Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América
Facultad de Odontología
Escuela Profesional de Odontología

Fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con diferentes técnicas adheridos repetidas veces en la misma superficie del esmalte

TESIS

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

AUTOR

Hugo Javier LUQUE LUQUE

ASESOR

Luis Fernando PÉREZ VARGAS

Lima, Perú

2008



Reconocimiento - No Comercial - Compartir Igual - Sin restricciones adicionales

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Usted puede distribuir, remezclar, retocar, y crear a partir del documento original de modo no comercial, siempre y cuando se dé crédito al autor del documento y se licencien las nuevas creaciones bajo las mismas condiciones. No se permite aplicar términos legales o medidas tecnológicas que restrinjan legalmente a otros a hacer cualquier cosa que permita esta licencia.

Referencia bibliográfica

Luque, H. (2008). *Fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con diferentes técnicas adheridos repetidas veces en la misma superficie del esmalte*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología, Escuela Profesional de Odontología]. Repositorio institucional Cybertesis UNMSM.

ASESOR:

Mg. C.D. Luis Fernando Pérez Vargas

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

JURADO DE SUSTENTACIÓN:

Presidente: Mg. C.D. Leoncio Vladimir Menéndez Mendez

Miembro: C.D. Hernán Horna Palomino

Miembro Asesor: Mg. C.D. Luis Fernando Pérez Vargas

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

DEDICATORIA

A Dios por el gran amor que me demuestra
en cada día de mi existir,
por ser mi Padre, maestro y amigo.

.

A mis padres Hermelinda y Hugo
por su amor, confianza y apoyo
en todo momento y lugar.

A toda mi familia a quien amo mucho, en especial
a mis sobrinos Aarón, Luis y Alessandra.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

AGRADECIMIENTOS

Al Mg. C.D. Luis Fernando Pérez Vargas por su ejemplo profesional y humano, su asesoría y ayuda constante en la realización del presente trabajo.

A la C.D. Ana María Díaz Soriano por su motivación, apoyo y orientación en la elaboración del presente trabajo.

Al Ing. Sebastián Lazo Ochoa de la Facultad de la Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería por su gran ayuda amabilidad y asistencia.

Al Técnico Dental Gilberto Aldazabal Pereira por su ayuda, amistad y cooperación.

Al Mg.C.D. Leoncio Vladimir Menéndez Mendez y al C.D. Hernán Horna Palomino por su ayuda, motivación y amistad.

A mi Alma Mater "Universidad Nacional Mayor de San Marcos" quien la llevo en mi corazón a todo lugar y en todo momento.

A todos aquellos quienes de alguna manera, ayudaron en la realización de la presente investigación.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

"FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS REACONDICIONADOS CON DIFERENTES TÉCNICAS ADHERIDOS REPETIDAS VECES EN LA MISMA SUPERFICIE DEL ESMALTE"

I. INTRODUCCIÓN 10

II. MARCO TEÓRICO 12

2.1 Antecedentes 12

2.2. Bases teóricas 40

2.2.1. Adhesión 40

2.2.2. Tipos de adhesión: 40

2.2.2.1. Adhesión Mecánica 40

2.2.2.2. Adhesión Química o Específica 40

2.2.3. Esmalte Normal 41

A. Espesor 41

B. Dureza 41

C. Coloración 42

D. Propiedades químicas 42

E. Distribución cuantitativa del material orgánico en el esmalte 43

F. Dirección de los prismas 44

G. Número 44

H. Longitud de los prismas 44

I. Diámetro de los prismas 45

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

J. Forma de los prismas 45

K. Calcificación de los prismas 45

L. Vaina del prisma 46

M. Sustancia interprismática 46

N. Estrías de Retzius 46

2.2.4. Grabado del esmalte 47

2.2.5. Sistemas adhesivos 49

2.2.5.1. Clasificación 49

2.2.5.2. Tipos de adhesivos en ortodoncia 50

2.2.6. Brackets 53

2.2.6.1. Partes del bracket 54

2.2.6.2. Clasificación 55

2.2.7. Procedimiento para la adhesión 57

A. Limpieza 58

B. Acondicionamiento del esmalte 58

C. Pretratamiento del esmalte 59

D. Sellado 60

E. Adhesión 61

2.2.8. Diferentes instrumentos para remover la resina del esmalte 64

2.2.9. Fuerzas empleadas en tratamientos ortodónticos 65

A. Tensión 66

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

B. Comprensión 66

C. Torsión 66

D. Desplazamiento o cizallamiento 67

2.3. Planteamiento del problema 68

2.4. Justificación 69

2.5. Objetivos de la investigación 70

2.5.1 Objetivo general 70

2.5.2. Objetivos específicos 70

2.6 Hipótesis 71

III. MATERIALES Y MÉTODOS 71

3.1. Tipo de estudio 71

3.2. Población y muestra 71

3.2.1. Universo: 71

3.2.2. Muestra 71

3.2.3. Distribución de la muestra 72

3.2.4. Unidad de análisis 72

3.2.5. Tipo de muestreo 72

3.2.6. Criterios de inclusión 72

3.2.7. Criterios de exclusión 73

3.3. Operacionalización de variables 74

3.4. Materiales y método 75

3.4.1. Procedimientos y técnicas 75

A. Para la recolección de los dientes 75

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

B. Para la prueba mecánica de cizallamiento 75

C. Para el reacondicionamiento de brackets 77

3.4.2. Recolección de datos 78

3.4.3. Procesamiento de los resultados 78

IV. RESULTADOS 79

V. DISCUSIÓN 96

VI. CONCLUSIONES 100

VI. RECOMENDACIONES 101

VIII. RESUMEN 102

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 104

X. ANEXOS 111

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

"FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS REACONDICIONADOS CON DIFERENTES TÉCNICAS ADHERIDOS REPETIDAS VECES EN LA MISMA SUPERFICIE DEL ESMALTE"

I. INTRODUCCIÓN

Desde que Buonocore[1] introdujo la técnica de grabado ácido en 1955, el concepto de adhesión comenzó a ser aplicado en todo el campo de la odontología. A diferencia de la odontología restaurativa que busca fuerzas de adhesión lo más perenne posible, la adhesión en ortodoncia es concebida en un periodo de tiempo, ya que los aditamentos como brackets permanecen adheridos a los dientes mientras dure el tratamiento ortodóntico. Aunque los avances de adhesión han permitido adherir satisfactoriamente dichos aditamentos en la superficie adamantina, las fallas de adhesión y el desprendimiento de brackets acontece muy a menudo. Esto puede deberse a fuerzas biomecánicas y/o masticatorias, poca retención de la base del bracket, del sistema adhesivo utilizado o falla en la técnica de adhesión.

Frente a un bracket despegado, el ortodoncista puede optar por volver a adherir el mismo bracket del paciente o adherir uno nuevo. El repegado del mismo es una opción muy escogida por los clínicos, no sólo porque disminuye los costos, sino también porque ahorra tiempo al no requerir una cita adicional para el paciente, esto acontece principalmente en los medios hospitalarios. Volver adherir un bracket también ocurre en casos de reposicionamiento de brackets[2].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Los métodos más utilizados para reacondicionar el bracket despegado son los del tipo inmediato realizado en el mismo consultorio; los métodos mediatos son realizados por empresas especializadas en reciclado, no muy frecuente en nuestro medio. El reacondicionamiento con técnica de flameado es tal vez el método más usado para remover el adhesivo impregnado de la base del bracket. Por otro lado, la técnica de microarenado ha mostrado ser un buen método para reacondicionar el bracket, sin embargo, no es muy utilizado ni difundido por los clínicos.

Situaciones indeseables en donde el bracket se despega una, dos o hasta tres veces hacen mucho más crítico volver adherir un bracket. Si consideramos que en un tratamiento ortodóntico eficaz sólo están permitidos muy pocos errores, entonces, volver adherir un brackets debe garantizar una adecuada fuerza de adhesión a fin de evitar nuevas fallas y desconfort en el paciente. ¿Se debe entonces adherir un bracket nuevo o el mimo bracket despegado?

Es importante, por tanto, simular una situación clínica en donde brackets nuevos y brackets despegados reacondicionados son readheridos una, dos hasta tres veces para así conocer sus diferencias y variaciones en relación a su fuerza de adhesión.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes

- RETIEF (1974) evaluó la falla de adhesión en la interface adhesivo-esmalte grabado. Señaló que la falla de adhesión es usualmente cohesiva, es decir, dentro del adhesivo, dejando material en la superficie dentaria que finalmente debe ser removido. Concluyó que es preferible que la falla de adhesión no se dé en el esmalte, ya que producirá fracturas del mismo durante el despegado[3].

- REYNOLDS (1975) realizó una revisión de trabajos científicos publicados sobre la adhesión directa en ortodoncia y estableció que la adhesión clínica exitosa puede ser lograda con una fuerza de adhesión de 6–8 MPa o mayor[4]. Por otra parte, Keizer et al. sugirieron una fuerza exitosa de 6-10 MPa[5].

- PUS y Way (1980) determinaron la pérdida de esmalte que se pierde en el procedimiento de adhesión y remoción de brackets en 100 premolares. Para cuantificar la pérdida del esmalte utilizaron un Nikon Profile Projector con un calibrador microscópico en unidades de µm. Las resinas ortodónticas utilizadas fueron con relleno (Concise, Minnesota minig and Manufacturing) y resina sin relleno (Direton II, T.P. Laboratories). Con una exactitud de ± 1 µm, determinó que 10.7 µm de esmalte se pierde con 10-15 segundos de profilaxis al usar escobilla profiláctica y silicato de zirconio; 5.0 µm al usar copa de goma ($p<0.05$). El grabado con ácido fosfórico por 90 segundos resultó con una pérdida promedio de 6.9 µm de esmalte sin

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

diferencias significativas entre las presentaciones de líquido (Concise, ácido fosfórico al 37%) y gel (Direton II, ácido fosfórico al 43%). Fue posible limpiar la resina sin relleno solamente con un instrumento manual de sarro (hand scaler) resultando 7.7 µm de pérdida de esmalte. Sin embargo, fue requerido instrumento rotatorio para limpiar la resina con relleno. Dentro de este grupo, más esmalte se perdió con la fresa de carburo de tungsteno N.° 7902 (Beaver Dental Products) de alta velocidad con 19.2 µm de pérdida del esmalte. La fresa de carburo de tungsteno de baja velocidad N.° 7111(Beaver Dental Products) perdió 11.3 µm. El rango total de esmalte perdido fue de 26.1 a 31.8 µm para la resina sin relleno; 29.5 a 41.2 µm para la resina con relleno dependiendo del uso de la profilaxia y despegado de bracket. Después de los 29 µm, se evidenciaron periquematíes en 27 dientes [6].

- ROULEAU et al. (1982) evaluaron el esmalte dental con microfotografías de microscopio electrónico luego de remover los brackets y la resina del esmalte. El adhesivo utilizado fue un sistema de resina con relleno (Concise 3M company). Los métodos para remover la resina se agruparon en: grupo I Destartarizador manual; grupo II Carburo de tungsteno de 12 hojas de baja velocidad; grupo III carburo de tungsteno ultrafino de alta velocidad; grupo IV control. Se replicaron 45 dientes permanentes de 12 pacientes con un material de impresión de polieter (Ramitec, ESPE Germany) para luego ser evaluados en microscopio electrónico. El test de Friedman señaló diferencias significativas entre los procedimientos empleados en cada grupo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

($p<0.01$). Concluyeron que la rugosidad en el esmalte aumentó significativamente en el siguiente orden: 1. Destartarizador manual 2. Fresa de carburo de 12 hojas de baja velocidad 3. Fresa de carburo de tungsteno ultrafino de alta velocidad[7].

- MASCIA y Chen (1982) determinaron la fuerza de adhesión de brackets despegados reacondicionados en 120 dientes entre incisivos maxilares e incisivos mandibulares. Los dientes fueron agrupados en tres grupos de 40 dientes cada uno. En cada grupo se trabajó con diferentes tipos de brackets. Los brackets utilizados fueron de la marca Ormco Slimline II, Unitek Light.wire brackets y GAC Microlok brackets y utilizaron el adhesivo Dynabond Unitek. Los dientes fueron pulidos, grabados con ácido ortofosfórico y el composite fue aplicado siguiendo las indicaciones del fabricante. Después de adherir los brackets y registrar la resistencia al cizallamiento inicial con una máquina Instron, los brackets fueron reacondicionados por dos métodos comercialmente disponibles (Ortho Cycle y Esmadent Company). Luego de remover la resina del esmalte con un destartarizador (hand scaler) y pulir con piedra pómez, fueron repegados y sometidos a una prueba de cizallamiento más. Los resultados señalaron que la resistencia inicial fue 17.9 pounds para Ormco, 14.3 pounds para Unitek y 12.3 pounds para los brackets de la GAC. En todos los grupos se observó una disminución significativa de la resistencia al cizallamiento de los brackets reacondicionados en relación al inicial (Ormco de 17.9 a 11.7 pounds; Unitek de 14.3 a 12 pounds, GAC de 12.3 a 9.7 pounds).

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Concluyeron que la fuerza de adhesión de los brackets reacondicionados puede verse disminuida por alteración de las propiedades retentivas del bracket durante su reacondicionamiento[8].

- WHITTAKER (1982) realizó un estudio histológico-anatómico de la estructura superficial del esmalte utilizando microscopio electrónico. Los resultados señalaron que el espesor del esmalte aprismático varía entre los diferentes tipos de dientes, superficies y entre los dientes deciduos y permanentes. Encontró que los dientes premolares contienen una alta proporción de esmalte aprismático que podría adversamente afectar la fuerza de adhesión y su duración en boca[9].
- WRIGHT et al. (1985) evaluaron *in vitro* los efectos de cuatro técnicas de reacondicionamiento de brackets sobre la fuerza de adhesión y utilizando cuatro adhesivos. Agrupados en cuatro grupos, los dos primeros fueron sometidos a un reacondicionamiento comercial (Orthocycle and Esmadent Company); al tercer grupo, la resina se removió del bracket usando una piedra verde; el cuarto grupo estuvo formado por brackets nuevos a las cuales se le adhirió resina con 1mm de exceso y luego fue removido con una piedra verde. Utilizaron brackets de incisivos centrales superiores con un sistema de malla en la base (Contur, RMO con 16.58 mm^2 en la base) y cuatro diferentes adhesivos: Concise (3M Company) adhesivo Bis-GMA con relleno de cuarzo al 75% por peso; Endur (Ormco Corporation) adhesivo Bis-GMA con relleno de sílice al 28% por peso; Monolok (RMO) adhesivo Bis-GMA con relleno de sílice al 65% por peso; Heliosit Orthodontic

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

(Vivadent INC.) adhesivo Bis-GMA con relleno de sílice al 13%. No hubo diferencias significativas en la fuerza de adhesión inicial, sin embargo, luego del reacondicionamiento de brackets, la fuerza de adhesión disminuyó significativamente en cualquiera de las técnicas utilizadas para el reacondicionamiento[10].

- LOVIUS et al. (1987) evaluaron clínicamente dos adhesivos: uno fotoactivado (Heliosit orthodontic) y el otro químicamente activado (Right-on) en 122 pacientes por un periodo de 12 meses. El promedio de fallas totales de la adhesión fue del 20%. Un 23% del total de fallas de adhesión fueron registradas con el sistema de fotocurado (Heliosit orthodontic), mientras que un 16% para la resina de químicamente activado (Right-on). Ambos materiales se desarrollaron bien en el sector anterior de la arcada ($p>0.01$), sin embargo, el adhesivo fotoactivado presentó mayor falla de adhesión en las segundas premolares inferiores ($p<0.01$)[11].

