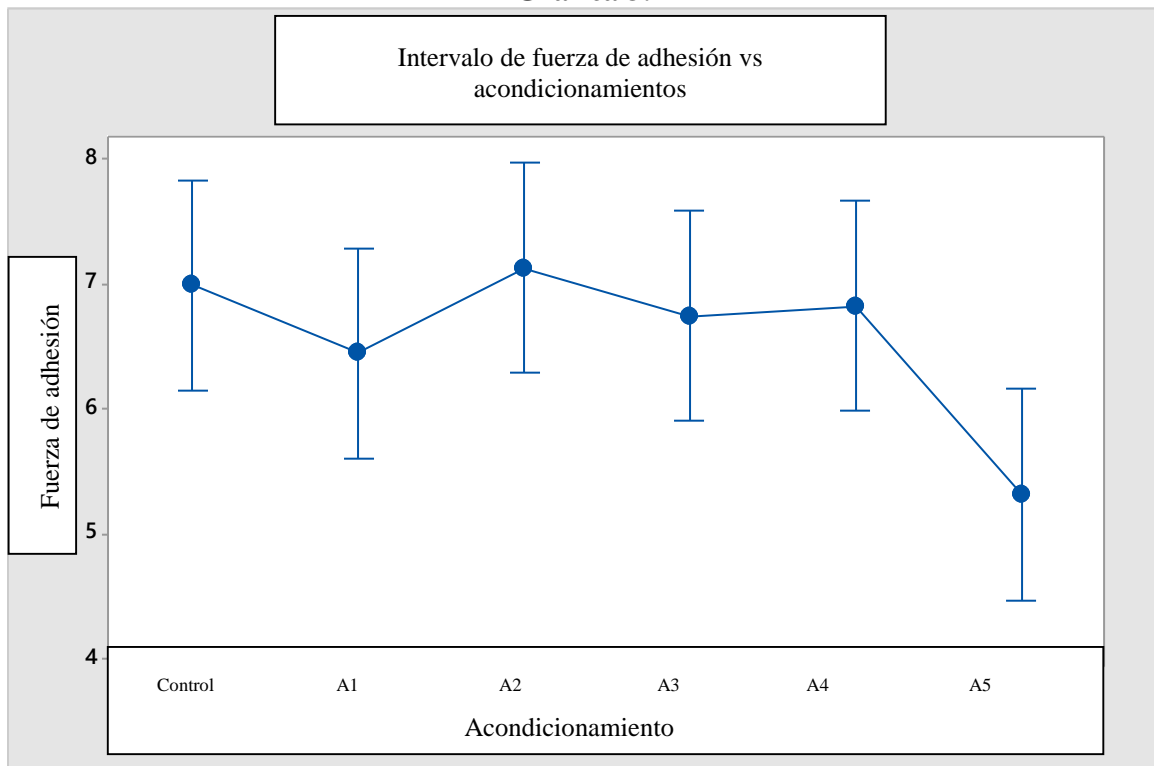


Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación , Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

Con relación a los valores máximos y mínimos observados en los diferentes grupos objeto de análisis, pudimos observar que el valor máximo de fuerza de adhesión de los brackets se registró en el A4 con 9.95 MPa y con un mínimo de 4.47 MPa, le sigue el grupo control, con un máximo en la fuerza de adhesión de 9.8 MPa y un mínimo de 5.54 MPa, continua el A2, con un máximo de 9.53 MPa y un mínimo de 5.85 MPa. Cabe destacar, que el valor máximo y mínimo más pequeño registrado fue para el A5 con 7.23 MPa y 3.54 MPa respectivamente.

La gráfica 3, muestra la media y su intervalo, se observó que no todas las medias difieren unas de otras. Se encontró similitud entre el A3, A4 y A1 y entre el grupo control y el A2.

Gráfica 3.



Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

En la gráfica 3, pudimos observar, la media y los intervalos de confianza, donde se encuentra la media verdadera, como también se describió en la tabla 1(unos). Pudimos observar que en el grupo control su media fue 6.993 MPa, pero este estimador encuentra su verdadero valor en el intervalo de confianza de 6.154 a 7.832 MPa. El A1, tuvo una media de 6.448 MPa y su intervalo de confianza es de 5.315 a 7.550 MPa, donde se encuentra el verdadero valor de la media; el A2, tuvo una media de 7.132 MPa, y se encuentra contenida en el intervalo de confianza de 6.151 a 8.112 MPa. En el caso del A3, su media registró los 6.745 MPa, y se espera que su valor verdadero se encuentre en el intervalo de confianza de 6.198 a 7.291 MPa, para A4 y A5, la media se encuentra en el intervalo de confianza de 5.617 a 8.026 MPa y de 4.399 a 6.224 MPa, respectivamente.

4.2. Comprobación de la Hipótesis

Una vez realizado el análisis descriptivo de los datos se procedió a comprobar las hipótesis de investigación:

Hipótesis 1:

H₁: Al menos una de las medias de fuerza de adhesión de los *brackets* metálicos es diferente.

Anova de un Factor

Para comprobar la hipótesis planteada utilizamos la prueba Anova de un factor. Para ello, comprobamos los supuestos de la misma, comenzamos con el supuesto de normalidad, para la cual usamos la prueba Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk.

Tabla 2. Pruebas de normalidad

Grupo	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Control	.212	10	.200*	.872	10	.105
A1	.123	10	.200*	.969	10	.877
A2	.306	10	.009	.800	10	.015
A3	.174	10	.200*	.955	10	.734
A4	.182	10	.200*	.948	10	.646
A5	.123	10	.200*	.946	10	.624

a. Corrección de la significación de Lilliefors

Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

Con respecto a los test de normalidad, no se encontró significancia estadística ($p > 0,05$) en los cinco acondicionamientos, con excepción del A2. Cabe destacar, que esta significancia del A2, pudo deberse al pequeño tamaño de la muestra, lo cual pudo afectar la comprobación de este supuesto. Aunque realicemos las transformaciones respectivas, por lo cual, asumiremos la normalidad de la distribución del promedio de fuerza de adhesión obtenida en la población de la que provienen los datos de la muestra.

El segundo, supuesto, que se corroboró fue el de varianzas iguales o homocedasticidad, para ello utilizamos la prueba de homogeneidad de varianzas de Levene. Al resultar la prueba no significativa, se utilizó el Anova de un factor puesto que se corroboró el supuesto de igualdad de varianza.

Tabla 3. Prueba de homogeneidad de varianzas

Fuerza de adhesión

Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
1.688	5	54	.153

Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

Puesto, que el p-valor fue mayor que 0.05, se aceptó la hipótesis de igualdad de varianzas y se pudo concluir que, en las poblaciones definidas por los seis grupo: el grupo control y los cinco acondicionamientos las varianzas de la fuerza de adhesión de los brackets son iguales. Entonces, se cumplió con el criterio de homocedasticidad.