- REGAN et al. (1993) evaluaron variables asociadas a la fuerza de adhesión como la base del bracket, superficie del esmalte y tipo de adhesivo. Utilizaron brackets nuevos y brackets despegados reacondicionados. Luego de despegar los brackets y remover la resina remanente del esmalte con un hand scaler o fresas de carburo, fueron adheridos nuevos brackets y brackets reacondicionados con sistema de foto o autopolimerizado. La readhesión de un nuevo bracket mostró una fuerza de adhesión significativamente menor que la adhesión inicial. Los brackets despegados fueron reacondicionados con piedra verde o flameando seguido de un

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

arenado y electropulido. Una disminución significativa de la fuerza de adhesión fue obtenida en todas las bases reacondicionadas y no hubo diferencias significativas entre los dos métodos para reacondicionar el bracket ni del sistema de adhesivo utilizado[12].

- NA et al. (1994) realizaron un trabajo de análisis de las publicaciones de trabajos de investigación relacionados al tema "fuerza de adhesión en ortodoncia". Señalaron que la literatura contiene un gran número de publicaciones sobre la fuerza de adhesión *in vitro* probando los materiales usados en ortodoncia. Señaló que los resultados son a menudo citados por los fabricantes para soportar sus productos. Poca atención ha sido puesta en los detalles de los procedimientos de la prueba utilizada. Concluyeron que existe una larga variación en el método usado en la prueba de fuerza de adhesión que hacía difícil la comparación de documentos y algunas veces imposible. Sugirieron estandarizar los estudios relacionados a la fuerza de adhesión en ortodoncia para una mejor orientación y comparación de los resultados[13].

- CAMPBELL (1995) evaluó la superficie del esmalte con microscopio electrónico después del despegado de brackets ortodónticos. El exceso de resina fue removido con diferentes técnicas: fresas de carburo de tungsteno de 30 hojas, discos soflex y diversas combinaciones de agentes de pulido (piedra pómez, cauchos y escobilla de profilaxis). Concluyó que la fresa de carburo de 30 hojas es el más eficiente método para remover las resinas

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

con relleno y produciendo la menor cantidad de laceraciones en el esmalte[14].

- NEWMAN et al. (1995) señalaron qué hay ocasiones donde se desea aumentar la fuerza de adhesión de brackets. Pacientes con hipocalcificaciones e hipoplasias dentarias requieren de fuerzas de adhesión mayores a las obtenidas comúnmente. Su estudio *in vitro* evaluó promotores de la fuerza de adhesión. Utilizaron 140 dientes humanos, entre incisivos centrales y laterales superiores y sus respectivos brackets (General Orthodontic Supply, INC.). La resistencia al cizallamiento fue evaluado usando una máquina universal de fuerzas Instron. Concluyeron que las fuerza obtenida con adhesivo No Mix (General Orthodontic Supply, INC.) puede ser aumentada significativamente a través de las siguientes técnicas: Control (9.0 MPa), arenado (10.8 MPa), arenado y silanizado (11.9 MPa) y con los promotores de adhesión Rocatec system (10.8 MPa), Kulzer silicoating (13.2 MPa), y Megabond (13.3 MPa)[15].

- MACCOLL et al. (1996) evaluaron la resistencia de cizallamiento al arenar la base del bracket, al reducir el área de la base y al grabar el esmalte dental con diferentes tipos de ácidos. Cuatro tipos brackets (Strite Industries) con bases de diferentes tamaños (12.35, 8.41, 6.82 y 2.38 mm^2), no tratados, arenados y micrograbados con ácidos fueron adheridos con resina autopolimerizable sin relleno Phase II resin (Reliance Orthodontic Products, Inc.) en cuatro grupos de 12 dientes bovinos cada uno. Los dientes fueron grabados por 20 segundos con ácido fosfórico o maleico.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Utilizaron ácido fosfórico gel al 37%, ácido fosfórico solución al 37%, 10% de ácido maleico en gel (3M Corp.) y 10% de ácido maleico en solución. Las muestras fueron guardadas por siete días en agua destilada a temperatura ambiente antes de la prueba de cizallamiento. Un incremento de la resistencia al cizallamiento fue asociado con el arenado y el micrograbado de la base del bracket ($p<0.05$). No hubo diferencias significativas entre la resistencia al cizallamiento entre los tres tamaños de bases, por tanto, indicaron que la resistencia al cizallamiento es independiente del área superficial entre 6.82 y 12.35 mm^2. Por otra parte, una reducción de la resistencia al cizallamiento fue asociada con la reducción del área de la base de 6.82 a 2.38 mm^2 ($p<0.05$). Parece no ser necesario incrementar el área superficial más allá de 6.82 mm^2. El ácido maleico al 10% en solución fue asociado con altas resistencias al cizallamiento; por otro lado, no hubo ninguna diferencia significativa entre los otros tres ácidos usados[16].

- SONIS (1996) comparó la resistencia de cizallamiento de brackets despegados reacondicionados con aire abrasivo (grupo experimental) y nuevos brackets (grupo control). Utilizó 60 premolares mandibulares humanos extraídos por indicación ortodóntica. Utilizó brackets de premolares mandibulares de la marca GAC International Inc. El grupo experimental utilizó brackets de pacientes que fallaron durante su tratamiento. El área del bracket fue de 9.9 mm^2 y la velocidad de la prueba de cizallamiento fue de 0.5 mm/min. Utilizó un sistema de adhesivo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

fotocurado Rely-a-bond (Reliance Inc.). Los resultados señalaron que el grupo control obtuvo una fuerza promedio de 17.14 MPa con un rango de 13.9 a 19.2 MPa (DS=1.411). El grupo experimental obtuvo un promedio de 16.77 MPa con un rango de 14.5 a 16.9 MPa (DS=0.983). Los análisis estadísticos de ANOVA no revelaron diferencias estadísticas entre los dos grupos. Las muestras fueron evaluadas en microscopio electrónico, se registró rugosidades y residuos de resina en la base del bracket experimental. Concluyó que la técnica de aire abrasivo debe permitir el rehúso inmediato de los brackets despegados[17].

- HOBSON and Mattick[18] (1997) and Mattick and Hobson[19] (2000) realizaron un estudio *in vivo* e *in vitro* del patrón de grabado ácido en diferentes tipos de dientes. Bajo la evaluación de microscopio electrónico, concluyeron que existe diferencias significativas entre los diferentes tipos de dientes: incisivos, caninos y premolares. Los dientes de arcadas opuestas también presentaron diferencias, pero estadísticamente no significativas.

- GRABOUSKI et al. (1998) evaluó la fuerza de adhesión de brackets metálicos sobre una superficie dentaria que ya fue adherida anteriormente agrupados en los siguientes grupos: 1. adherir un bracket nuevo. 2. Adherir un bracket nuevo arenado. 3. Reacondicionar con microarenado un bracket usado. Utilizaron 90 dientes humanos entre caninos y premolares, adhesivo ortodóntico autopolimerizable Concise (3M Dental Products Division), tres tipos de brackets Minidiamond (Ormco Corporation), Optimesh (Ormco Corporation) y Minitwin (Unitek Corporation). La resistencia al cizallamiento

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

se realizó en una maquina universal de fuerzas (Zwick Materials Testing Machine, Zwick of America). Los dientes fueron grabados por 60 segundos con ácido fosfórico gel al 37% (Tooth condicioner Gel Caulk Dentsply Inc.) luego se adhirió los brackets siguiendo las indicaciones del fabricante. Los resultados señalaron que dentro del grupo de brackets nuevos, la fuerza de adhesión el brackets Minitwin (19.7 MPa) fue significativamente mayor ($p \leq 0.01$) que la de Optimesh (16.8 Mpa) y Minidiamod (13.Mpa). Dentro de los brackets nuevos arenados, la fuerza de adhesión de los bracket Optimesh (19.7 Mpa) y de Minitwin (19.0 Mpa) fueron significativamente mayor ($p \leq 0.01$) que los de Minidiamond (14.3 Mpa). Dentro de los brackets reacondicionados con microarenado, la fuerza de adhesión de los brackets Minitwin (18.4 Mpa) fue significativamente mayor ($p \leq 0.01$) que los brackets Optimesh (16.1 Mpa) y Minidiamod (15.9 Mpa). EL tiempo promedio que tomó para remover la resina de la base del bracket utilizando el microarenado varió de 9.3 a 11.9 segundos. Concluyeron que el microarenado puede ser utilizado para incrementar la fuerza de adhesión de brackets nuevos y para reacondicionar un brackets despegado[20].

- BECKWITH et. al. (1999) realizaron un estudio de los factores que afectan el tiempo de tratamiento ortodóntico. Evaluaron 31 factores en 140 pacientes quienes culminaron su tratamiento en cinco consultorios diferentes. El tiempo de tratamiento promedio fue de 28.6 meses con un rango de 23.4 a 33.4 meses. Concluyeron que el principal factor que prolonga el tratamiento ortodóntico fue la pérdida de citas seguido por la

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

pérdida de brackets, bandas, la pobre higiene oral y la cooperación del paciente. Estos factores aumentaron significativamente el tiempo de tratamiento ortodóntico[21].

- MUI et al. (1999) evaluaron la fuerza de adhesión de brackets ortodónticos utilizando un sistema de adhesivo fotocurado y otro sistema de resina de autocurado. Luego de determinar la fuerza de adhesión inicial, la resina fue removida de la superficie del esmalte usando cinco técnicas diferentes: 1. Remover la resina usando una fresa de carburo de tungsteno, volver a grabar la superficie del esmalte y luego adherir un nuevo bracket. 2. Remover la resina de la base del bracket con microarenado y luego repegarlo. 3. Remover la resina del esmalte utilizando alicates removedores de resina, reacondicionar la superficie del esmalte con un pulidor de aire-polvo, luego adherir un bracket nuevo. 4. Remover la resina usando una copa de caucho y piedra pómez, luego adherir un bracket nuevo. 5. Remover la resina usando solamente alicates y luego adherir un bracket nuevo. Los resultados revelaron que la fuerza de adhesión inicial del sistema adhesivo de fotocurado fue significativamente mayor que la del sistema de autocurado ($p<0.005$). El reacondicionamiento del esmalte con fresa de carburo de tungsteno y el grabado ácido presentaron una alta fuerza de adhesión (diferencia de 5.8 Mpa; $p<0.01$) Concluyeron que el procedimiento óptimo para repegar los brackets es limpiar la superficie del esmalte con fresa de carburo de tungsteno, grabado ácido del esmalte y el uso de un bracket nuevo o un bracket reacondicionado con microarenado[22].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

- BISHARA et al. (2000) evaluaron el efecto del repegado sobre la resistencia al cizallamiento de un composite de resina en 50 molares humanos. Utilizaron brackets de incisivos centrales Victory Series (3M, Unitek); el área de su base fue de 11.9 mm^2. Los dientes fueron limpiados, pulidos y grabados por 30 segundos con 37% de ácido fosfórico gel. Luego fueron adheridos con el adhesivo Transbond XT (3m Unitek) y fotocurados por 20 segundos. Los dientes fueron secuencialmente adheridos y despegados con una maquina de cizallamiento (Zwick, Germany) por tres veces sobre la misma superficie dentaria. Los brackets fueron despegados dentro de media hora para simular la condición clínica en que un nuevo bracket es unido al arco. Para remover la resina del esmalte, se utilizó fresa de carburo de tungsteno (N.° 279, Brassler USA). Los resultados señalaron los siguientes cambios de la fuerza de adhesión: entre la primera y segunda secuencia de adhesión, 11 dientes tuvieron una disminución significativa (media ± DS; -3.5 ± 3.4 MPa; p=0.008), mientras que cuatro dientes tuvieron un incremento significativo (media ± DS, 2.0 ± 1.3 MPa; p=0.57). Entre la secuencia del segundo y tercer pegado de brackets, ocho dientes tuvieron una disminución significativa (media ± DS, -3.4 ± 2.5 MPa; p= 0.007), mientras que 7 dientes tuvieron un incremento significativo (media ± DS, 3.6 ± 1.4 MPa; p= 0.001). Concluyeron que el repegado de brackets tiene una baja e inconsistente fuerza de adhesión. Estos cambios pueden estar relacionados a los cambios en las características morfológicas de la superficie del esmalte grabado[23].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

- ELIADES y Brantley (2000) evaluaron la metodología de trabajos de investigación relacionados al tema de "adhesión en ortodoncia". La clasificación de los estudios fueron propuestos en relación al ambiente de prueba (*in vivo, in vitro,* y *ex vivo*), al modo de carga (cizallamiento, tracción y torsión) y al sustrato de adhesión (esmalte, restauración y material protésico). Observaron inconsistencia a lo largo de varios estadíos de los protocolos de investigación que fueron investigados. Esto incluye: selección de dientes, almacén y preparación; adhesión, prueba y análisis de datos. Concluyeron que existe una gran variabilidad de la fuerza de adhesión reportados en los trabajos de adhesión en ortodoncia, métodos y modelos diferentes y algunas veces contradictorios[24].

- PICKETT et al. (2000) compararon la fuerza de adhesión de brackets *in vivo* con la obtenida *in vitro*. Un nuevo dispositivo para despegar brackets fue utilizado para determinar la fuerza *in vivo*, mientras que para la determinación *in vitro* utilizaron una maquina universal de fuerzas Instron. Para la prueba *in vitro* utilizaron 60 premolares extraídos por motivos ortodónticos, adhesivo Transbond XT y brackets Victory Twin brackets (3M unitek). Los 60 premolares fueron divididos en dos grupos de 30 dientes cada uno. En el primer grupo, se utilizó una máquina Instron y se obtuvo una fuerza promedio de 11.02 MPa. En el segundo grupo, utilizaron el nuevo dispositivo para el despegado de brackets y se obtuvo una fuerza promedio de 12.82 MPa. Para la prueba *in vivo*, ocho pacientes, quienes utilizaban el mismo tipo de brackets Victory Twin (3M Unitek), fueron

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

seleccionados aleatoriamente de la clínica del Departamento de Ortodoncia de la Universidad de Alabama. La fuerza de adhesión registrada *in vivo* mostró una fuerza promedio de 5.47 MPa. Se encontraron diferencias significativas entre las fuerzas registradas *in vitro* e *in vivo*. Concluyeron que la fuerza *in vivo* es significativamente menor que la registrada *in* vitro y que este nuevo dispositivo puede ser utilizado en futuros trabajos *in vivo*[25].

- RADLANSKI (2001) evaluó un nuevo diseño de fresa de carburo de tungsteno creado con una forma levemente afilada, una extremidad redondeada y ocho láminas torcidas. El ángulo de la cuña de las láminas se ha agrandado a 130°-135°, la transición de la cabeza al eje se ha alisado apagado con un chaflán de seguridad. En síntesis, la capacidad de corte en el esmalte había sido reducido. El estudio evaluó la nueva fresa de carburo de finalización luego del despegado de brackets y lo comparó con la fresa de carburo convencional. Fueron utilizados 70 incisivos de humanos; luego de siete días de adherir el bracket, fueron despegados y la resina remanente fueron removidos del esmalte dental. Los dientes fueron evaluados a través de un microscopio electrónico y los resultados señalaron que la fresa de carburo convencional removió la resina remanente con pérdida del esmalte, mientras que el nuevo diseño de la fresa de carburo mostró ser menos agresivo para el esmalte dental[26].