A continuación, procedimos a realizar el Anova de un factor.

Tabla 4. ANOVA

Fuerza de adhesión

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	21.862	5	4.372	2.457	.045
Intra-grupos	96.083	54	1.779		
Total	117.945	59			

Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

Puesto que, el p-valor, fue menor que 0.05, se pudo rechazar la hipótesis de igualdad de medias y concluir que al menos una las medias de la fuerza de adhesión de los brackets de las muestras comparadas no son iguales. Por lo que se rechazó la hipótesis de igualdad de medias.

Comparaciones de Medias

Procedimos a realizar la prueba de Dunnet y posteriormente la prueba de diferencias mínimas (DMS) para comparar el promedio de la fuerza de adhesión de los brackets del grupo control con los cinco acondicionamientos.

Tabla 5. Comparaciones múltiples Prueba de Dunnett

Fuerza de adhesión

t de Dunnett (bilateral)^a

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
A1	Control	-.54570	.59654	.827	-2.0911	.9997
A2	Control	.13870	.59654	.999	-1.4067	1.6841
A3	Control	-.24810	.59654	.992	-1.7935	1.2973
A4	Control	-.17110	.59654	.999	-1.7165	1.3743
A5	Control	-1.68110*	.59654	.028	-3.2265	-.1357

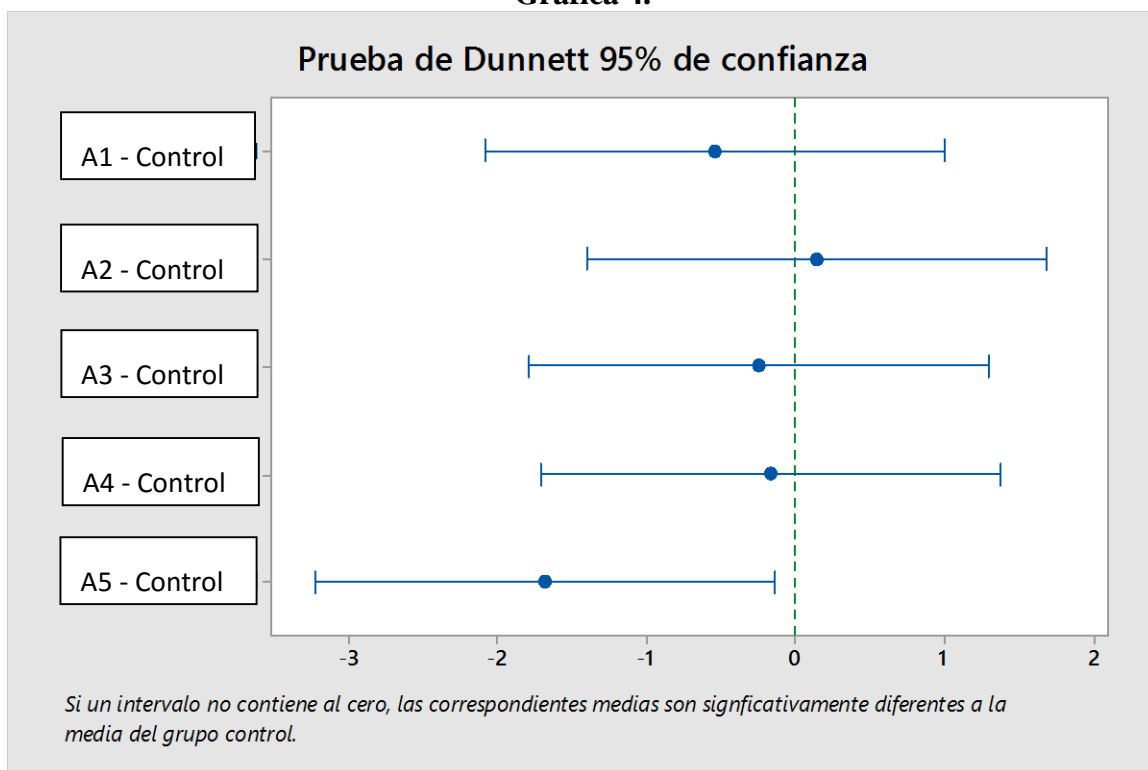
a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

La Prueba de Dunnett se utiliza cuando tenemos un grupo control y deseamos compararlo con el resto de los tratamientos. Al realizar esta prueba llegamos a la siguiente conclusión: Al ser la significancia (sig.) o el p-valor menor a 0.05 comprobamos la existencia de diferencias en las medias de la fuerza de adhesión de los *brackets* de las muestras analizadas. En este sentido, pudimos observar en la tabla superior que solo resultó significativa la diferencia entre las medias del grupo control y el A5, con un p-valor menor 0.05. Por lo cual, se concluye que la media de la fuerza de adhesión de los brackets en el grupo control fue similar a: A1, A2, A3 y A4, pero fue superior a A5.

Gráfica 4.



Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

En la gráfica 4, en la parte superior pudimos observar los intervalos de confianza de la media obtenidos a través de la Prueba de Dunnett a un nivel de significancia del 95%. Se observó que las medias que incluyeron al cero, no fueron significativamente diferentes, observándose que el grupo control y A1, A2, A3 y A4, incluyeron al cero, por lo tanto, fueron homogéneos, mientras que el A5, es el único que no incluyó al cero, por lo cual fue diferente al grupo control.

Comparación Múltiple de Dunnett con el grupo control

Información de los grupos usando el método de Dunnett con un 95% de confianza

Grupo	N	Media	Grupo
Grupo Control	10	6.993	A
A2	10	7.132	A
A4	10	6.822	A
A3	10	6.745	A
A1	10	6.448	A
A5	10	5.312	

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

Por otro lado, se observó en la parte superior los grupos homogéneos y se encontró que el grupo A, estuvo conformado por el grupo control y A1, A2, A3 y A4, lo cual indica que fueron similares en el promedio de fuerza de adhesión de los *brackets*, mientras que el A5 no perteneció a este grupo y su fuerza de adhesión promedio fue menor con respecto a los otros.

Para establecer diferencias entre todos los grupos analizados se procedió a realizar la prueba de diferencias mínimas DMS o Fisher, cuyos resultados se observan en la Tabla 6. Encontrándose que la media de la fuerza de adhesión de los *brackets*, fue significativamente diferente y superior para el grupo control en comparación con el A5. Mientras que el A1 fue similar a todos los grupos analizados incluso el A5, sin embargo, el A2, A3, y A4 fueron similares entre sí y al grupo control, pero sus medias fueron superiores al A5.

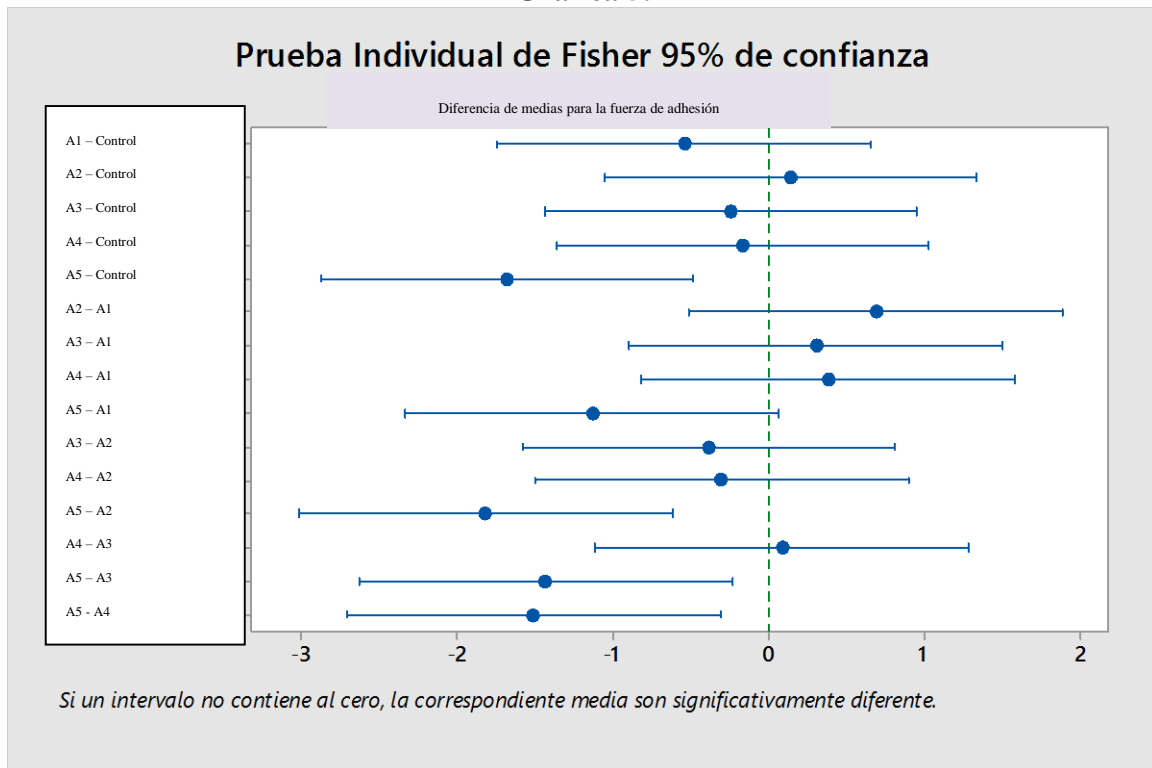
Tabla 6. Comparaciones múltiples, Prueba DMS o Fisher

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Control	A1	.54570	.59654	.364	-.6503	1.7417
	A2	-.13870	.59654	.817	-1.3347	1.0573
	A3	.24810	.59654	.679	-.9479	1.4441
	A4	.17110	.59654	.775	-1.0249	1.3671
	A5	1.68110*	.59654	.007	.4851	2.8771
A1	Control	-.54570	.59654	.364	-1.7417	.6503
	A2	-.68440	.59654	.256	-1.8804	.5116
	A3	-.29760	.59654	.620	-1.4936	.8984
	A4	-.37460	.59654	.533	-1.5706	.8214
	A5	1.13540	.59654	.062	-.0606	2.3314
A2	Control	.13870	.59654	.817	-1.0573	1.3347
	A1	.68440	.59654	.256	-.5116	1.8804
	A3	.38680	.59654	.519	-.8092	1.5828
	A4	.30980	.59654	.606	-.8862	1.5058
	A5	1.81980*	.59654	.004	.6238	3.0158
A3	Control	-.24810	.59654	.679	-1.4441	.9479
	A1	.29760	.59654	.620	-.8984	1.4936
	A2	-.38680	.59654	.519	-1.5828	.8092
	A4	-.07700	.59654	.898	-1.2730	1.1190
	A5	1.43300*	.59654	.020	.2370	2.6290
A4	Control	-.17110	.59654	.775	-1.3671	1.0249
	A1	.37460	.59654	.533	-.8214	1.5706
	A2	-.30980	.59654	.606	-1.5058	.8862
	A3	.07700	.59654	.898	-1.1190	1.2730
	A5	1.51000*	.59654	.014	.3140	2.7060
A5	Control	-1.68110*	.59654	.007	-2.8771	-.4851
	A1	-1.13540	.59654	.062	-2.3314	.0606
	A2	-1.81980*	.59654	.004	-3.0158	-.6238
	A3	-1.43300*	.59654	.020	-2.6290	-.2370
	A4	-1.51000*	.59654	.014	-2.7060	-.3140

*. La diferencia de medias es significativa al nivel .05.

Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año

Gráfica 5.



Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

La gráfica 5, mostró que los intervalos que no incluían al cero, se refirieron a las medias que fueron significativamente diferentes. En este sentido, la media de la fuerza de adhesión de los *brackets* fue diferente entre el A5 y el grupo control, en este caso la media del grupo control, fue significativamente superior a la del A5; igualmente, ocurrió con el A2, A3 y A4 que sus medias fueron significativamente superiores al del A5. Sin embargo, no se observaron diferencias significativas entre el A5 y el A1.

Comparación de la Prueba de Fisher

Grupo de información: Usando Método de Fisher LSD y 95% Confianza

Grupo	N	Media	Grupo
A2	10	7.132	A
Control	10	6.993	A
A4	10	6.822	A
A3	10	6.745	A
A1	10	6.448	AB
A5	10	5.312	B

*Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

En la parte superior se observa, los grupos con medias homogéneas, a los que se les asignó la letra A, y que fueron los que tenían la media mayor; mientras que el segundo grupo homogéneo denotado con la letra B, estuvo conformado con el A1 y el A5, apareció en este grupo el A1 (uno) puesto que no se pudo probar estadísticamente que había diferencias entre este y el A5.

Hipótesis 2:

H₁: A mayor número de acondicionamientos menor la fuerza de adhesión de los *brackets* metálicos.

Para corroborar esta hipótesis, se utilizó la correlación de Pearson y nos basamos en la salida del spss.

Correlaciones

		Resistencia	Cantidad de Acondicionamientos
Fuerza de adhesión	Correlación de Pearson	1	-.267*
	Sig. (bilateral)		.039
	N	60	60
Cantidad de acondicionamientos	Correlación de Pearson	-.267*	1
	Sig. (bilateral)	.039	
	N	60	60

*. La correlación es significativa al nivel 0.05 (bilateral).