- ROGNVALD et al. (2001) realizaron un estudio en *ex vivo* de la fuerza de adhesión en diferentes tipos de dientes. Utilizaron 120 dientes humanos que incluían todos los tipos de dientes con excepción de molares y fueron

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

agrupados en seis grupos: A. incisivos superiores, B. caninos superiores, C. premolares superiores, D. incisivos inferiores, E. caninos inferiores, F. premolares inferiores. Brackets Roth Ovation (GAC international Inc.) fueron adheridos a los dientes, los cuales fueron grabados con ácido fosfórico al 36% por 30 segundos (DeTrey Conditioner 36, Dentsply Germany), luego de la cual los brackets fueron adheridos con pasta adhesiva Right-On. La determinaron de la resistencia al cizallamiento fue realizada con una máquina universal de fuerzas Instron (Instron Corpopration). Los resultados revelaron que tanto en la arcada superior e inferior, los incisivos obtuvieron el promedio de fuerza de adhesión más bajo, mientras que los caninos obtuvieron el promedio más alto. Los incisivos superiores obtuvieron el promedio más bajo con 6.95 MPa y los caninos superiores obtuvieron el promedio más alto con 12.27 MPa. Concluyeron que existe diferencias significativas entre la fuerza de adhesión de cada tipo de diente. Caninos y premolares exhibieron significativamente una alta fuerza de adhesión y una baja probabilidad de fallar[27].

- BISHARA et al. (2002) evaluaron el efecto del repegado de brackets con dos diferentes adhesivos, Transbond XT y SmartBond, sobre la resistencia al cizallamiento. Una muestra de 31 molares humanos extraídos fueron recolectados. En cada grupo fue pegado y despegado tres veces con el mismo adhesivo. Se utilizó ácido fosfórico al 37%, luego adherido con Transbond XT. Por otro lado, fue utilizado ácido fosfórico al 35% para luego adherir los brackets con Smartbond. En cada secuencia, los brackets fueron

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

removidos dentro los 30 minutos después de la adhesión para simular las condiciones clínicas. Los resultados indicaron que en el primer despegado, los dos adhesivos no tuvieron diferencias significativas. En el segundo despegado, hubo una disminución significativa de ambos adhesivos en la resistencia al cizallamiento. Smartbond decreció de 5.7 ± 3.8 MPa a 2.2 ± 2.6 MPa; y Transbond decreció de 6.1 ± 3.4 MPa a 4.1 ± 2.3 MPa. En este segundo despegado, la resistencia al cizallamiento de Transbond fue significativamente mayor que de Smartbond. En el tercer despegado, no hubo diferencias significativas en ninguno de los adhesivos o de la variación de la resistencia dentro de cada adhesivo. Estos cambios de la adhesión pueden estar relacionados con los cambios morfológicos de la superficie del diente causado por el adhesivo remanente[28].

- ROSS et al. (2002) investigaron la relación entre la calidad de grabado ácido y el tiempo de adhesión *in vivo*. El estudio fue realizado en 29 pacientes de ortodoncia. Una impresión con silicona de alta precisión fue tomada de la superficie bucal del diente después de grabarlo por 30 segundos con ácido fosfórico. La impresión fue replicado con resina epóxica y examinado en microscopio electrónico. Luego de la impresión, todos los brackets Andrews ("A" Company, San Diego, California) fueron adheridos con composite Right-On (TP Orthodontic, Leeds, England). El registro de la falla de adhesión fue registrado dentro de un periodo de 806 días. En síntesis, de los 29 pacientes, hubo una falla de adhesión de brackets en un 55.8 % transcurrido el periodo de los 26 meses. El análisis de regresión

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

múltiple reveló una positiva y estadísticamente significativa relación entre el área ocupada por el tipo de grabado ácido y el tiempo de supervivencia de la adhesión *in vivo*[29].

- FUENTES (2002) realizó un estudio comparativo de la adhesión de un ionómero y dos resinas utilizada para adherir brackets. Utilizando una muestra de 40 premolares, adhirió sobre ellos brackets Morelli con los siguientes sistemas de cementación: grupo I Heliosit Orthodontic; grupo II No Mix Orthodontic; grupo III Fuji Ortho LC en un esmalte no grabado; Grupo IV Fuji Ortho LC sobre esmalte grabado. Dentro de los resultados, el grupo I obtuvo una media de 12.08 ± 0.41 MPa; el grupo II de 10.08 ± 032 MPa; grupo III de 5.10 ± 019 MPa y el grupo IV 8.21 ± 028 MPa. Concluyó que los adhesivos a base de resinas autopolimerizable presentaron mayor fuerza de adhesión que los agentes a base de ionómero[30].

- TAVARES et al. (2003) evaluaron *in vitro* la resistencia al cizallamiento de brackets despegados reacondicionados con partículas de óxido de aluminio de 50 y 90 µm. Se formaron tres grupos de 10 premolares cada uno: grupo I se les adhirió brackets nuevos como control; grupo II se les adhirió brackets despegados reacondicionados con microarenado utilizando partículas de óxido de aluminio de 90 µm; grupo III se les adhirió brackets despegados reacondicionados con microarenado utilizando partículas de óxido de aluminio de 50 µm. Los dientes fueron grabados con ácido fosfórico al 37% (Concise gel, 3M) por 30 segundos, enjuagados y secados por 20 segundos. Los brackets (Dental Morelli, Sorocaba SP) fueron adheridos con

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

resina químicamente activado (Concise Orthodontic, 3M) y la resistencia al cizallamiento fue determinada con una máquina universal de fuerzas a una velocidad de 0.5 mm/minuto. Los valores de la fuerza de adhesión fue expresada en Kgf/mm^2. El grupo I obtuvo una fuerza de 0.5478 ± 0.237 Kgf/mm^2; el grupo II 0.3575 ± 0.144 Kgf/mm^2 y el grupo III 0.3625 ± 0.126 Kgf/mm^2. Concluyeron que no existe diferencias significativas en la fuerza de adhesión de brackets despegados reacondicionados con microarenado de partículas de óxido de aluminio de 50 ó 90 µm[31].

- BISHARA et al. (2004) evaluaron el efecto de la velocidad de cizalla en las pruebas de cizallamiento en 40 molares humanos. Utilizando Transbond XT adhesive system (3M Unitek), los brackets Victory Series (3M Unitek) fueron adheridos a los dientes. Luego fueron divididos al azar en dos grupos: grupo I sometidos a una velocidad de cizallamiento de 5.0 mm/min mientras que al grupo II a una velocidad de 0.5 mm/min. El promedio de la resistencia al cizallamiento del grupo I fue de 7.0 ± 4.6 MPa y del grupo II de 12.2 ± 4 MPa. Concluyeron que la resistencia al cizallamiento varía significativamente en relación a la velocidad de cizalla de 5 mm/min y 0.5 mm/min[32].

- HOSEIN et al. (2004) Evaluaron la pérdida de esmalte en cada etapa del proceso de adhesión del bracket y en la eliminación de la resina remanente dejada en el esmalte luego del despegado del bracket. Compararon dos sistemas adhesivos: uno de autograbado (Transbond XT Plus Self-etching) y el otro de grabado convencional (Transbond XT). Después de la profilaxis

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

y el grabado convencional, la pérdida de esmalte media fue de -2.76 µm; sin embargo, el rango fue de -1.11 a -4.57 µm. Esta pérdida observada fue mucho menos que trabajos reportados anteriormente. Con el uso del primer autograbante, la pérdida de esmalte fue significativamente menor -0.27 µm y fue registrado con un rango de de -0.03 a -0.74 µm. En el ARI (Adhesive Remnant Index) hubo diferencias significativas con más adhesivo remanente sobre la superficie del esmalte en el grupo de grabado convencional. Durante la remoción de resina remanente, la fresa de carburo de tungsteno de 12 hojas de alta velocidad (N.° 118 S bur; Forestadent, Germany) y el scaler ultrasónico (Cavitron SPS; Dentsply, Germany) presentaron mayor pérdida de esmalte. Menos pérdida del esmalte se reportaron con el uso de carburo de tungsteno con baja velocidad (1172 RA; orthodontic care; United Kingdom) y el uso de alicates[33].

- NESLIHAN et. al (2004) evaluaron diferentes métodos para remover la resina del esmalte luego de despegar los brackets, su efecto sobre el esmalte y sobre la fuerza de adhesión. Con un total de 80 premolares, los dientes fueron limpiados con piedra pómez y escobilla de profilaxis por 10 segundos. Brackets metálicos Ormco Series 2000 (Sybron Dental, Orange, Calif.) fueron adheridos a los dientes usando Light Bond™ y Quick Cure™ (Reliance Ortho Products Inc, Itasca, Ill). El área del bracket fue de 9.63 mm^2. Agrupados en 5 grupos, 50 premolares fueron distribuidos equitativamente de la siguiente manera: Grupo 1: Los brackets fueron despegados con alicates, la resina remanente en el brackets fue evaluado

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

por el índice de remanente de adhesivo (ARI). La superficie del esmalte fue limpiado con una fresa de carburo de tungsteno de baja velocidad (Komet 0197 H21 R012, 8-bladed, Lemgo, Germany). Se readhirió el brackets con el mismo adhesivo y luego determinaron la fuerza de adhesión con un test de cizallamiento. Grupo 2: Los brackets fueron tratados igual que en el grupo 1, excepto que la resina remanente fue removido del esmalte con una fresa de carburo de tungsteno de alta velocidad (012 Komet 314 H21R, 8-bladed). Grupo 3: Los brackets fueron tratados como en el grupo 1, excepto que la resina remanente del esmalte fue limpiado con disco soflex. (coarse/fine/ultra fine, 3M Dental, St Paul, Minn). Grupo 4: los brackets fueron tratados como en el grupo 1, excepto que la resina remanente en el esmalte fue removido por microarenado de óxido de aluminio de 50 µm. La distancia entre la superficie del diente y la punta de microarenador fue de 5 mm. Grupo 5: control. La fuerza de adhesión inicial fue evaluado con el test de cizallamiento utilizando una máquina universal de fuerzas (Lloyd, Fareham, Hampshire, UK). Los restantes 30 dientes fueron agrupados en cinco grupos. Los primeros cuatro grupos recibieron los mismos tratamientos mencionados anteriormente; el quinto grupo no recibió ningún tratamiento. Luego de remover la resina, los cinco grupos fueron examinados en microscopio electrónico para evaluar la superficie del esmalte. La fuerza de adhesión del grupo 1, 2 y 3 fueron significativamente mayor que la fuerza de adhesión inicial (grupo 5), mientras que el grupo 4 no tuvo diferencias significativas. Concluyeron que las cicatrices del esmalte después del proceso de despegado son inevitables, pero pueden ser

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

reducidos. La fresa de carburo de tungsteno de baja velocidad puede ser el método de elección. Aunque remover la resina con fresa de carburo de tungsteno de alta velocidad fue un procedimiento rápido, presentó el esmalte más dañado. Los discos soflex señalaron una disminución de las irregularidades sobre el esmalte, pero fue el método con más tiempo consumido y hubo muchos remanentes sobre la superficie del esmalte. La fuerza de readhesión es mayor cuando el esmalte es limpiado con discos soflex, fresa de carburo de tungsteno de alta y baja velocidad. Remover la resina del esmalte utilizando microarenado presentó una fuerza similar a la fuerza de adhesión inicial[34].

- RAJAGOPAL et al. (2004) evaluaron la fuerza de adhesión de cuatro diferentes métodos para reacondicionar el bracket despegado. La muestra utilizada fue de 100 premolares humanos. En el primer grupo, 20 nuevos brackets fueron usados; 80 brackets usados clínicamente recuperados fueron aleatoriamente asignado dentro de los cuatro grupos restantes. En el segundo grupo se utilizó piedra verde para reacondicionar el bracket usado; en el tercer grupo se utilizó un pequeño flameado y microarenado; en el cuarto grupo fue utilizado flameado directo; en el quinto grupo fue utilizado el método de Buchman. La resistencia al cizallamiento se evaluó utilizando una máquina universal de fuerzas. Los resultados señalaron que el grupo I obtuvo una fuerza de adhesión de 12.43 MPa; grupo II 3.64 MPa; grupo III 10.46 MPa; grupo IV 10.16 MPa y grupo V 10.77 MPa. En el microscopio electrónico, los brackets del grupo II presentaron menos retención.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Concluyeron que el microarenado directo, el flameado directo y el método de Buchman pueden ser adoptados. Sin embargo, el microarenado es la mejor opción porque no hay decoloración ni debilitamiento de la base del bracket y se realiza en un solo paso[35].

- SOMPORN et al. (2005) evaluaron la fuerza de adhesión brackets reacondicionados con diferentes métodos. Utilizando 140 premolares, los brackets Mini diamond (Ormesh, Ormco Corp.) fueron adheridos con Unite bonding system (3M Unitek, Monrovia, CA, USA). Los brackets fueron despegados con un alicate y luego fueron agrupados en siete grupos: Grupo I: los brackets fueron reacondicionados con flameado directo por 30 segundos y luego la resina fue limpiado con un explorador. Grupo II: con una máquina de reacondicionamiento, los brackets fueron limpiados a 454°C por 50 minutos, ultrasonido por 10 minutos y electropulido por 25 segundos. Grupo III: limpiados con una resistencia de calor (glass bead) a 217-232°C por 60 segundos. Luego la resina fue limpiado con un explorador. Grupo IV: microarenados con óxido de aluminio de 90 µm. Grupo V: limpiados con una piedra verde de baja velocidad. Grupo VI limpiados con piedra verde y seguido con microarenado. Grupo VII: sometidos a una resistencia de calor (glass bead) seguido de microarenado. Grupo VIII: grupo control con brackets nuevos. Los brackets fueron readheridos con el mismo adhesivo y luego fueron sometidos a la prueba de cizallamiento (Instron model-5566, Corporation, UK). Los resultados fueron los siguientes: grupo I 15.46 ± 4.47 MPa, grupo II 16.30 ± 4.16 MPa, grupo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

III 16.30 ± 3.28 MPa, grupo IV 18.09 ± 2.27 MPa, grupo V 15.21 ± 1.61 MPa, grupo VI 19.10 ± 2.98 MPa, grupo VII 16.03 ± 3.73 MPa, grupo VIII 22.75 ± 3.65 MPa. Concluyeron que cualquier técnica de reacondicionamiento hace que la fuerza de adhesión disminuya significativamente en relación a los brackets nuevos[36].

- KIRSTY et al. (2006) realizaron un estudio retrospectivo para identificar y cuantificar el efecto de factores que influyen en el tiempo de tratamiento ortodóntico. La muestra consistió en 366 pacientes que terminaron su tratamiento ortodóntico, 220 se sexo femenino y 146 de sexo masculino, entre los 10 y 20 años tratados por un ortodoncista. Cuatro categorías de datos fueron analizados: socioeconómicos, severidad de la maloclusión, método de tratamiento y cooperación del paciente. El tiempo de tratamiento promedio fue de 23.5 meses con un rango de 12-37 meses (desde mayo 2001 a marzo 2004). El 38% de la variación en el tratamiento ortodóntico es explicado por nueve variables, los cinco primeros fueron el sexo, apiñamiento mayor o igual a tres milímetros, relación molar clase II, planificación inicial de exodoncias y extracciones tardías. Los siguientes tres factores asociados al paciente fueron la pobre higiene oral, pobre uso de elásticos, brackets despegados, readhesión y reposición de brackets. Del total, 244 pacientes presentaron uno o más brackets despegados durante el tratamiento ortodóntico. Tres o más brackets desprendidos y reposicionados fueron asociado a 2.5 meses de tratamiento adicional. Finalmente, la planificación de exodoncias realizadas al principio o en el

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

curso del tratamiento fueron asociados con un incremento muy significativo del tiempo de tratamiento[37].