Fuente: Datos recabados en el Laboratorio de Biomateriales, División de Estudios de Postgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, lugar en donde se desarrolló el experimento en el año 2017.

El coeficiente de correlación de Pearson fue de -0.267 y como $p = 0.039 < 0.05$, se comprobó que la correlación fue distinta de cero, por lo cual, los datos evidenciaron una relación entre la fuerza de adhesión y la cantidad de acondicionamientos; la cual fue negativa, lo que mostró que esta fue inversa, es decir, a medida que aumentó la cantidad de acondicionamientos, disminuyó la fuerza de adhesión de los *brackets* metálicos, con un nivel de significancia de 0.05. Se destaca, que la magnitud de esta relación (-0.267) fue baja, pero es significativa.

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Discusión

El éxito en el tratamiento de ortodoncia depende de muchos factores, el diagnóstico, la planificación, la cooperación del paciente, el manejo clínico, entre otras.

Para que el sistema funcione es necesario que los *brackets*, permanezcan adheridos a la superficie dental, generando fuerzas continuas sobre los dientes.

Durante el tratamiento es posible que algún *bracket* se desprege, detrás de esta acción se plantean dos escenarios: elegir un *bracket* nuevo o recolocar el *bracket* que se despegó.

Para recolocar el *bracket* es necesario emplear un método de acondicionamiento que remueva la resina de la malla de la base del bracket, sin dañar sus propiedades retentivas.

Estudios anteriores (Millet, “et al.”, 1993, Newman, “et al.”, 1994, Pinto, “et al.”, 1996, Sonis, 1996; MacColl, “et al.”, 1998; Penido, “et al.”, 1998; Tavares, “et al.”, 2003), mencionaron las ventajas ofrecidas por la técnica de arenado con óxido de aluminio, para el acondicionamiento de *brackets* metálicos: simplicidad, eficacia, bajo costo y resultado inmediato, que se comprobó en este estudio.

Varios estudios informaron que el arenado de las bases de los *brackets* con óxido de aluminio aumentaban considerablemente su superficie de retención, lo que producía una reducción significativa en la probabilidad de falla en relación con las

muestras sin arenado (Millet, “et al.”, 1993 y MacColl, “et al.”, 1998). Esto, pudo deberse a que el arenado no solo limpia la resina de la malla de la base del *bracket*, sino también aumenta la rugosidad de la base del *bracket* y en consecuencia su superficie.

Los resultados de fuerza de adhesión de este estudio fueron coincidentes con los de Newman y cols. (1995) ya que se encontraron valores muy semejantes tanto para el grupo control, como para los grupos de acondicionados. (Grupo control: 6.9933 ± 1 , A1: 6.4476 ± 1 , A2: 7.1320 ± 1 , A3: 6.7452 ± 1 , A4: 6.8222 ± 1 , A5: 5.3122 ± 1).

Asimismo, difiere con los resultados reportados por Grabousky y cols. (1998) donde se observó que no existía diferencia estadísticamente significativa entre la fuerza de adhesión de *brackets* nuevos y arenados. Este estudio demuestra que si hubo diferencia significativa, ente el grupo control (6.9933 ± 1) y el A5 (5.3122 ± 1).

Sonis (1996), encontró una ligera disminución en la fuerza de adhesión de los *brackets* arenados, con respecto a los del grupo control; pero, enfatizó que la diferencia no fue estadísticamente significativa, por lo tanto, recomienda que se puede reutilizar un *bracket* usado que se haya descementado sin riesgo de que se descemente más fácilmente que uno nuevo. En este estudio, si hubo una disminución estadísticamente significativa entre el grupo control y el A5. Esto pudo deberse a la pérdida de una parte de la malla de retención de los *brackets*, debido al acondicionamiento repetido, observada en el microscopio con aumento de 32X.

Los valores de fuerza de adhesión encontrados por Sonis (1996), tanto para el grupo control, como para los grupos experimentales, fueron más altos que los de la presente investigación (17,14 MPa y 16,77 MPa.). Esto pudo deberse a que utilizó *brackets* de dos casas comerciales diferentes, lo cual pudo cambiar el diseño de la malla y por ende la retención mecánica se vio modificada.

En la presente investigación, los valores de fuerza de adhesión fueron afectados por el acondicionamiento repetido con técnica de arenado del mismo *bracket*, mostrando diferencia con los estudios de Gardner (1982) y Buchwald (1989), y confirmando los resultados obtenidos por Regan, “et al.”, (1990), Lunardi, “et al.”, (2008), Luque, “et al.”, (2008) y Bahnasi (2013), a pesar de diferir en la metodología empleada para el acondicionamiento.

La fuerza de adhesión mínima clínicamente aceptable no es conocida. Reynolds (1975) y Keizer et al. (1976) sugirieron que la adhesión clínica exitosa puede ser lograda con una fuerza de adhesión en un intervalo de 5.8-7.9 MPa. Los valores promedios resultado de este estudio tanto para *brackets* nuevos, como *brackets* con acondicionamiento repetido, se encontraron dentro de este intervalo (Grupo control: 6.9933 ± 1 , A1: 6.4476 ± 1 , A2: 7.1320 ± 1 , A3: 6.7452 ± 1 , A4: 6.8222 ± 1 , A5: 5.3122 ± 1).

Pickett, “et al.”, (2001), mencionaron 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, descementar el *bracket* sin dañar el esmalte,

esto último puede ocurrir cuando la fuerza de adhesión supera los 14, MPa. En este estudio ningún grupo superó este valor.

5.2. Conclusiones

Al observar y analizar los resultados obtenidos, son formuladas las siguientes conclusiones:

1. En la investigación, se comparó el promedio de fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos con *brackets* metálicos con acondicionamiento repetido con técnica de arenado.
2. El promedio de fuerza de adhesión de *brackets* metálicos con A1(6.44 MPa), A3 (6.74MPa), y A4 (6.82 MPa) acondicionamientos con técnica de arenado, fue menor que el promedio de fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos (6,99 MPa).
3. El promedio de fuerza de adhesión de *brackets* acondicionados con A2 arenados (7.13 MPa) fue mayor que el promedio de fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos.
4. El promedio de fuerza de adhesión de *brackets* metálicos nuevos tuvo diferencia estadísticamente significativa con el promedio de fuerza de adhesión de *brackets* metálicos acondicionados con A5 (5.31 MPa).
5. No se encontró un patrón uniforme en el promedio de fuerza de adhesión a medida que se hacían más acondicionamientos.
6. Los datos evidenciaron que hubo una relación inversa entre la fuerza de adhesión del grupo control y A1, A3, A4, A5, es decir, a medida que

aumentó la cantidad de acondicionamientos, disminuyó la fuerza de adhesión de los *brackets*, con un nivel de significancia de 0.05. Cabe destacar, que la magnitud de esta relación (0.267) fue baja, pero estadísticamente significativa.