- TAVARES et al. 2006 evaluaron la resistencia al cizallamiento de brackets reciclados y brackets nuevos (grupo control). Con una muestra de 50 premolares extraídos por razones ortodónticos, los brackets (Dental Morelli, Brasil) fueron adheridos con Concise Orthodontic (3M) autopolimerizable. La muestra fue equitativamente distribuida en cinco grupos: grupo I los brackets fueron adheridos y guardados hasta la prueba de cizallamiento. Los brackets de los grupos II, III y IV fueron adheridos, despegados y readheridos al mismo diente. Los brackets del grupo II fueron limpiados con microarenado de óxido de aluminio de 90 µm; los del grupo III fueron limpiados con una piedra de carbonato de silicio de baja velocidad; los del grupo IV fueron limpiados en una compañía de reciclado (Abzil-Lancer, São José do Rio Preto, SP, Brazil). En el grupo V los brackets fueron adheridos, despegados y luego se le adhirieron nuevos brackets en la misma superficie. Los resultados fueron los siguientes: grupo I con 0.52 ± 0.23 Kgf/mm^2, grupo II con 0.34 ± 0.14 Kgf/mm^2, grupo III con 0.14 ± 0.07 Kgf/mm^2, grupo IV con 0.28 ± 0.14 Kgf/mm^2 y el grupo V con 0.43 ± 0.27 Kgf/mm^2. No hubo diferencia entre los del grupo control (0.52 kgf/mm^2) y los reciclados con óxido de aluminio (0,34 kgf/m^{m2}), sin embargo, los brackets reciclados por la empresa especializada (0,28 kgf/m^{m2}) y por el desgaste de carbonato de silicio (0,14 kgf/m^{m2}) representaron significativamente menor fuerza de adhesión que los del grupo control

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

($p<0,05$). Concluyeron que el microarenado con partículas de óxido de aluminio es eficiente, técnicamente simple pudiendo ser utilizado en la clínica[38].

- HERAVI y Naseh (2006) realizaron un estudio comparativo de la fuerza de adhesión de brackets nuevos y reciclados. Utilizaron 60 premolares extraídos por motivos ortodónticos, brackets metálicos Standard Edgewise (Dentarum Corporation, Germany) y composite No Mix (Dentarum Corporation, Germany). En 40 dientes, fueron limpiados con piedra pómez sin flúor, grabados con ácido fosfórico gel al 37% (Dentarum Corporation, Germany) y luego divididos en dos grupos: "N" y "R". En el grupo control "N" se le adhirieron brackets nuevos y en el grupo "R" brackets reciclados químicamente. La fuerza de adhesión fue determinada mediante la resistencia al cizallamiento utilizando una máquina universal de fuerzas. Instron. Luego de la prueba de cizallamiento, la resina fue removida del esmalte utilizando una fresa de carburo de tungsteno; de igual modo fueron limpiados la base de los brackets usando la fresa de carburo. A los primeros 20 dientes, se le volvieron a adherir nuevos brackets (grupo "NR") y a los otros 20 dientes, brackets reciclados (grupo "RE"). Por otra parte, 20 brackets reciclados fueron adheridos a 20 dientes con esmalte dental virgen (grupo "RR"). Dentro de los resultados, el grupo "N" obtuvo una fuerza de adhesión de 12.00 ± 2.48 MPa; el grupo "R" 9.94 ± 1.92 MPa; el grupo "NR" 11.86 ± 2.50 MPa; el grupo "RE" 10.80 ± 1.84 MPa y el grupo "RR" una fuerza de 10.00 ± 1.82 MPa. Hubo diferencias significativas entre el grupo

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

"R" con los grupos "N" y "NR". También hubo diferencias significativas entre el grupo "RR" con los grupos "N" y "NR". Concluyeron que readherir un bracket nuevo no tiene efecto significativo sobre la fuerza de adhesión del bracket. Remover el composite de la base del bracket utilizando una freza de carburo de tungsteno disminuye significativamente la fuerza de adhesión y, finalmente, el reciclaje químico de brackets sin electropulido puede mantener la fuerza de adhesión en los límites clínicamente aceptables[39].

- MONTASSER et al. (2007) evaluaron la readhesión de brackets ortodónticos Utilizaron tres sistemas adhesivos, dos sistemas autograbantes Transbond (3M Unitek, Monrovia, Calif) y M-Bond (Tokuyama Dental Corporation, Tokyo, Japan) y un sistema convencional (Rely-a-Bond). La muestra estuvo formada con 20 premolares para cada sistema adhesivo. Los brackets (Mini twin, American Orthodontics, Sheboygan, Wis) fueron adheridos tres veces siguiendo las indicaciones del fabricante para cada sistema adhesivo. La fuerza de adhesión fue determinada con un test de cizallamiento utilizando una maquina universal de fuerzas (LLOYD Instruments; Segensworth, Fareham, England). Los resultados del estudio fueron: la media de la fuerza de adhesión en el primer, segundo y tercer ensayo de cizallamiento para Rely-a-Bond fue de 8.4 ± 1.8, 10.3 ± 2.4, and 14.1 ± 3.3 MPa respectivamente; para Transbond 11.1 ± 4.6, 13.6 ± 4.5, and 12.9 ± 4.4 MPa respectivamente; y para M-Bond 8.7 ± 2.7, 10.4 ± 2.4, and 12.4 ± 3.4 MPa respectivamente. Luego de los tres despegados, la media de la fuerza de adhesión se incrementó

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

significativamente desde el primer al tercer despegado para Rely-a-Bond and M-bond ($P \leq 0.001$), pero ningún cambio para Transbond ($P = 0.199$). Concluyeron que los sistemas adhesivos autograbantes tienen una mayor fuerza de adhesión que del sistema convencional[40].

- RAMÍREZ et al. (2008) realizaron un estudio *in vitro* del esfuerzo a la tracción de brackets arenados con óxido de aluminio nuevo y óxido de aluminio reciclado, ambos de 50 µm, con o sin ultrasonido. Se incluyeron 80 dientes, entre primeros y segundos premolares, divididos aleatoriamente en 5 grupos de 16 premolares: (C) brackets nuevos, (AN) brackets arenados con óxido de aluminio nuevo, (AN+U) arenado con óxido de aluminio nuevo más ultrasonido, (AR) arenado reciclado y (AR+U) arenado reciclado más ultrasonido. Se utilizaron brackets Edgewise con base metálica (3M Unitek, Monrovia, CA, USA) y el sistema de adhesivo ENLIGHT (sds Ormco, Glendora, CA, USA). La fuerza de adhesión se determinó con el test de esfuerzo a la tracción utilizando una máquina Instrom (Instrom Corp., Canton, Mass, USA). Dentro de los resultados, muestran un incremento de la resistencia a la tracción de los brackets arenados con óxido de aluminio nuevo (9.38 MPa) en relación al grupo control (8.58 MPa). Concluyeron que la mejor técnica de preparación de la base es utilizando un baño ultrasónico con etanol al 100% durante 5 minutos después de ser arenados con óxido de aluminio de 50 µm nuevo [41].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

- El Dr. Michael Swartz químico, dentista y ortodoncista, investigó la adhesión directa dental desde sus principios conjuntamente con celebridades como el Dr. Ralph Phillips, el Dr. Ray Bowen (primeros en proponer la resina BIS-GMA) y el Dr. Michael Bounocore (primero en proponer el grabado del esmalte con ácido fosfórico). En una entrevista realizado por el Dr. Larry White, le preguntaron ¿Debemos desarrollar adhesiones más fuertes entre los brackets y el esmalte? El Dr. Michael Swartz contestó: "no, definitivamente no. La adhesión directa al esmalte grabado es lo suficientemente fuerte como para fracturar el esmalte. Numerosas fracturas del esmalte han ocurrido con los brackets cerámicos a mediados de los años 80 por el aumento de la adhesión entre la resina y el bracket. El fracaso suele ocurrir en la interface bracket/resina, es decir, un fracaso de cohesión. Durante más de 28 años, la malla de la base del bracket ha sido bastante exitosa para la retención de los brackets sin causar daños en el esmalte. Cuando se retiran los brackets o cuando se ejercen fuerzas elevadas en el bracket, la resina se fractura en la superficie de la malla, como un mecanismo seguro y de esta manera no le da mucha tensión al esmalte." También señaló: "Cuando un consultorio experimenta un rango alto de fracasos, la tendencia normal es buscar un material de adhesión más fuerte; cuando en realidad la causa de estos fracasos frecuentes no es por un material débil, sino por la técnica de adhesión. El mejor de los materiales de adhesión (no necesariamente el que tenga un alto grado de fuerza de adhesión *in vitro*), no compensará una técnica de adhesión pobre o inconsistente"[42].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Adhesión

La palabra adhesión viene del latín *adhaerere*, formada por *ad* (para) y *haerere* (pegarse). La adhesión se refiere a las fuerzas y energías entre átomos o moléculas en una interface que mantiene juntas dos o más superficies. En ortodoncia, es el medio de unión entre la superficie del esmalte y la del bracket. En terminología adhesiva, la adhesión es la unión de una superficie a otra[43].

2.2.2. Tipos de adhesión:

2.2.2.1. Adhesión Mecánica

A. Por efecto geométrico

Se logra a través de los efectos estructurales geométricos entre los substratos adherentes.

B. Por efecto reológico

Cuando hay cambio estructural, dimensional o físico (como por ejemplo cuando pasa de líquido a sólido), el adhesivo líquido penetra las irregularidades y luego solidifica sufriendo cambios volumétricos[44].

2.2.2.2. Adhesión Química o Específica

A. Adhesión química primaria

Por enlaces de tipo iónico, covalentes o metálicos. Estas son las que menos se producen. Los ionómeros de vidrio

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

logran la adhesión química primaria, pero ésta no es suficiente para dar estabilidad en el tiempo[44].

B. Adhesión química secundaria

Por enlaces débiles como puentes de hidrógeno (fácilmente hidrolizables en agua, por lo que no funcionan muy bien en boca por la saliva), Fuerzas de Van der Walls o dipolos[44].

2.2.3. Esmalte Normal

El esmalte humano es un tejido derivado del ectodermo, de grosor variable, que reviste totalmente la corona de los dientes como una capa protectora[45].

A. Espesor

El espesor del esmalte varía de acuerdo con el diente y en el mismo diente, varía con la región siendo máxima a nivel de las cúspides de los molares y premolares (2.5 a 3 mm), borde incisales de los incisivos (2 mm) y caninos (2.5 mm). En la región de los surcos, el espesor es de 1mm adelgazándose como el borde de una lámina hacia el nivel cervical donde alcanza su menor espesor (0.5 mm)[45].

B. Dureza

Es el más duro del cuerpo humano, debido al alto contenido de sales minerales y a la disposición cristalina de los mismos. Su dureza es variable, yendo de la apatita, quinta en la escala de

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Mohs, hasta el topacio, que es el octavo. A pesar de su gran dureza, la estructura específica lo torna altamente frágil[45].

C. Coloración

El color del esmalte varía del blanco amarilloso al blanco grisáceo, pudiéndose afirmar:

- Esmalte delgado, bien calcificado y traslúcido, da al esmalte una apariencia amarillosa.
- Esmalte grueso, menos calcificado y opaco, da al diente una apariencia grisácea.

Se ha sugerido que el color sea determinado por las diferencias en la traslucidez del esmalte, siendo que los dientes amarillos poseen un esmalte más traslúcido, mostrando el color amarillo de la dentina. Los dientes grisáceos, un esmalte más opaco refleja menos la coloración de la dentina. Esta traslucidez puede ser debido a variaciones en el grado de calcificaciones y homogeneidad del esmalte. Los bordes incisales, por estar constituidos sólo por una capa doble de esmalte, sin la presencia de dentina, pueden presentar una tonalidad azulosa[45].

D. Propiedades químicas

La composición del esmalte, determinada por métodos químicos, presenta del 92 a 96% de materia inorgánica y del 1 al 2% de sustancia orgánica, con 3 a 4% de agua. Los autores

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

describen además, que la mayor parte de la sustancia inorgánica del esmalte está compuesta de hidroxiapatita, pudiéndose encontrar también en porcentajes menores sodio, magnesio y carbonatos bajo la forma de aniones. En concentraciones menores y más variables, está descrita la presencia de hierro, flúor y manganato. Los principales componentes orgánicos del esmalte son proteínas, representadas por una glicoproteína soluble y otra más soluble. Entre los aminoácidos se destaca la gran cantidad de prolina, aunque sin la presencia de queratina o colágeno. La columna de iones oxidrilos, paralelas al eje longitudinal del cristal y muy reactiva, pudiéndose sustituir por otros iones como el flúor, lo que determina mayor resistencia al acondicionamiento ácido[45].

E. Distribución cuantitativa del material orgánico en el esmalte

Existe cantidad de proteínas, relativamente grande, junto a la unión amelo-dentinaria, tendiendo a cero en el cuerpo principal del esmalte, y aumentando la concentración en dirección a la superficie. Esta.concentración, mayor en la superficie, se debe a la película orgánica, constituida de material celular residual, de la capa de células ectodérmicas del órgano del esmalte o del último producto de secreción de los ameloblastos, posteriormente sustituida por residuos bucales y precipitaciones de glicoproteínas salivales. Esta capa orgánica protege el esmalte de acondicionamiento ácido[45]. La proporción orgánica del esmalte es

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

básicamente de naturaleza proteica, pero no de origen colágeno, lo que distingue de otros tejidos mineralizados que normalmente son de naturaleza conjuntiva. Entre estas proteínas destacan las amelogeninas y no amelogeninas, que pueden ser representadas por las enamelinas y glicoproteínas[45].

F. Dirección de los prismas

Se dirigen de adentro para afuera, de la unión amelo-dentinaria para la superficie dentaria, presentando una orientación determinada para cada región de la corona. Así, partiendo de la dentina, los prismas se disponen perpendiculares a la superficie. Ya en la zona intermedia del esmalte, la disposición semeja un espiral (curvatura secundaria) y en posición más externa, asumen nuevamente una posición perpendicular a la superficie[45].

G. Número

Varía de diente en diente, yendo desde aproximadamente 5 millones en los incisivos inferiores hasta los 12 millones en los molares superiores[45]

H. Longitud de los prismas

La longitud de la mayoría de los prismas es mayor que el grosor del esmalte debido a la dirección oblicua y curso ondulado de los mismos[45].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

I. Diámetro de los prismas

El diámetro de los prismas es de aproximadamente 4 micras, pero esta medida varía necesariamente una vez que la superficie externa del esmalte es mayor que la superficie dentinaria de donde el prisma se origina. Se observa que el diámetro de los prismas aumenta a partir de la unión amelo-dentinaria en dirección a la superficie en una proporción de 1:2 [45].

J. Forma de los prismas

En corte transversal, ocasionalmente se presentan como una forma hexagonal, algunas veces redonda u ovalados, escama de pez u ojo de cerradura. La forma del prisma que se asemeja a la de ojo de cerradura y escama de pez parece ser la más común[45].

K. Calcificación de los prismas

Se explica esta forma peculiar, por el hecho de que la calcificación de cada prisma se inicia cerca de la superficie y sigue en dirección centrípeta. La calcificación de los prismas del esmalte no ocurre al mismo tiempo en toda la circunferencia del prisma, se inicia en un lado. Consecutivamente, un lado de cada prisma endurece más rápido que el otro, siendo que el lado más duro ejerce presión sobre el lado más blando de los prismas adyacentes, comprimiéndolo y dejándole una huella permanente[45].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

L. Vaina del prisma

Todo prisma está envuelto por una fina capa periférica, donde el índice de refracción es diferente. Es relativamente ácido-resistente, pudiéndose concluir que es menos calcificada y contenga más sustancia orgánica que el prisma propiamente dicho[45].

M. Sustancia interprismática

Los prismas del esmalte no se encuentran en contacto directo, y sí, cementados entre sí por una sustancia interprismática que tiene un índice de refracción ligeramente más elevado que los prismas[45].

N. Estrías de Retzius

El esmalte es portador de una serie de líneas oscuras, casi paralelas, de grosores variados y que se denominan Estrías de Retzius. En secciones longitudinales, ellas aparecen envolviendo la punta de la dentina y después siguiendo un trayecto oblicuo al límite del esmalte con la dentina. Son consideradas hipomineralizadas y representan el resultado del crecimiento aposicional del esmalte. Están dispuestas de forma alternada con fajas de hipermineralización, indicando que las franjas oscuras se deben a las pautas periódicas del proceso de mineralización. Donde quiera que las líneas de Retzius alcancen la superficie habrá un surco

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

plano, la línea de imbricación de Pickerill, causada por la superposición de una capa de esmalte más nueva sobre otra más vieja. Los surcos son más numerosos y más próximos uno de los otros en la parte cervical de la corona. La distancia entre los surcos aumenta en dirección a la parte oclusal y no existe próximo al borde incisal[45].

2.2.4. Grabado del esmalte

Buonocore (1955)[1], basándose en un proceso industrial usado por la ingeniería naval, -acondicionando a través de ácido fosfórico en los cascos de los navíos para aumentar la retención de las tintas y barnices resinosos, describió un método bastante simple, posibilitando la unión de resinas compuesta a la superficie del esmalte[45].

El tratamiento superficial del esmalte con ácido como el ácido fosfórico, genera una remoción selectiva de los cristales de hidroxiapatita ocasionando una gran microporosidad y el aumento de la energía superficial que permite que monómeros hidrofóbicos o hidrofílicos de los composites se distribuyan fácilmente sobre la superficie y penetren en las microporosidades, los cuales al ser polimerizados forman una fuerte unión micromecánica. Las uniones que se forman entre un adhesivo polimérico de baja viscosidad y una superficie de esmalte son fundamentalmente de tipo mecánico y dependen de la penetración de la resina en las irregularidades de la superficie del esmalte[46].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

El acondicionamiento ácido del esmalte puede proporcionar diferentes modelos de morfología[47] conocidos como:

Tipo 1: Retira el núcleo de los prismas y mantiene los cristales de la periferia.

Tipo 2: Retira la los cristales de la periferia y mantiene el centro de los prismas.

Tipo 3: Una mezcla de los dos tipos anteriores.

No obstante, no hay una correlación clínica de estos modelos con valores de resistencia de unión de los sistemas adhesivos[49]. Una situación en que las características del esmalte pueden influenciar en los valores de unión de los sistemas está relacionada con el aspecto aprismático del esmalte. Se encuentra este tipo de esmalte en dientes permanentes (espesura aproximadamente de 4 a 5 µm) y, principalmente en los dientes deciduos (espesura de 7 µm). Clínicamente eso implica en la necesidad de mayor tiempo de acondicionamiento ácido (ácido fosfórico de 30 a 40 % por 30 segundos) en sistemas adhesivos convencionales[45].

La utilización de concentraciones entre 30 y 40% lleva a la formación de tags resinosos que son prolongaciones del adhesivo polimerizado en las irregularidades del esmalte producidas por el acondicionamiento ácido[45]. Con relación al tiempo de acondicionamiento, algunos trabajos relatan una mayor eficiencia de superficies de esmalte condicionadas durante 30 segundos cuando comparadas aquellas tratadas por 15 segundos. Paralelamente parece

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

no ocurrir un aumento del desempeño de la matriz adhesiva con el aumento del tiempo de acondicionamiento del esmalte para 60 segundos. Por lo tanto, en esmalte es conveniente realizar el acondicionamiento ácido durante 30 segundos[48]. Cuando se realiza el acondicionamiento ácido en esmalte, la energía superficial del tejido aumenta, pues se realiza la retirada de contaminantes adsorbidas en la superficie del diente, además de realizarse una desmineralización selectiva, exponiendo así la hidroxiapatita, que es la molécula mineral predominante en este tejido. En el esmalte acondicionado, el sistema adhesivo penetrará en todas sus retenciones generando una verdadera microimbrincación entre el material y el tejido[47].

2.2.5. Sistemas adhesivos

2.2.5.1. Clasificación

La clasificación más empleada en el medio científico–tecnológico se basa en la aparición cronológica del sistema adhesivo en el mercado odontológico, se considera que existen siete generaciones, sin embargo, esta clasificación no permite que los sistemas adhesivos sean categorizados con un criterio objetivo y científico[44].

Otra clasificación utilizada es la que hace referencia al número de pasos clínicos y constitución física del sistema adhesivo: multibotes o multicomponentes y monobotes o monocomponentes[44]:

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

- Adhesivo multicomponente: presentaciones comerciales de adhesivos convencionales que están constituidos por más de un bote.
- Adhesivo monocomponente: donde el primer y el adhesivo se han incorporado a través de diferentes procesos químicos y físicos en un solo envase.

Van Meerbeek & Others[48], propusieron otro sistema de clasificación:

- Sistema adhesivos convencionales: emplean la técnica de grabado total como mecanismo acondicionador de la estructura dental
- Sistemas adhesivos autograbadores: se basan en el uso de monómeros ácidos que acondicionan, imprimen y se adhieren al tejido dental
- Vidrios ionoméricos: Tiene una adhesión directa química a través de un proceso de quelación. No necesidad grabar el esmalte dental.

2.2.5.2. Tipos de adhesivos en ortodoncia

Para la adhesión de brackets ortodónticos se usan dos tipos básicos de resinas dentales. Ambas son polímeros y se clasifican como resinas acrílicas o de diacrilato. Las resinas acrílicas se basan en acrílicos autocurables y consisten en monómero y polvo ultrafino de metilmetacrilato, la mayoría de

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

las resinas de diacrilato se basan en la epoxirresina acrílica modificada: bis GMA o resina Bowen. Una diferencia fundamental es que las resinas del primer tipo forman polímeros lineales solamente, mientras que las del segundo tipo pueden polimerizar también por cadenas cruzadas en una red tridimensional. Estas cadenas cruzadas contribuyen a una mayor resistencia, menor absorción de agua y menor contracción de polimerización[2].

Los dos tipos de adhesivos existen en formas con relleno o sin él. Algunas investigaciones independientes indican que las resinas de diacrilato rellenas del tipo bis GMA poseen los mejores propiedades físicas y son los adhesivos más fuertes para brackets metálicos. Las resinas acrílicas o combinadas han tenido mayor éxito con brackets plásticos. Algunas resinas composite (incluyendo el Concise) contiene partículas grandes y gruesas de cuarzo o vidrio silicio de tamaño muy variado, con un promedio de 3-20 µm, que le imparten propiedades de resistencia a la abrasión. Otras diminutas y de tamaño uniforme (0,2 y 0,3 µm) que en consecuencia presentan una superficie mas lisa y retienen menos placa, pero son más propensas a la abrasión[2].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

A. Adhesivos a base de resina sin mezcla autopolimerizable

Estos materiales curan cuando bajo una ligera presión una pasta es unida a un líquido "primer" aplicado sobre la superficie grabada y la cara posterior del bracket o cuando hay otra pasta en el diente donde se va adherir. De este modo, un componente del adhesivo se aplica a la base del bracket mientras que otro se aplica sobre el diente grabado y seco. Tan pronto como se haya obtenido la posición correcta del bracket, este se presiona firmemente en su sitio y el cuadro ocurre usualmente en 30-60 segundos. A pesar de que el procedimiento de adhesión clínica puede ser simplificado con los adhesivos sin mezcla, hasta ahora contamos con poca información de largo plazo sobre su fuerza de unión en comparación con la de los sistemas convencionales de mezcla de pasta con pasta. Asimismo, poco se sabe acerca de qué cantidad de monómero residual no polimerizado queda en el adhesivo curado y de su eventual toxicidad. Las pruebas *in vitro* han demostrado que los activadores líquidos de los sistemas sin mezcla son definidamente tóxicos[2].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

B. Adhesivos a base de resinas BIS GMA polimerizables con luz visible

Estos materiales pueden ser curados por luz transmitida a través de estructura dentaria y brackets cerámicos. Las resinas polimerizadas por luz ultravioleta fueron populares con los brackets plásticos o metálicos con base perforada, pero la inaccesibilidad de la luz para llegar hasta la resina bajo las bases en forma de mallas de los brackets hizo que la mayoría de los clínicos se volcasen hacia las resinas autopolimerizables. La profundidad máxima de curado en las resinas fotocurables depende de la composición del composite, de la fuente de luz y del tiempo de exposición. Los adhesivos activados con luz visible tienen mayor profundidad de curado que los activados por luz UV. Hacia 1990, aproximadamente el 20% de ortodoncistas de los Estados Unidos usaban sistemáticamente fotocurado. Con la introducción de nuevas técnicas y adhesivos es probable que esa cantidad haya aumentado y siga haciéndolo en los próximos años[2].

2.2.6. Brackets

Por definición "bracket" es un dispositivo que tiene como función guiar los movimientos que deseamos efectuar en un diente, ayudados por la fuerza que ejercen los alambres sobre ellos[43].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

2.2.6.1. Partes del bracket

- **Hook:** Generalmente e la aleta distal de caninos y premolares, facilita la colocación de cadenas elásticas, close coil, elásticos intermaxilares, etc.
- **Punto de orientación**: Colocado en la ala distal gingival de los brackets gemelos.
- **Slot:** Riel o ranura del bracket puede variar en tres medidas: 0.018" x 0.025; 0.018" x 0.030" y 0.022" x 0.028".
- **Eje longitudinal:** Importante que este señalado. Si esta línea y el eje axial del diente coincide
- **Aletas:** deben ser pequeñas y retentivas, en estas se colocan los módulos, ligaduras, cadenas y otros.
- **Base de la malla:** Una de las partes más importantes de los brackets es la base y la malla, de su diseño depende la estabilidad del bracket durante el tratamiento ortodóntico y varía de una casa fabricante a otra (número de rejas en la malla, torque en la base o en el slot, angulación, etc.). La malla es un tejido de hilos de acero inoxidable que dan retención a los adhesivos, se miden por la cantidad de espacios por cm^2. Existen mallas soldadas a la base del bracket, otras que son colocadas en una sola pieza, otras en donde la superficie retentiva de la malla está constituida por pequeñas pirámides invertidas cuyo vértice está unido al

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

bracket y la base de éstas pirámides estará en contacto con la superficie dental; existen otros brackets en donde la malla nace del cuerpo de éste como una sola unidad. La malla de GAC (Súper Mesh) está basada en tres entramados de malla, lo cual proporciona una mayor retención del bracket a la resina[43].

2.2.6.2. Clasificación

A. Por su adhesión

- **Soldables a bandas**
- **Adhesión directa**: con retención en la base del bracket

B.. Por su tamaño

❖ **. Standard**

- 4.2 mm de ancho mesiodistal en anteriores superiores
- 4.0 mm de ancho mesiodistal en caninos
- 3.8 mm de ancho mesiodistal en premolares

❖ **Medianos**

- 3.8 mm de ancho mesiodistal en anteriores superiores
- 3.6 mm de ancho mesiodistal en caninos
- 3.4 mm de ancho mesiodistal en premolares

❖ **Mini**

- 3.2 mm de ancho mesiodistal en anteriores superiores
- 3.0 mm de ancho mesiodistal en caninos
- 2.6 mm de ancho mesiodistal en premolares

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Nota: las medidas varias de acuerdo al fabricante

C. Por su composición

- **Metálicos:** fabricados en acero inoxidable de grado médico
- **Estéticos**: Simulan el color del diente.
- **Cerámicos**: Fabricados en polímero de silicio o de algún cristal mineral
- **Plásticos:** Fabricados con policarbonato o PET
- **Híbridos**: Fabricados con la integración de dos o más materiales.

D. Por su diseño

- **Estándar Edgewise:** Sin torque, sin angulación, sin rotaciones y normalmente sin in/out. En esta técnica es frecuente el uso de multiloops.
- **Pretorqueados y preangulados** (ligables y de autoligados)
- **Torque en ranura:** ranura con inclinación vestíbulo-palatina
- **Torque en base**: ranura paralela a la base del bracket.
- **Angulación en ranura**: inclinación mesiodistal de la ranura.
- **Angulación en cuerpo:** de diseño romboidal de las caras mesial y distal del cuerpo del bracket.
- **Rotación**: Expresada en la base del cuerpo del bracket. Esto se logra con un diferencial de altura en sentido mesiodistal.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

E. Por su manufactura

- **Cortados:** Se efectúan cortes para formar el slot y dividir las aletas. Posteriormente se le suelda la base, la cual ya tiene la mala adherida y a forma del diente al que será pegado
- **Fundidos:** Se inyectan a presión sobre un molde que contiene las cavidades con la forma del bracket, generalmente son fundidos en cuerpo y base. Esta última presenta retenciones de tipo mecánico.
- **Híbridos:** Son aquellos que son fundidos en cuerpo, lo cual les permite una gran delicadeza de los detalles; presentan una base soldada. Este último es el de mayor calidad[43].

2.2.7. Procedimiento para la adhesión

Los pasos involucrados en la adhesión directa e indirecta de brackets[2] sobre superficies vestibulares o linguales son:

- Limpieza
- Acondicionamiento del esmalte
- Sellado
- Adhesión

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

A. Limpieza

La limpieza integral de los dientes con una suspensión acuosa de pómez o pasta para profilaxis es esencial para remover la placa y la película orgánica que normalmente cubre todos los dientes. Los dientes deben estar limpios. Esto requiere de goma o un cepillo para pulir. La limpieza debe hacerse antes de aplicar los elementos para controlar la humedad, por ejemplo separadores de labios y carrillos, eyector de saliva y rollos de algodón. El paciente puede enjuagarse poco después (esta será la última vez que lo haga antes de que concluya el procedimiento de adhesión) o bien se pueden eliminar los restos de pómez y agua con el evacuado al vacío[2].

B. Acondicionamiento del esmalte

Después del enjuague es imprescindible controlar la saliva y mantener el campo operatorio completamente seco. En el comercio existen varios dispositivos para cumplir este propósito:

- Expansor de labios y/o separadores de carrillos.
- Eyectores de saliva.
- Protectores linguales con bloque de mordida.
- Obstructores de conductos salivales.
- Artefactos que combinan varios de los anteriores.
- Rollos de algodón o gasa.
- Antisialagos.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Para eliminar la humedad de la boca y realizar la adhesión simultánea de premolar a premolar en ambos arcos da buen resultado el uso de expansor labial o separador de carrillos conjuntamente con el eyector de saliva. Con respecto a los antisialagos, se dispone de tabletas y soluciones inyectables de diferentes preparados. La experiencia actual indica que en general los antisialagos son innecesarios para la mayoría de los pacientes. Cuando están indicados, las tabletas de Pilocarpina o sulfato de atropina en una bebida no azucarada administrada 15 minutos antes de la adhesión pueden dar resultados adecuados[2].

C. Pretratamiento del esmalte

Después de haber aislado el campo operatorio, se secan los dientes sobre los cuales se adherirán implementos. Se aplica entonces suavemente la solución o gel acondicionador (por lo común ácido fosfórico al 37%) sobre la superficie del esmalte, con una esferita de espuma o cepillito durante 15 a 60 segundos. Hay que tener el cuidado de no frotar él líquido sobre los dientes, para evitar daños en los delicados prismas del esmalte. Al concluir el periodo de grabado se elimina la sustancia grabadora con abundante aerosol de agua. Es muy recomendable un eyector de saliva de alta velocidad. No se debe permitirse que la superficie grabada se contamine con saliva (si ello ocurre habrá que lavar rociando con agua o volver a grabar por unos pocos segundos; no se debe dejar que el paciente se enjuague). A continuación se

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

secan perfectamente los dientes con una fuente de aire libre de humedad y de aceite, para obtener la bien conocida apariencia mate y glacial[2].