7. Se observó, a través del estereomicroscopio, que después de cinco acondicionamientos consecutivos había áreas de la base del *bracket* sin malla, áreas con distorsión y disminución en el espesor de los hilos metálicos componentes de la malla comparada con un *bracket* nuevo.

5.3. Recomendaciones

Investigar otras técnicas de acondicionamiento de *brackets*, para comparar la fuerza de adhesión de estos con este estudio.

Se exhorta a la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado a realizar la inversión en un laboratorio de materiales dentales en la facultad de odontología para que los estudiantes de licenciatura, maestrías y profesores tengan los medios adecuados, para nuevas investigaciones científica y así generar la base de los conocimientos en la aplicación de estos, en beneficio de la comunidad científica y de la población en general.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aksu, M., & Kocadereli, I., 2013, *Influence of two different bracket base cleaning procedures on shear bond strength reliability*. The Journal Of Contemporary Dental Practice; 14(2), 250.r
- Bahnasi, F. I., Rahman, A. N. A. A., & Abu-Hassan, M. I., 2013, *The impact of recycling and repeated recycling on shear bond strength of stainless steel orthodontic brackets*. Orthodontic waves; 72(1), 16-22.
- Basudan AM, Al-Emran SE., 2001, *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. 28(3): 231-236.
- Beer & Johnston, 2006, *Mechanics of Materials* (5th ed.). McGraw Hill
- Bowen, R. L., 1963, *Properties of a silica-reinforced polymer for dental restorations*. The Journal of the American Dental Association; 66(1), 57-64.
- Buchman DJ. 1980, *Effects of recycling on metallic direct-bond orthodontics brackets*. Am J Orthod. 77(6): 654-68.
- Buchwald A., 1989, *A three-cycle in vivo evaluation of reconditioned direct-bonding brackets*. Am J Orthod.; 95(4): 352-4.
- Buonocore MG., 1955, *A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces*. J Dent Res.; 34: 849-53.64

- Chung CH, Fadem BW, Levitt HL, Mante FK., 2000, *Effects of two adhesion boosters on the shear bond strength of new and rebonded orthodontic brackets*. Am J Orthod Dentofacial Orthop.; 118(3): 295-9
- Egan FR, Alexander SA, Cartwright GE., 1996, *Bond strength of rebonded orthodontic brackets*. Am J Orthod Dentofacial Orthop.; 109(1): 64-70.
- Fields, H. W., 1982, *Bonded resins in orthodontics*. Pediatr Dent.; 4, 51-60.
- Gange, Paul ., 2007, Orthodontic bonding overview. Oral Health, vol. 97, no 9, p. 73.
- Garner LD. et al., 1982, *An evaluation of bond strength of recycled orthodontic bonded brackets* [abstract 1354]. J Dent Res.; 61: 329.
- Grabouski JK, Staley RN, Jakobsen JR., 1998, *The effect of microetching on the bond strength of metal brackets when bonded to previously bonded teeth: an in vitro study*. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1998; 114(4): 452-460.
- Green, J., 2014, *The origins and evolution of fixed orthodontic appliances*. Dental Nursing,; 10(9), 524-528.
- Hervás García, A., Martínez Lozano, M. A., Cabanes Vila, J., Barjau Escribano, A., & Fos Galve, P., 2006, *Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas*. Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal (Internet).; 11(2), 215-220.
- Hixson ME, Brantley WA, Pincsak JJ, Conover JP., 1982, *Changes in brackets slot tolerance following recycling of direct-bond metallic orthodontic appliances*. Am J Orthod.; 81(6): 447-54.

- Keizer, S., Ten Cate, J. M., & Arends, J., 1976, *Direct bonding of orthodontic brackets*. American Journal of Orthodontics.; 69(3), 318-327.
- Khosravanifard, B., Nemati-Anaraki, S., Nili, S., & Rakhshan, V., 2011, *Assessing the effects of three resin removal methods and bracket sandblasting on shear bond strength of metallic orthodontic brackets and enamel surface*. Orthodontic waves.; 70(1), 27-38.
- Kotrogianni, M., & Rahiotis, C., 2017, *Resin Composites in Orthodontic Bonding. A Clinical Guide*. J Dent Oral Biol.; 2 (7), 1054.
- Lunardi, N., Gameiro, G. H., de Araújo Magnani, M. B. B., Nouer, D. F., de Siqueira, V. C. V., Consani, S., & Pereira-Neto, J. S., 2008, *The effect of repeated bracket recycling on the shear bond strength of different orthodontic adhesives*. Brazilian Journal of Oral Sciences.; 1648-1652.
- Luque, H. J. L., Vargas, L. F. P., León, G. J. C., & Tamaríz, M. A. C., 2008, *Fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con diferentes técnicas adheridos repetidas veces en la misma superficie del esmalte*. Odontología Sanmarquina.;11(2), 60-65.
- MacColl GA, Rossouw PE, Titley KC, Yamin C., 1998, *The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil-mesh bases*. Am J Orthod Dentofacial Orthop.; 113(3):276-281.
- Mascia VE, Chen SR. Shearing Strength of recycled direct-bonding brackets., 1982, Am J Orthod.; 82(3): 211-216.

- McClea CP, Wallbridge DJ., 1986, Comparison of tensile and shear strength of new and recycled orthodontic metal brackets. *N Z Dent J.*; 82(367): 11-4.
- Millett D, McCabe JF, Gordon PH., 1993, *The role of sandblasting on the retention of metallic brackets applied with glass ionomer cement.* *Br J Orthod.*; 20(2): 117-122.
- Miura F, Nakagawa K, Masuhara E., 1971, *New direct bonding system for plastic brackets.* *Am J Orthod.*; 59(4): 350-61.
- Moyers, R. E., 1958, *Hand book of orthodontics.* Chicago. Year Book Medical Pub.; 99-143.
- Mui B, Rossouw PE, Kulkarni GV., 1999, *Optimization of procedure for rebonding dislodged orthodontic brackets.* *Angle Orthod.*; 69(3): 276-281.
- Newman GV, Sun BC, Ozsoylu SA, Newman RA., 1994, *Update on bonding brackets: an in vitro survey.* *J Clin Orthod.*; 28(7): 396-402.
- Newman GV., 1971, *Clinical treatment with bonded plastic attachments.* *Am J Orthod.*; 60(6): 600-10.
- Newman GV., 1965, *Epoxy adhesives for orthodontics attachments: progress report.* *Am J Orthod.*; 51: 901-12.66
- Penido SMMO et al., 1998, *Avaliação da resistência ao cisalhamento de braquetes reciclados e novos recolados.* *Rev Dental Press Ortod Ortop Facial.*; 3(3): 45-52.

- Pickett, K. L., Lionel Sadowsky, P., Jacobson, A., & Lacefield, W., 2001, *Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results*. The Angle Orthodontist.; 71(2), 141-148.
- Pinto AS, Pinto LAMS, Cilense M, Melo ACM, Terra AMV., 1996, *A reciclagem de braquetes na clínica ortodôntica*. Ortodontia.; 29(2): 63-7.
- Proffit, W. R. F., Fields Jr, H. W., & Sarver, D. M., 1986, *Contemporary Orthodontics*, 1e. Elsevier India.
- Quick AN, Harris AM, Joseph VP., 2005, *Office reconditioning of stainless steel orthodontic attachments*. Eur J Orthod.;27:231–236.
- Ramírez Sánchez, H. U., Rubio Castellón, D. M., Valencia Toro, F. A., & García López, E., 2008, *Comparación del esfuerzo a la tracción de brackets arenados mediante óxido de aluminio nuevo y reciclado con y sin ultrasonido (estudio in vitro)*. Acta Odontológica Venezolana.; 46(1), 15-19.
- Regan D, Le Masney B, Van Noort R., 1993, *The tensile bond strength of new and rebonded stainless steel orthodontic brackets*. Eur J Orthod.; 15(2): 125-135.
- Regan D, van Noort R, O'Keeffe C., 1990, *The effects of recycling on the tensile bond strength of new and clinically used stainless steel orthodontic brackets: an in vitro study*. Br J Orthod.; 17(2): 137-145.
- Reynolds, I. R., 1975, *A review of direct orthodontic bonding*. British journal of orthodontics.; 2(3), 171-178.

- Sadler JF., 1958, *A survey of some commercial adhesives: their possible application in clinical orthodontics*. Am J Orthod.; 44: 65.
- Silverman, E., Cohen, M., Gianelly, A. A., & Dietz, V. S., 1972, *A universal direct bonding system for both metal and plastic brackets*. American journal of orthodontics.; 62(3), 236-244.
- Sonis AL., 1996, *Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy*. Am J Orthod Dentofacial Orthop.; 110(1): 96-8.67
- Tavas, M. A., & Watts, D. C., 1979, *Bonding of orthodontic brackets by transillumination of a light activated composite: an in vitro study*. British journal of orthodontics.; 6(4), 207-208.
- Tavares, SW, Consani, S, Nouer, D, Flávio, Magnani, MBBA, Nouer, PRA, & Martins, LM., 2006, *Shear bond strength of new and recycled brackets to enamel*. Braz Dental Journal, 17(1), 44-48.
- Tavares SW, Consani S, Nouer D, Magnani MBBA, Pereira Neto JS, Romano F., 2003, *Evaluation in vitro of the shear bond strenght of aluminum oxide recycled brackets*. Braz J Oral Sci.; 2(7): 378-81.
- Vlock RS., 1981, *In-office bracket reconditioning*. J Clin Orthod.; 15(9): 635-7.
- Weisser, J. I., 1973, *A successful method for bonding stainless steel brackets and auxiliaries*. Journal of clinical orthodontics: JCO.; 7(10), 637-645.

Wendl, B., Muchitsch, P., Pichelmayer, M., Droschl, H., & Kern, W., 2011, *Comparative bond strength of new and reconditioned brackets and assessment of residual adhesive by light and electron microscopy*. The European Journal of Orthodontics.; 33(3), 288-292.

Wheeler JJ, Ackerman Jr RJ., 1983, *Bond strength of thermally recycled metal brackets*. Am J Orthod.; 83(3): 181-186.

Wright WL, Powers JM., 1985, *In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets*. Am J Orthod.; 87(3): 247-252.

7. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- Cacciafesta V, Sfondrini MF, Melsen B, Scribante A., 2004, *A 12 month clinical study of bond failures of recycled versus new stainless steel orthodontic brackets*. Eur J Orthod.; 26:449–454.
- Coley-Smith A, Rock WP., 1997, *Bracket recycling--who does what?* Br J Orthod.; 24(2): 172-4.
- DiPasquale TJ., 1992, *Reconditioning and reuse of orthodontic devices*. Am J Orthod Dentofacial Orthop.; 102:187–189.
- DiPasquale TJ., 1992, *Reconditioning and reuse of orthodontic devices*. Am J Orthod Dentofacial Orthop.; 102:285–287.
- Eminkahyagil, N., Arman, A., Çetinşahin, A., & Karabulut, E., 2006, *Effect of resin-removal methods on enamel and shear bond strength of rebonded brackets*. The Angle Orthodontist.; 76(2), 314-321.
- Espinar-Escalona E, Barrera-Mora JM, Llamas-Carreras JM, Solano-Reina E, Rodríguez D, Gil FJ., 2012, *Improvement in adhesion of the brackets to the tooth by sandblasting treatment*. J Mater Sci Mater Med.; 23:605–611.
- Halwai HK, Kamble RH, Hazarey PV, Gautam V., 2012, *Evaluation and comparison of the shear bond strength of rebounded orthodontic brackets with air abrasion, flaming, and grinding techniques: an in vitro study*. Orthodontics (Chic.); 13(1):e1–9
- Leicesters H., 1949, *Biochemistry of the teeth*. Saint Louis: Mosby.; p.13-102.

Liu JK, Tsai MY, Huang PH., 1991, *Tensile bond strength of reused orthodontic metal brackets*. Zhonghua Yi Xue Hui Za Zhi.; 10(1): 30-35.

Matasa CG., 1989, *Pros and cons of the reuse of direct bonded appliances*. Am J Orthod Dentofacial Orthop.;96:72–76.

Postlethwaite KM., 1992, *Recycling bands and brackets*. Br J Orthod.;19:157–163.

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

ANEXOS



Figura A. Laboratorio de Biomateriales Dentales, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán 04510, México D.F.