D. Sellado

Después de que los dientes están completamente secos y aparecen blanco glacial se puede pintar una delgada capa de sellador con una pequeña esfera de espuma o un cepillito, con un único movimiento gingivoincisal en cada diente. La capa de sellador tiene que ser delgada y uniforme, pues cuando polimeriza el exceso de sellador puede inducir un desplazamiento del bracket y una topografía anormal del esmalte. La aplicación de brackets debe comenzar inmediatamente después de que todas las superficies grabadas estén cubiertas con sellador. Mucha confusión e incertidumbre rodean el uso de sellador en ortodoncia. Para determinar la función exacta de la resina intermediaria en el procedimiento del grabado ácido, se han realizado investigaciones cuyos hallazgos son divergentes. Algunos investigadores llegaron a la conclusión de que una resina intermediaria es necesaria para conseguir una adecuada resistencia en la unión; otros indican que es necesario mejorar la resistencia a la microfiltración; otros, en fin, creen que es necesario por ambas razones; y hay quienes consideran que la resina intermediaria es realmente innecesaria.

Un problema particular en ortodoncia es que la película de sellador sobre una superficie dental vestibular es delgada, que es posible

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

que ocurra inhibición de la polimerización por él oxigeno que atraviesa la película cuando se usa sellador autopolimerizable. En el caso de los selladores que contienen acetona y de los fotopolimerizables la falta de polimerización no parece ser un problema[2].

E. Adhesión

Inmediatamente después de que todos los dientes a los que se pegará adminículos hayan sido pintados con una capa de sellador, el operador procederá a la fijación de aquellos. En la actualidad, la mayoría de los clínicos adhieren los brackets con la técnica directa, más que con la indirecta. Hay muchos adhesivos para la unión directa y continuamente aparecen otros nuevos, sin embargo, la técnica básica para la adhesión sólo se modifica levemente para los diferentes materiales, de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El método de adhesión más fácil consiste en aplicar adhesivo sobre la base del bracket con un ligero exceso, para luego ubicarlo sobre la superficie dental en su posición correcta.

Al adherir brackets uno por uno con una mezcla homogénea recién hecha de adhesivo de curado relativamente rápido, el operador puede trabajar relajado y obtener óptima fuerza de unión para cada bracket, no hay necesidad de apresurarse, pues se dispone de mucho tiempo para ubicar el bracket en su posición correcta controlarlo y de ser necesario reubicarlo, todo dentro del

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

tiempo de trabajo del adhesivo. Tan pronto como un bracket haya sido ubicado y ajustado en su posición correcta se puede pegar el bracket siguiente mientras polimeriza la unión anterior.

Un adhesivo debe tener viscosidad suficiente, de modo que el bracket adherido no se desplace de su posición antes de que el adhesivo endurezca. El procedimiento recomendado para adherir brackets consiste en los siguientes pasos:

- Transferencia
- Ubicación
- Ajuste
- Remoción de excesos

E.1.Transferencia

El bracket se prende con pinzas de algodón o pinza transportador de brackets y se le aplica mezcla de adhesivo en el dorso de su base. Acto seguido se pone el bracket sobre el diente, próximo a su posición correcta[2].

E.2. Ubicación

Para la ubicación se usa un instrumento en uña como la RM 349 o preferiblemente un posicionado de brackets con bordes paralelos que posiciona el bracket en los sentidos mesiodistal e incisogingival y le da la angulación exacta. El posicionador de bordes paralelos permite la visualización de la ranura del bracket en relación con el borde incisal y el eje mayor del diente con una uña asentada en la ranura. La posición

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

correcta en el sentido vertical puede mejorarse con distintos instrumentos de medida o guía de altura en los brackets mismos[2].

E.3. Ajustes

Con contacto en un solo punto con el bracket, se empuja firmemente contra la superficie del diente. El íntimo ajuste dará como resultado buena fuerza de adhesión, poco material a eliminar al despegar el bracket y escaso deslizamiento cuando el exceso de material se extruye periféricamente. Es importante retirar el instrumento en uña una vez que el bracket este en posición correcta y no intentar mantener el bracket en un sitio con el instrumento. Hasta un leve movimiento puede alterar el curado del adhesivo[2].

E.4. Remoción de excesos

Un ligero exceso de adhesivo es fundamental para minimizar la posibilidad de espacios vacíos y para estar seguros de que está untada en toda la base de malla cuando se está ajustando el bracket. El exceso resulta particularmente útil en dientes con morfología anormal. Ese exceso no sufrirá desgaste por el cepillado ni por otras fuerzas mecánicas; hay que eliminarlo con el raspador (en especial a lo largo del reborde gingival) antes de que el adhesivo haya curado o removerlo con fresas después de endurecido. Remover el exceso de adhesivo es importante para evitar o minimizar la

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

irritación gingival y el crecimiento de placa en torno de la periferia de la base de adhesión. Esto reducirá el daño del periodonto y la posibilidad de descalcificación. Por otra parte, la remoción del exceso de adhesivo puede mejorar la estética. Cuando el procedimiento recién descrito haya sido repetido para todos los brackets a adherir, se controla meticulosamente la posición de cada bracket. Todo bracket que no esté en buena posición puede ser removido con pinzas y vuelto a adherir inmediatamente[2].

2.2.8. Diferentes instrumentos para remover la resina del esmalte

Zachrison y Årtun[49] pudieron comparar diferentes instrumentos que se usan comúnmente luego del procedimiento de despegados de brackets. Propusieron un índice para la superficie del esmalte (ISE) con cinco grados del 0 al 4. Utilizaron microscopia electrónica de barrido y lograron determinar el grado de deterioro superficial causado en dientes permanentes jóvenes. El estudio demostró:

- Los instrumentos de diamante eran inaceptables con un puntaje de 4, inclusive las piedras de diamante finas producían rayas groseras y daban aspecto de esmalte profundamente estropeado.
- Los discos de papel de lija de grano medio y las ruedas de gomas verdes producían ralladuras similares con puntaje de 3 que no podían eliminarse.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

- Los discos de papel de lija fino produjeron varias rayas marcadas y algunas todavía profundas y un aspecto de una superficie muy similar al de los dientes de adultos (puntaje de 2).
- Las fresas de carburo de tungsteno con filos rectos y redondeados eran los únicos instrumentos que ofrecían una superficie de aspecto satisfactorio (puntaje de 1).
- Ninguno de los instrumentos probados dejaron virgen la superficie dental, con sus periquematíes intactos[49].

2.2.9. Fuerzas empleadas en tratamientos ortodónticos

Los movimientos en ortodoncia, son consecuencia o se consiguen gracias a la aplicación de vectores físicos, denominados fuerzas. Existen diferentes fuerzas, pero en ortodoncia las fuerzas más aplicadas son: tensión, comprensión, torsión y de cizallamiento o desplazamiento. Sin embargo, los movimientos ortodónticos como rotación, traslación, intrusión, extrusión y torque, son consecuencia de la acción de dos o más tipos de fuerzas, es decir, en la boca de los pacientes, los brackets adheridos a las piezas dentales están sometidos a estos tipos de fuerza, por lo cual es importante que entre brackets y el esmalte dental exista una adecuada fuerza de unión para que las piezas dentales trasmitan al ligamiento periodontal y al hueso alveolar las diferentes fuerzas y así se produzcan los diferentes movimientos dentales[50].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

A. Tensión

Se define como el vector físico que sometido a un cuerpo o estructura trata de estirarlo o expandirlo tratando de modificarlo o alterar su posición. En la biomecánica ortodóntica, las fuerzas de tensión aplicadas a las piezas dentales, estiran las diferentes fibras del ligamento periodontal, provocando una remodelación del hueso alveolar. Este tipo de fuerza es aplicado en casi todos los movimientos ortodónticos[50].

B. Comprensión

Se define como el vector físico que aplicado a un cuerpo trata de oprimirlo o apretarlo, tratando de reducirlo de volumen o modificar su posición. En la biomecánica aplicada a la ortodoncia, las fuerzas de este tipo aplicadas a las piezas dentales, oprimen las fibras periodontales, presionando también el hueso alveolar, produciendo cambios en su estructura este tipo de fuerza también se aplica para provocar casi todos los distintos movimientos ortodónticos[50].

C. Torsión

Es definido como los vectores físicos que tratan de girar a un cuerpo, tratando de modificar su forma o girarlo parcial o totalmente sobre un punto fijo. En ortodoncia este tipo de fuerza aplicado a las piezas dentales, provoca que estas cambien de posición, girando

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

sobre su eje, alterando la disposición de las fibras periodontales, modificando la topografía del hueso alveolar. Este tipo de fuerza interviene en los movimientos de rotación[50].

D. Desplazamiento o cizallamiento

Es definido físicamente como la fuerza o grupo vectores físicos que aplicados a un cuerpo tratan de cortarlo o desplazarlo en sentido vertical. En ortodoncia este tipo de fuerza es aplicado a las piezas dentales (mediante dos fuerzas de compresión) para provocar su desplazamiento en sentido de su eje axial, probando procesos de remodelación en la estructura alveolar y periodontal. Esta fuerza es aplicada a los dientes para lograr movimientos como extrusión e intrusión además los brackets constantemente son sometidos a estas fuerzas durante la función masticatoria principalmente[50].

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

2.3. Planteamiento del problema

El desprendimiento de brackets durante el tratamiento ortodóntico sigue siendo uno de los hechos indeseables tanto para el paciente como para el ortodoncista y muchas veces puede poner en duda la calidad del tratamiento. Frente al despegado recurrente de brackets, se requerirá volver adherir una, dos o hasta tres veces. Cabe esperar diferentes fuerzas de adhesión en cada repegado, ya que la superficie adamantina sufre cambios irreversible por cada proceso de grabado ácido que se le realice. Adicionalmente, en nuestro medio son muchos los clínicos que reacondicionan el mismo brackets del paciente utilizando diferentes técnicas, entre ellas tenemos: la de flameado, muy utilizada en nuestro medio, y la de microarenado, no muy utilizada en nuestro medio. Otros clínicos se inclinarían por adherir brackets nuevos, entonces, ¿Cómo es la variación de la fuerza de adhesión de los brackets nuevos y brackets reacondicionados al ser adheridos repetidas veces sobre la misma superficie dentaria? Conocer su variación y diferencias ayudarían a establecer la mejor opción entre usar brackets nuevos o uno reacondicionado.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

2.4. Justificación

- El desprendimiento de brackets sigue siendo un hecho muy frecuente que prolonga el tiempo de tratamiento ortodóntico planificado[21, 37]. Esto genera incomodidad tanto en el paciente como en el ortodoncista y podría poner en duda la calidad del tratamiento ortodóntico.
- En nuestro medio, los clínicos reacondicionan el bracket desprendido para volver adherirlo en el mismo paciente.
- De no haber diferencias estadísticas significativas entre readherir brackets nuevo y el bracket despegado, el reacondicionamiento del mismo puede disminuir los costos y el tiempo de tratamiento al no requerir una cita adicional para el paciente (esto acontece principalmente en los medios hospitalarios). De haber diferencias, la reutilización del brackets no debe ser indicada.
- En la revisión bibliográfica, muchos resultados de los estudios de adhesión son a menudo citados por los fabricantes para soportar sus productos. Poca atención ha sido puesta en el procedimiento de la prueba de adhesión con una larga variación en el método[13, 24].
- La mayoría de estudios de adhesión son realizados en un ensayo de cizallamiento, no se encontró estudios que realicen cuatro ensayos de cizallamiento.
- La fuerza de adhesión observado *in vitro* provee de una guía de orientación y comprensión de lo que sucede clínicamente en boca.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

2.5. Objetivos de la investigación

2.5.1 Objetivo general

Determinar la fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con diferentes técnicas adheridos repetidas veces en la misma superficie del esmalte.

2.5.2. Objetivos específicos

A. Determinar la fuerza de adhesión de los brackets reacondicionados con la técnica de microarenado al ser readheridos por primera, segunda y tercera vez.

B. Determinar la fuerza de adhesión de los brackets reacondicionados con la técnica de flameado al ser readheridos por primera, segunda y tercera vez.

C. Determinar la fuerza de adhesión de brackets nuevos (grupo control) en cada ensayo de cizallamiento.

D. Comparar la fuerza de adhesión de los brackets reacondicionados y del grupo control antes mencionado

E. Comparar la fuerza de adhesión de los brackets reacondicionados con la técnica de flameado y de microarenado.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

2.6 Hipótesis

1. "Existe variación entre la fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con las técnicas de flameado y de microarenado al ser adheridos repetidas veces sobre la misma superficie dentaria"
2. "A mayor número de veces que se adhiere un bracket, menor es la fuerza de adhesión sin importar el tipo de reacondicionamiento"

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Tipo de estudio

Según el tipo de ocurrencia de los hechos y registros de la información:

PROSPECTIVO: La información se registra según va ocurriendo los hechos.

Según análisis y alcance de los resultados:

LONGITUDINAL: Las variables serán estudiadas en relación al tiempo.

Según análisis y alcance de los resultados:

CASI EXPERIMENTAL-COMPARATIVO: La muestra es de tipo no probabilístico y por conveniencia, por tanto, no cumple con todos los requisitos para ser considerada experimental.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Universo:

Conformado por 120 brackets ortodónticos (American Orthodontic)

3.2.2. Muestra

Coincide con la población: 120 brackets ortodónticos.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

3.2.3. Distribución de la muestra

Grupo 1

Conformado por 20 brackets inicialmente nuevos y luego reacondicionados con la técnica de microarenado.

Grupo 2

Conformado por 20 brackets inicialmente nuevos y luego reacondicionados con la técnica de flameado.

Grupo control

20 brackets nuevos fueron adheridos en cada ensayo de cizallamiento sobre la misma superficie dentaria dando un total de 80 brackets nuevos.

3.2.4. Unidad de análisis

Brackets reacondicionados.

3.2.5. Tipo de muestreo

No probabilístico y por conveniencia.

3.2.6. Criterios de inclusión

- Brackets inicialmente nuevos.
- Brackets metálicos estándar
- Brackets de la misma marca y procedencia.
- Las dimensiones de la base del brackets deben de ser iguales
- Retención de la base del bracket intacta
- Dimensiones del slot intactas

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

3.2.7. Criterios de exclusión

- Fractura del bracket en cualquiera de sus partes.
- Daño de la retención de la base del brackets al ser despegados.
- Cambio dimensional del slot del bracket

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

3.3. Operacionalización de variables

VARIABLE	CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIÓN	INDICADORES	TIPO DE MEDICION	ESCALA	VALOR
Fuerza de adhesión de brackets reacondicionados.	Es la resistencia que tiene el bracket reacondicionado al ser cizallado.	Fuerza de adhesión del bracket reacondicionado con técnica de microarenado	Número de MPa que resiste el bracket para ser cizallado	Cuantitativa	De Razón	en MPa
		Fuerza de adhesión del bracket reacondicionado con técnica de flameado	Número de MPa que resiste el bracket para ser cizallado	Cuantitativa	De Razón	en MPa
Número de readhesiones del brackets	Son las veces en que se adhiere el bracket sobre la superficie dentaria para luego ser cizallado.	--	--	Cuantitativa	De Razón	1 vez 2 veces 3 veces

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

3.4. Materiales y método

3.4.1. Procedimientos y técnicas

A. Para la recolección de los dientes

- Dientes sin ningún tipo de lesión ni restauración, con ápices cerrados, extraídos por indicación ortodóntica fueron recolectados y transportados en suero fisiológico luego de su exodoncia evitando en todo momento su deshidratación. (Foto 1).
- Se removieron los remanentes de tejido periodontal con curetas y raspadores periodontales.
- Se lavaron con suero fisiológico para luego ser almacenados con agua destilada y saliva artificial "Salival" (proporción 1:2) en la heladera a una temperatura de 4ºC hasta el día de la prueba de cizallamiento[51]. (Foto 2)

B. Para la prueba mecánica de cizallamiento

- El ensayo se realizó en el laboratorio N.° 4 de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) siguiendo las normas estandarizadas de la ISO TR 11405[51]. Se utilizó una máquina universal de fuerzas marca Amler de procedencia americana. Esta máquina tiene una capacidad de producir una carga máxima de cizallamiento de 500 Kg-F y una mínima de 0.5 Kg-F (equivale a 0.3975 MPa en relación al área del bracket 12.33 mm^2) La prueba fue supervisada por el Ingeniero

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Mecánico Sebastián Lazo, Jefe del laboratorio N. °4 de dicha facultad. (Foto 3)

- Los brackets fueron adheridos a una distancia de 4 mm del plano oclusal con el sistema adhesivo americano de autocurado No Mix Prime Dental Manufacturing INC. Se siguió las indicaciones del fabricante. (Foto 4 y 5)
- Cada diente fue sumergido en bloques de acrílicos rotulados de 2 cm de diámetro interno por 2 cm de altura dejando solamente la corona del diente expuesta y la base del brackets paralela a los bordes del cilindro.(Foto 6, 7 y 8)
- La superficie vestibular del diente se limpió con escobilla profiláctica, agua y pasta profiláctica a velocidad lenta durante 15 segundos; luego fueron enjuagadas durante 10 segundos. La escobillas profilácticas fueron sustituidas por nuevos cada cinco dientes para mantener la misma acción mecánica de limpieza de todos los especímenes.
- Los bloques de acrílico con el diente embebido fueron colocados en una máquina universal de fuerzas con la cara vestibular y la base del bracket paralelo a la cizalla. (Foto 3)
- La máquina se programó a una velocidad de 1 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. La herramienta de corte utilizada fue una

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

cuchilla biselada la cual tomó contacto entre el diente y la base del bracket[51].