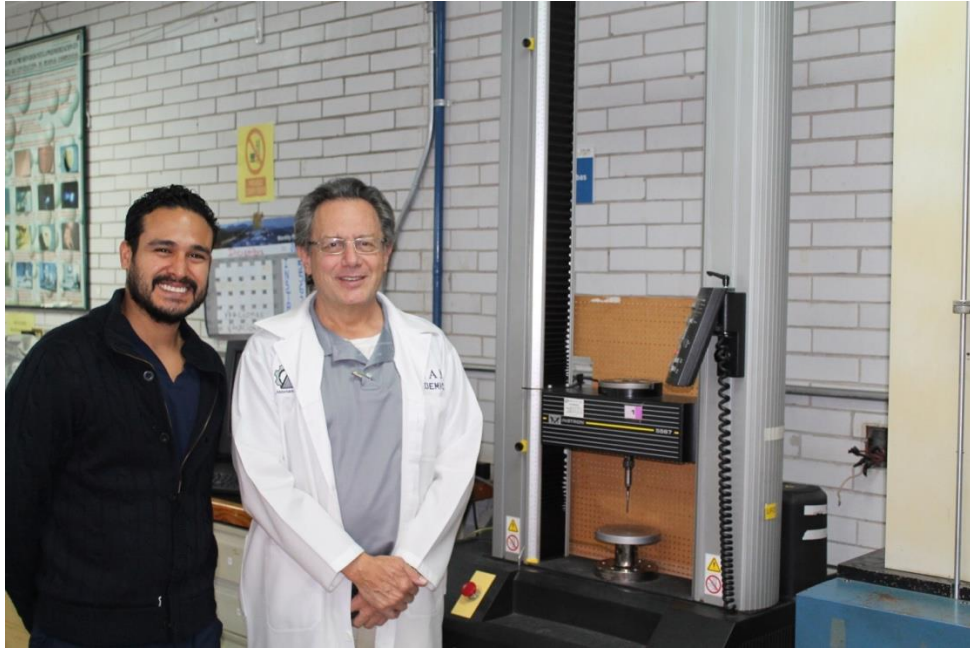


Figura B. Ingeniero Carlos Andrés Álvarez, colaborador, experto y Jefe de Laboratorio de Biomateriales Dentales, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito de la Investigación Científica, Ciudad Universitaria, Delegación Coyoacán 04510, México D.F.



Figura C. Dr Jorge Guerrero Ibarra especialista en control de calidad de productos dentales, pruebas mecánicas, adhesión de laboratorio de biomateriales dentales, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, experto y colaborador en la presente investigación

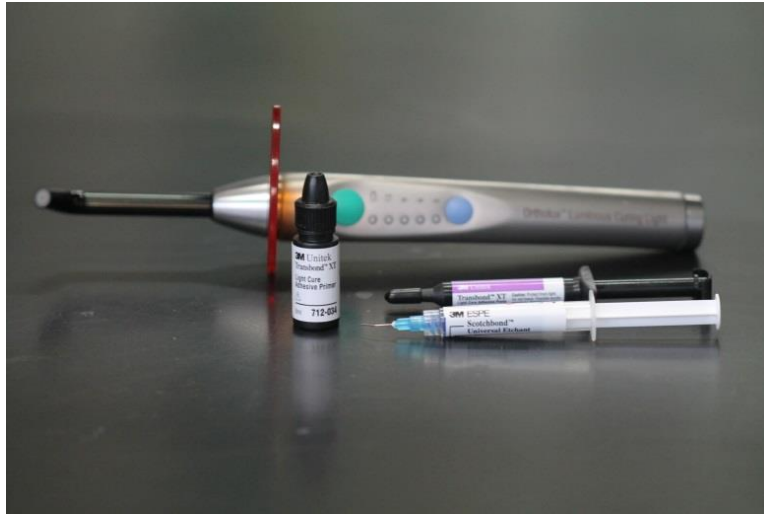


Figura D. Materiales dentales, utilizados para la adhesión de brackets a la superficie dental.

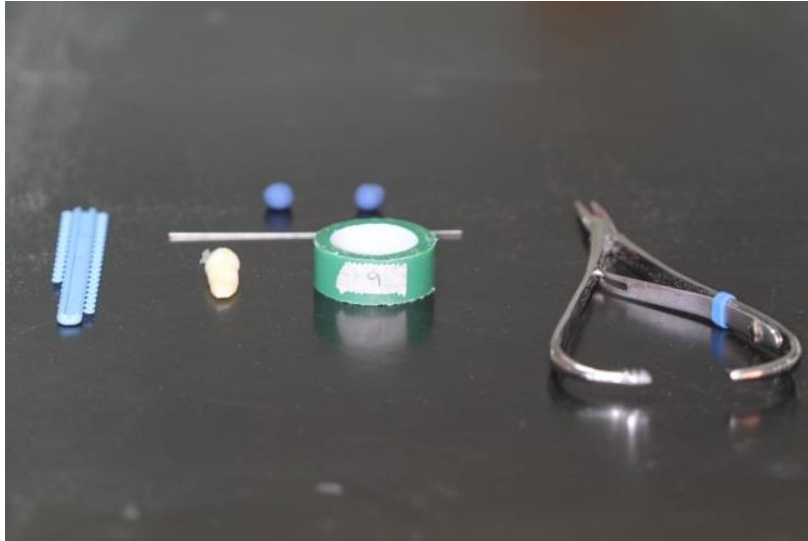


Figura E. Materiales utilizados para la confección de base de acrílico.