- La resistencia al cizallamiento fue registrado en Kg-F y luego convertido en MPa utilizando el área de la base del bracket (12.33 mm^2). El área de la base del bracket fue determinada con un vernier digital de puntas secas marca Mitutoyo modelo 500-196.

C. Para el reacondicionamiento de brackets

- Luego del test de cizallamiento, los brackets guardaron su orden respectivo para cada diente. La resina remanente en la base de los brackets del grupo 1 fue limpiado con microarenado de partículas de óxido de aluminio de 50 µm. La distancia entre la base del brackets y la punta fue de 8 mm. El microarenador utilizado fue X-blast BX Series 90 de procedencia americana 2004. (Foto 9 y 10)
- La resina remanente en la base de los brackets del grupo 2 fue flameado en un mechero de alcohol y limpiados con un explorador de punta fina. (Foto 11)
- La resina remanente fue limpiado del esmalte dental con fresa de acero de tungsteno 536L (E.B. PAREJA LECAROS S.A. Perú) de 30 hojas no cortante. Se reacondicionaron los dientes con ácidos fosfórico al 37% para su segunda adhesión. (Foto 12)
- Del mismo modo, se repitieron los procedimientos antes dichos para una tercera y cuarta adhesión

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

3.4.2. Recolección de datos

Bajo la supervisión del Ing. Sebastián Lazo de la UNI, los datos obtenidos fueron obtenidos mediante observación y el llenado de una ficha técnica. Luego fueron remitidos por un informe técnico de laboratorio (Lb-383-2008) (Foto 13).

3.4.3. Procesamiento de los resultados

El procesamiento de los datos se realizó mediante la utilización de una notebook HP Pavilion dv 2225 Core 2 Dúo con sistema operativo Windows Vista Home Premium. El programa utilizado fue SPSS versión 16.0 y se aplicó los análisis de estadística descriptiva e inferencial ANOVA y prueba TUKEY.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

IV. RESULTADOS

CUADRO 1. RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO EN MPa DEL GRUPO I-BRACKETS ARENADOS [Φ]

N°	1 ER ENSAYO	2.° ENSAYO	3ER ENSAYO	4° ENSAYO
1	10.74	10.34	8.75	5.17
2	11.13	11.13	11.13	5.57
3	11.93	9.54	9.54	6.36
4	10.34	11.13	8.74	5.97
5	11.93	11.13	10.34	5.97
6	11.13	10.74	9.54	7.56
7	9.94	9.54	7.95	7.16
8	11.13	9.94	9.54	7.95
9	10.34	8.74	7.56	7.16
10	11.93	10.34	10.34	9.54
11	11.53	9.94	7.95	8.74
12	11.93	10.74	9.15	6.76
13	11.53	9.54	8.74	7.16
14	11.93	11.13	10.34	7.95
15	10.34	9.15	9.15	7.16
16	11.13	9.94	8.74	6.36
17	10.34	11.13	9.54	7.16
18	12.73	11.53	11.13	6.76
19	11.93	9.94	8.74	5.57
20	10.34	9.54	10.34	6.36

[Φ] Fuente: Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería Lima-Perú

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

CUADRO 2. RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO EN MPa DEL GRUPO II-BRACKETS FLAMEADOS [Φ]

N°	1 ER ENSAYO	2.° ENSAYO	3ER ENSAYO	4° ENSAYO
1	11.13	7.16	6.36	6.36
2	10.74	6.36	6.76	6.36
3	11.13	7.16	6.76	6.36
4	10.34	5.57	5.17	3.98
5	11.13	5.97	4.77	3.18
6	11.93	5.57	4.77	3.58
7	11.13	7.95	5.57	4.77
8	10.74	10.34	9.54	6.36
9	10.34	7.16	5.97	6.36
10	10.74	6.36	4.37	3.98
11	11.93	8.75	5.57	6.36
12	11.13	5.57	5.57	4.37
13	11.13	7.56	6.36	5.17
14	10.34	8.75	5.17	3.98
15	11.93	8.35	7.16	6.36
16	11.13	8.75	6.76	5.97
17	11.93	8.75	7.56	5.57
18	10.34	7.56	6.36	5.97
19	11.53	7.16	7.16	3.98
20	11.13	9.54	8.75	4.77

[Φ] Fuente: Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería Lima-Perú

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

CUADRO 3. RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO EN MPa DEL GRUPO III-BRACKETS NUEVOS [Φ]

N°	1 ER ENSAYO	2.° ENSAYO	3ER ENSAYO	4° ENSAYO
1	10.34	7.95	7.16	5.97
2	11.13	8.35	7.56	5.57
3	10.34	8.75	8.75	6.36
4	11.13	8.35	8.75	5.97
5	10.34	8.75	9.54	5.97
6	10.34	7.95	6.76	6.36
7	11.93	7.95	7.56	5.57
8	11.13	7.95	7.16	5.17
9	10.34	9.54	8.75	6.36
10	9.54	7.95	7.95	6.36
11	10.34	8.75	7.56	7.08
12	12.73	7.95	7.95	7.95
13	11.13	8.75	7.95	7.95
14	10.34	7.95	8.75	9.54
15	11.93	9.15	9.54	7.95
16	11.13	8.35	7.95	7.16
17	10.34	8.75	8.73	7.56
18	11.13	9.15	8.35	6.36
19	10.34	8.35	7.16	7.95
20	11.13	8.75	7.95	7.16

[Φ] Fuente: Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Ingeniería Lima-Perú

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

CUADRO N 4. RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO: PRIMER ENSAYO

	N	Media ± SD	Rango	Fischer (F)	P
GRUPO I ARENADO	20	11.21 ± 0.77	9.94 – 12.73		
GRUPO II FLAMEADO	20	11.09 ± 0.55	10.34 - 11.93	1.38	0.25*
GRUPO III NUEVO	20	10.86 ± 0.74	9.54 – 12.73		
TOTAL	60	11.05 ± 0.70	9.54 – 12.73		

*P=0.25>0.05 no existe diferencias significativas

Prueba Tukey: μ arenado= μ flameado (p>0.05); μ arenado= μ nuevo (p>0.05); μ flameado= μ nuevo (p>0.05)

Brackets nuevos fueron adheridos en todos los grupos para determinar la resistencia de cizallamiento inicial. Se observa que la media del grupo I es 11.21 ± 0.77 MPa; la media del grupo II es 11.09 ± 0.55 MPa y la media del grupo III es 10.86 ± 0.74 MPa. Con la prueba ANOVA y Tukey no se encontró diferencias significativas entre la resistencia al cizallamiento inicial de cada grupo (P>0.05). La media total fue de 11.05 ± 0.70 MPa.

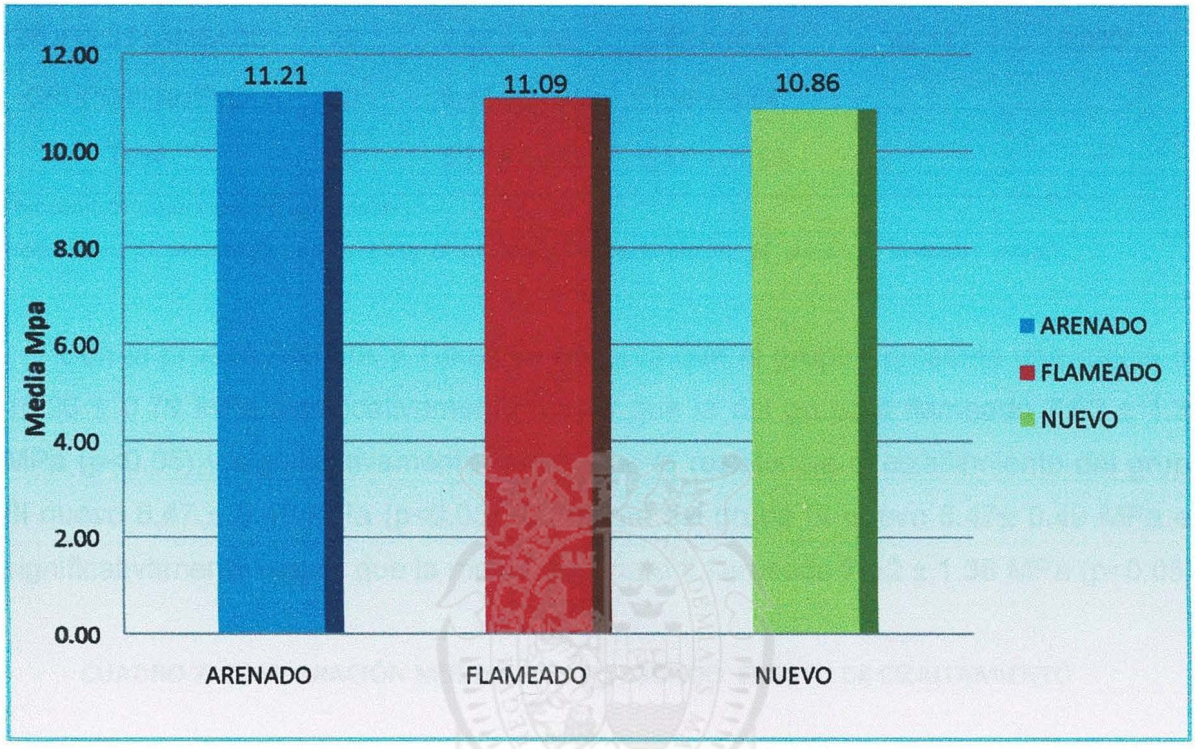
CUADRO 5. COMPARACIÓN MULTIPLE EN EL PRIMER ENSAYO DE CIZALLAMIENTO

(I) grupo	(J) grupo	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.*
ARENADO	NUEVO	,35850	,21920	,239
	FLAMEADO	,12000	,21920	,848
FLAMEADO	NUEVO	,23850	,21920	,525
	ARENADO	-,12000	,21920	,848
NUEVO	FLAMEADO	-,23850	,21920	,525
	ARENADO	-,35850	,21920	,239

* La diferencia de medias es significativa a nivel 0.05.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

GRÁFICO 1. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO INICIAL EN EL PRIMER ENSAYO DE CIZALLAMIENTO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

CUADRO 6. RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO: SEGUNDO ENSAYO

	N	Media ± SD	Rango	Fischer (F)	P
GRUPO I ARENADO	20	10.26 ± 0.79	8.74 – 11.53		
GRUPO II FLAMEADO	20	7.52 ± 1.38	5.57 – 10.34	42.14	0.000*
GRUPO III NUEVO	20	8.47 ± 0.49	7.95 – 9.54		
Total	60	8.75 ± 1.48	5.57 – 11.53		

*P=0.000<0.05 existe diferencias significativas

Prueba Tukey: μ arenado> μ nuevo (p<0.05); μ arenado> μ flameado (p<0.05); μ nuevo > μ flameado (p<0.05)

Con la prueba ANOVA y Tukey se observa que el grupo I presenta una media de 10.26 ± 0.79 MPa significativamente mayor que la del grupo II flameado 7.52 ± 1.38 MPa (p<0.05) y significativamente mayor que la resistencia al cizallamiento del grupo III nuevo 8.47 ± 0.49 MPa (p<0.05). La media del grupo III nuevo 8.47± 0.49 MPa es significativamente mayor que la media del grupo II flameado 7.52 ± 1.38 MPa (p<0.05).

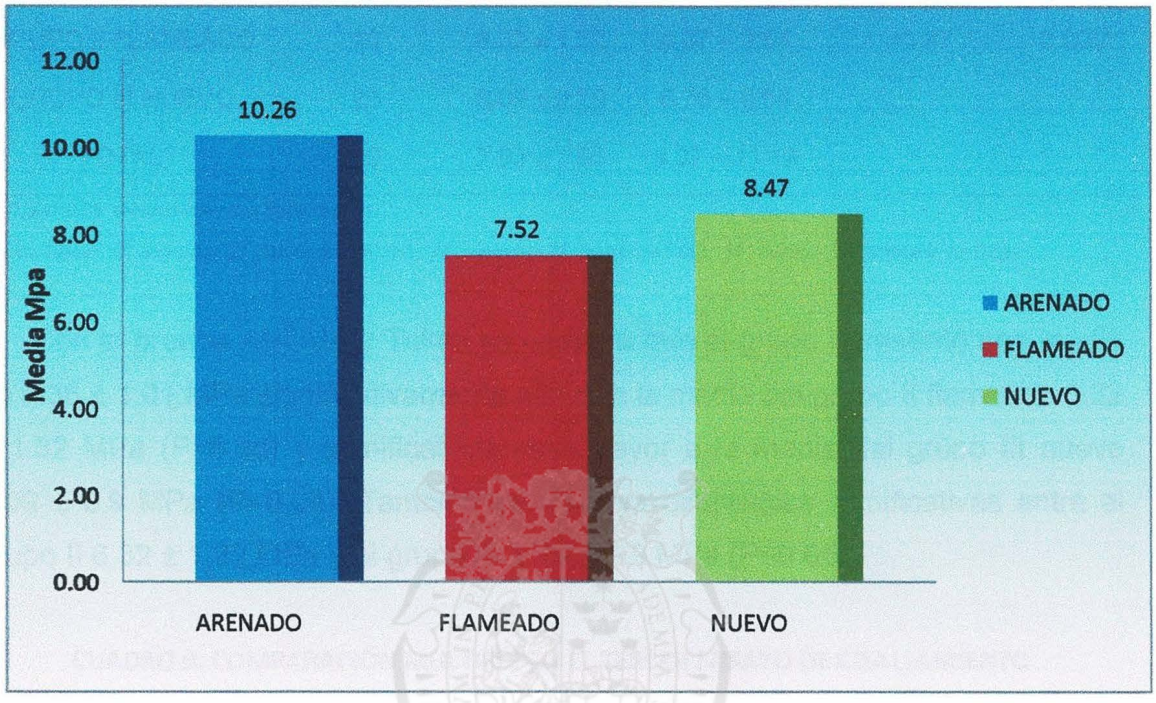
CUADRO 7. COMPARACIÓN MULTIPLE EN ELSEGUNDO ENSAYO DE CIZALLAMIENTO

(I) grupo	(j) grupo	Mean difference (i-j)	Std. Error	Sig.*
ARENADO	NUEVO	1,78800*	,30311	,000
	FLAMEADO	2,74050*	,30311	,000
FLAMEADO	NUEVO	-,95250*	,30311	,007
	ARENADO	-2,74050*	,30311	,000
NUEVO	FLAMEADO	,95250*	,30311	,007
	ARENADO	-1,78800*	,30311	,000

* . La diferencia de medias es significativa a nivel 0.05.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

GRAFICO 2. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO EN EL SEGUNDO ENSAYO DE CIZALLAMIENTO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

CUADRO 8. RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO: TERCER ENSAYO

	N	Media ± SD	Rango	Fischer (F)	P
GRUPO I ARENADO	20	9.36 ± 1.01	7.56 – 11.13		
GRUPO II FLAMEADO	20	6.32 ± 1.32	4.37 – 9.54	41.47	0.000*
GRUPO III NUEVO	20	8.09 ± 0.79	6.76 – 9.54		
TOTAL	60	7.93 ± 1.63	4.37 – 11.13		

*P=0.000<0.05 existe diferencias significativas

Prueba Tukey: μ arenado> μ flameado (p<0.05); μ arenado> μ nuevo (p<0.05); μ nuevo> μ flameado (p<0.05)

Con la prueba ANOVA y Tukey se observa que el grupo I presentó una media de 9.36 ± 1.01 MPa significativamente mayor a la media del grupo II flameado 6.32 ± 1.32 MPa (P<0.05) y significativamente mayor a la media del grupo III nuevo 8.09 ± 0.9 MPa (P<0.05). También se observa diferencias significativas entre el grupo II 6.32 ± 1.32 MPa y el grupo III 8.09 ± 0.9 MPa (P<0.05).