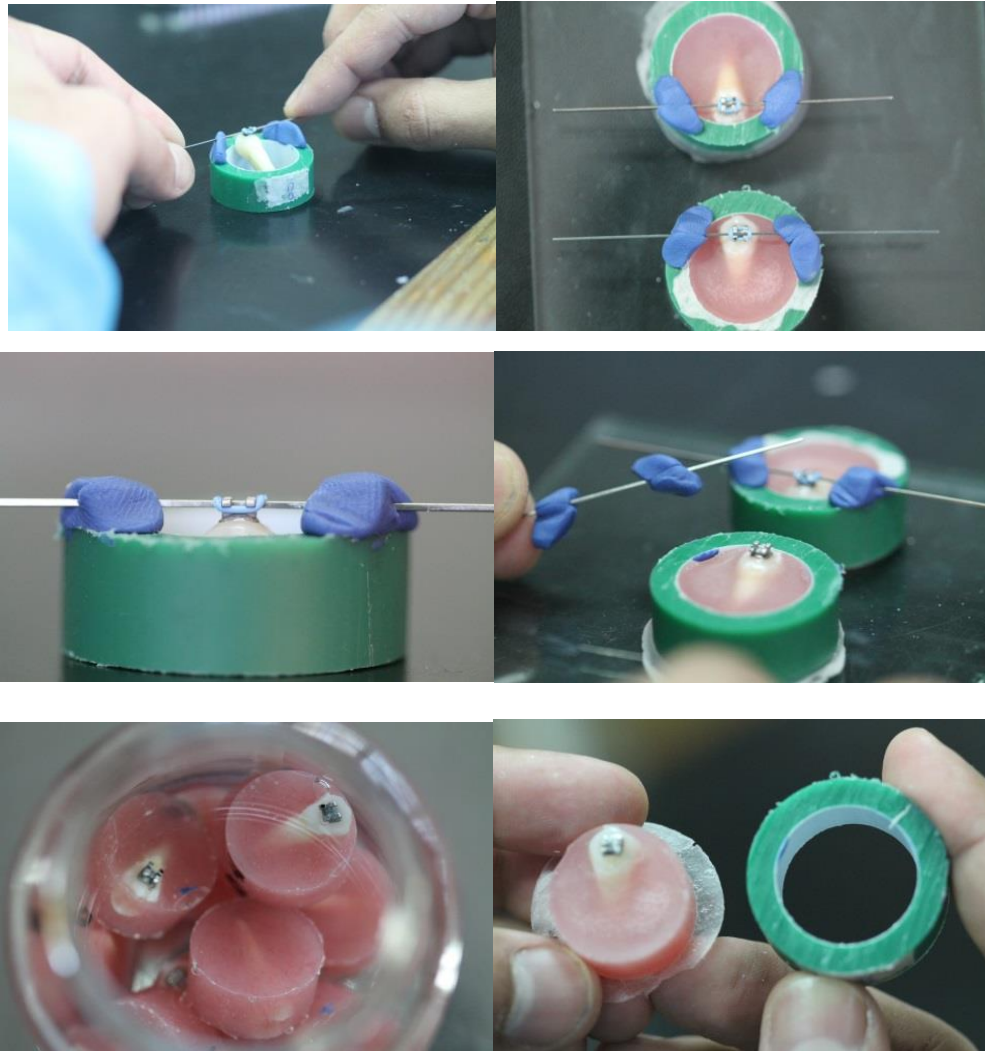


Figura F. Confección y almacenamiento de bases de acrílico.



Figura G. Máquina Universal de pruebas Instron.



Figura H. Prueba de Cizallamiento de Muestras.



Figura I. Arenado de brackets con óxido de aluminio mediante dispositivo Microetcher II, Danville Materials.



Figura J. Observación y supervisión de muestra 1(uno) bajo el estereomicroscopio.

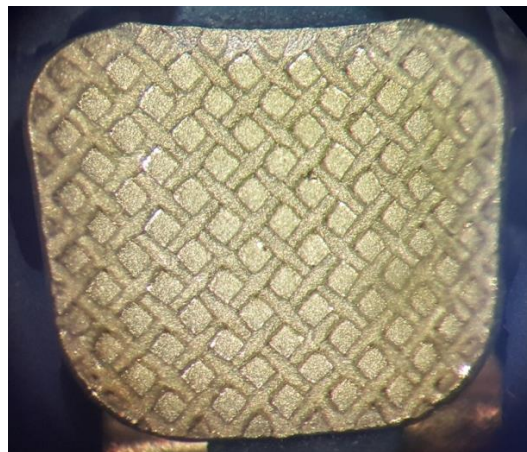


Figura K. Fotografía a 32X de bracket nuevo de la muestra 1(uno) antes del primer cementado.

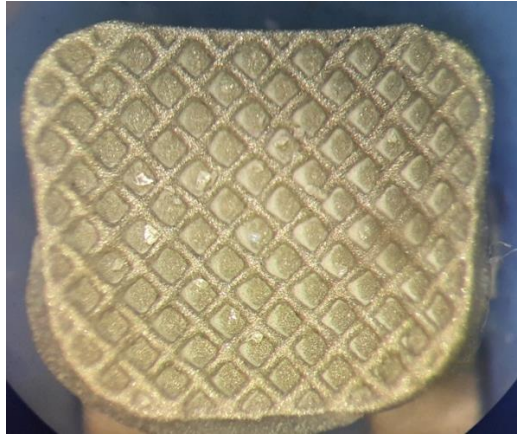


Figura L. Fotografía 32X de *bracket* de la muestra 1(uno) luego de la primera prueba de cizallamiento.

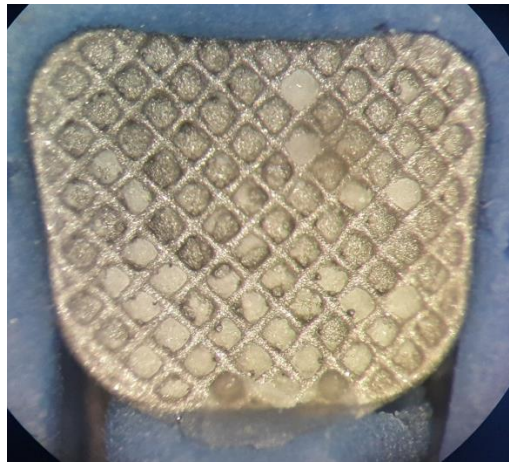


Figura LL. Fotografía 32X de *bracket* de la muestra 1(uno) luego de la cuarta prueba de cizallamiento y previo a el quinto acondicionamiento.

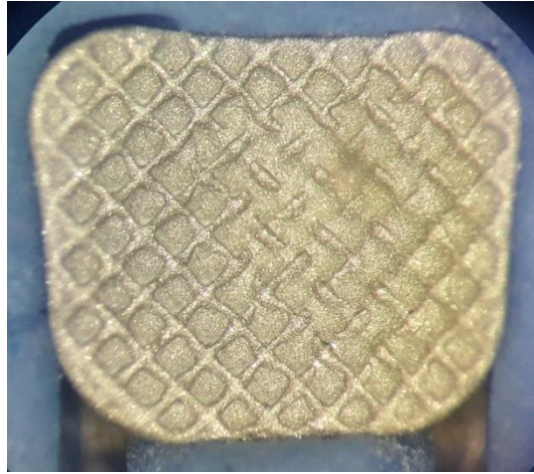


Figura M. Fotografía 32X de *bracket* de la muestra 1(unos) después del quinto acondicionamiento y previo a la cementación al grupo A5.

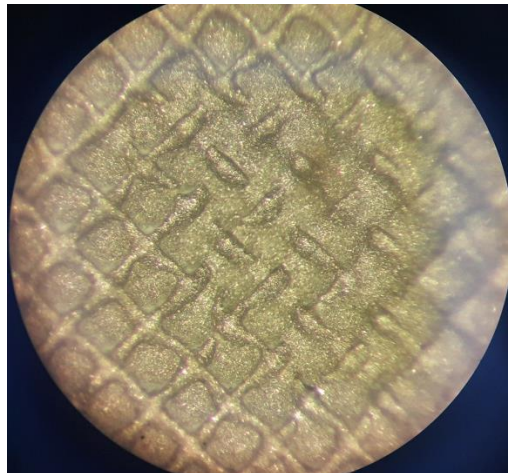


Figura N. Fotografía 56X de *bracket* después del quinto acondicionamiento y previo a la cementación al grupo A5.