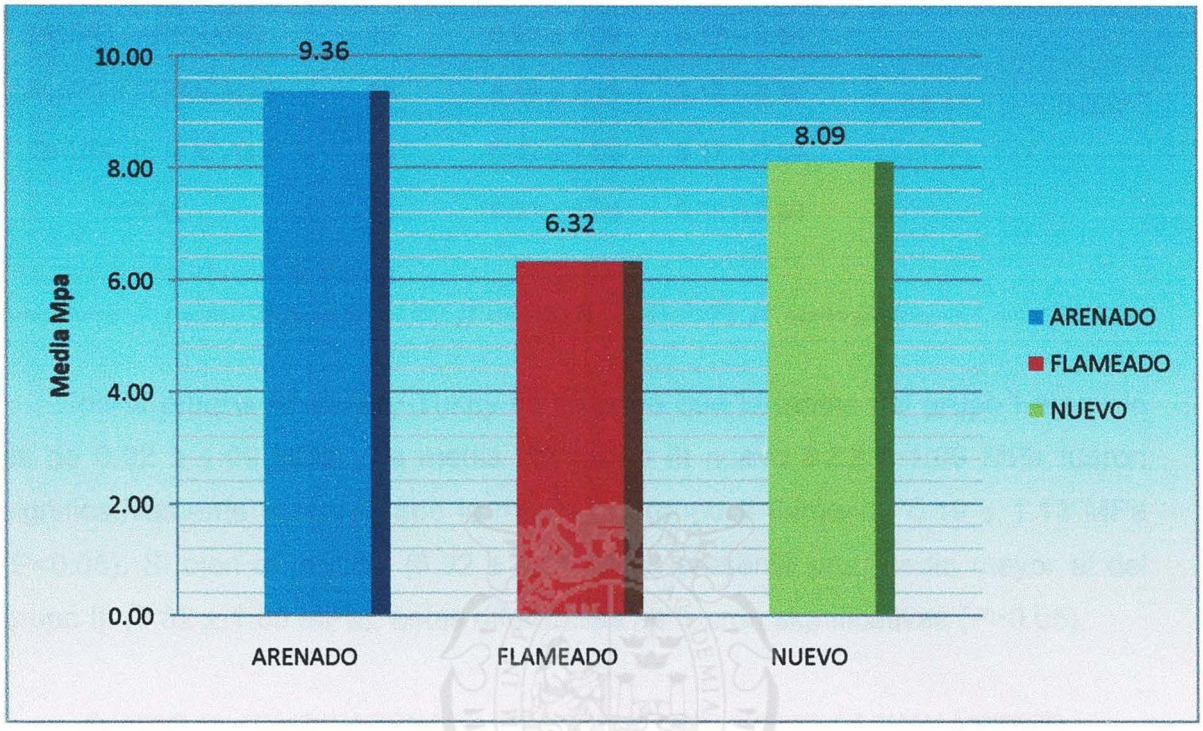
CUADRO 9. COMPARACIÓN MULTIPLE EN EL TERCER ENSAYO DE CIZALLAMIENTO

(I) grupo	(J) grupo	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.*
ARENADO	NUEVO	1,27100*	,33521	,001
	FLAMEADO	3,03950*	,33521	,000
FLAMEADO	NUEVO	-1,76850*	,33521	,000
	ARENADO	-3,03950*	,33521	,000
NUEVO	FLAMEADO	1,76850*	,33521	,000
	ARENADO	-1,27100*	,33521	,001

* . La diferencia de medias es significativa a nivel 0.05.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

GRAFICO 3. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO EN EL TERCER ENSAYO DE CIZALLAMIENTO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

CUADRO 10. RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO: CUARTO ENSAYO

	N	Media ± SD	Rango	Fischer (F)	P
GRUPO I ARENADO	20	6.92 ± 1.09	5.17 – 9.54		
GRUPO II FLAMEADO	20	5.19 ± 1.13	3.18 – 6.36	15.47	0.000*
GRUPO III NUEVO	20	6.82 ± 1.09	5.17 – 9.54		
TOTAL	60	6.31 ± 1.35	3.18 – 9.54		

*P=0.000<0.05 existe diferencias significativas

Prueba Tukey: μ Arenado> μ flameado (p<0.05); μ arenado> μ nuevo (p>0.05); μ nuevo> μ flameado (p<0.05)

Con la prueba ANOVA y Tukey se observa que la media del grupo I arenado es de 6.92 ± 1.09 MPa y la media del grupo III nuevo 6.82 ± 1.09 MPa fueron significativamente mayores que la media del grupo II flameado 5.19 ± 1.13 MPa (P<0.05). Si bien el grupo I (6.92 ± 1.09 MPa) presentó una media mayor al del grupo III (6.82 ± 1.09 MPa), estas diferencias no fueron significativas (P>0.05).

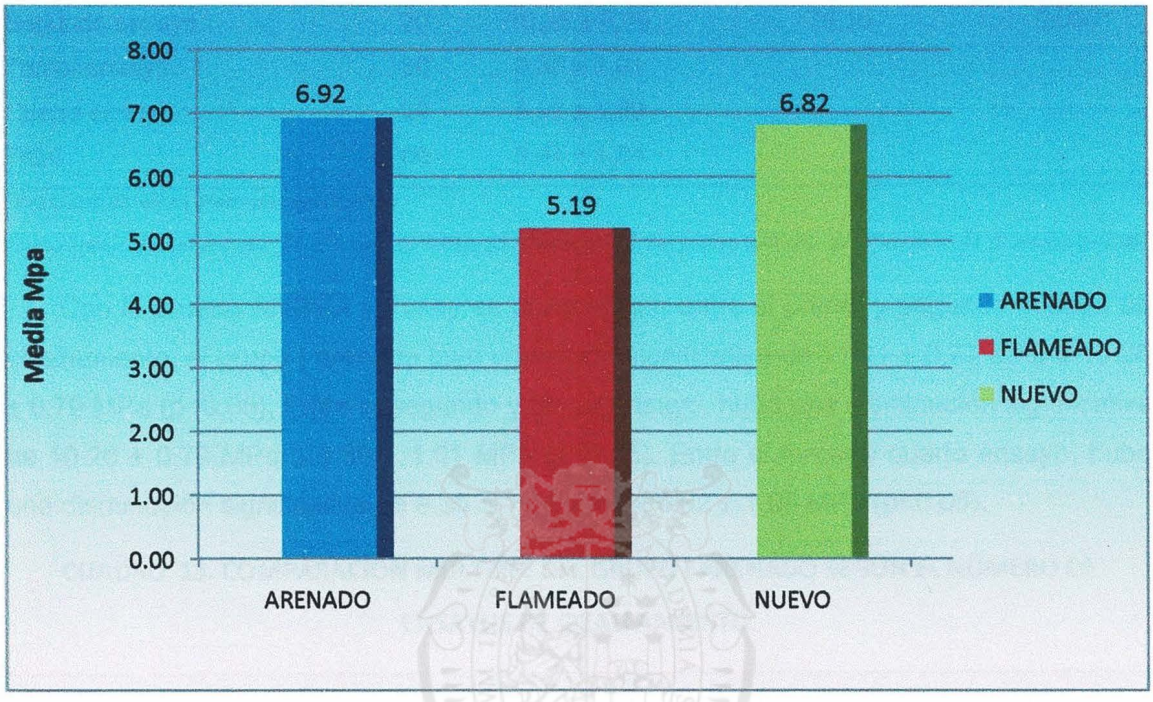
CUADRO 11. COMPARACIÓN MÚLTIPLE EN ELCUARTO ENSAYO DE CIZALLAMIENTO

(I) grupo	(J) grupo	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.*
ARENADO	NUEVO	,10350	,34889	,953
	FLAMEADO	1,73000*	,34889	,000
FLAMEADO	NUEVO	-1,62650*	,34889	,000
	ARENADO	-1,73000*	,34889	,000
NUEVO	FLAMEADO	1,62650*	,34889	,000
	ARENADO	-,10350	,34889	,953

* . La diferencia de medias es significativa a nivel 0.05.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

GRAFICO 4. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO EN EL CUARTO ENSAYO DE CIZALLAMIENTO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

CUADRO 12. RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DEL GRUPO I ARENADO SEGÚN NÚMERO DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO

	N	Media ± DS	Fischer (F)	P
Primer ensayo	20	11,21 ± 0,77		
Segundo ensayo	20	10,26 ± 0,79	79.15	0.000*
Tercer ensayo	20	9,36 ± 1,01		
Cuarto ensayo	20	6,92 ± 1,09		
Total	80	9,44 ± 1,84		

*P=0.000<0.05 existe diferencias significativas

Prueba Tukey: μ 1er ensayo> μ 2° ensayo (p<0.05); μ 2° ensayo> μ 3er ensayo (p<0.05); μ 3° ensayo> μ 4° ensayo (p<0.05)

Con la prueba ANOVA y Tukey se observa que entre el primer y segundo ensayo de cizallamiento, el grupo I arenado tuvo una caída significativa de 11.21 ± 0.77 MPa a 10.26 ± 0.79 MPa (p<0.05). Entre el segundo y tercer ensayo, hubo una disminución significativa de 10.26 ± 0.79 MPa a 9.36 ± 1.01 MPa (p<0.05). Entre el tercer y cuarto ensayo, hubo una disminución significativa de 9.36 ± 1.01 MPa a 6.92 ± 1.09 MPa (p<0.05).

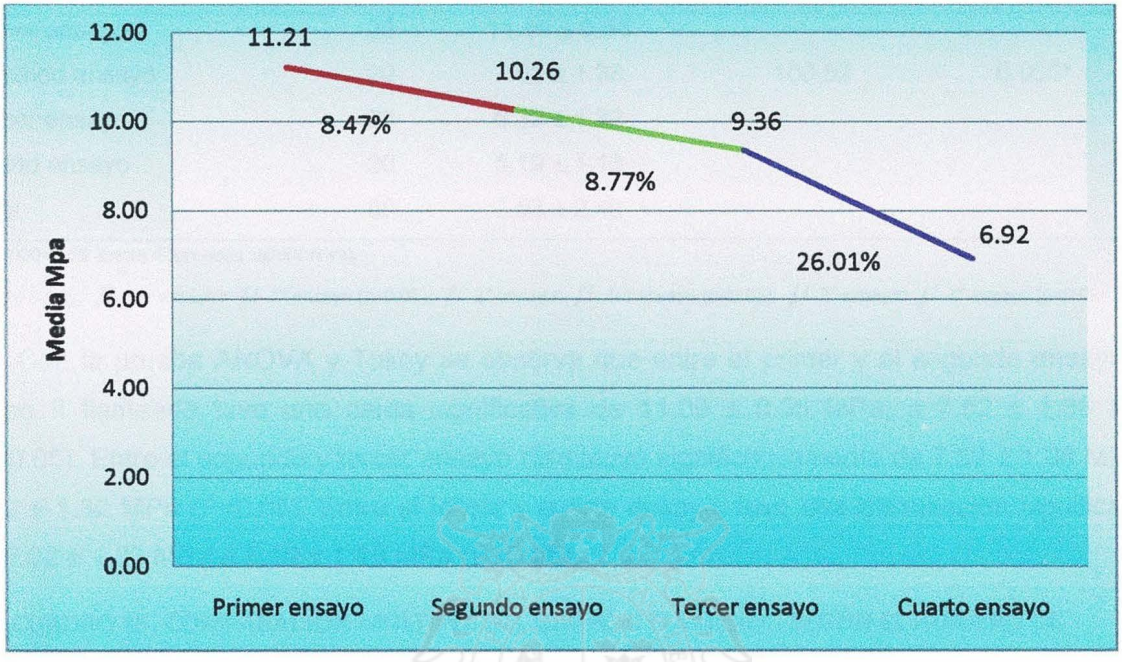
CUADRO 13. COMPARACIÓN MÚLTIPLE DEL GRUPO I ARENADO SEGÚN EL NÚMERO DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO.

(I) ensayo	(J) ensayo	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.*
Primer ensayo	segundo ensayo	,95600*	,29271	,009
	tercer ensayo	1,85100*	,29271	,000
	cuarto ensayo	4,29400*	,29271	,000
Segundo ensayo	primer ensayo	-,95600*	,29271	,009
	tercer ensayo	,89500*	,29271	,016
	cuarto ensayo	3,33800*	,29271	,000
Tercer ensayo	primer ensayo	-1,85100*	,29271	,000
	segundo ensayo	-,89500*	,29271	,016
	cuarto ensayo	2,44300*	,29271	,000
Cuarto ensayo	primer ensayo	-4,29400*	,29271	,000
	segundo ensayo	-3,33800*	,29271	,000
	tercer ensayo	-2,44300*	,29271	,000

* . La diferencia de medias es significativa a nivel 0.05.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

GRÁFICO 5. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DEL GRUPO I ARENADO SEGÚN NÚMERO DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

CUADRO 14. RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DEL GRUPO II FLAMEADO SEGÚN NÚMERO DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO

	N	Media ± DS	Fischer (F)	P
Primer ensayo	20	11.09 ± 0.55		
Segundo ensayo	20	7.52 ± 1.38	100.52	0.000*
Tercer ensayo	20	6.32 ± 1.32		
Cuarto ensayo	20	5.19 ± 1.13		
Total	80	7.53 ± 2.49		

*P=0.000<0.05 existe diferencias significativas

Prueba Tukey: μ 1er ensayo> μ 2° ensayo (p<0.05); μ 2° ensayo> μ 3er ensayo (p<0.05); μ 3° ensayo> μ 4° ensayo (p<0.05)

Con la prueba ANOVA y Tukey se observa que entre el primer y el segundo ensayo, el grupo II flameado tuvo una caída significativa de 11.09 ± 0.55 MPa; a 7.52 ± 1.38 MPa (P<0.05). Entre el segundo y tercer ensayo disminuyó significativamente de 7.52 ± 1.38 MPa a 6.32 ± 1.32 MPa (P<0.05). Entre el tercer y cuarto ensayo, tuvo una disminución significativa de 6.32 ± 1.32 MPa a 5.19 ± 1.13 MPa (P<0.05).

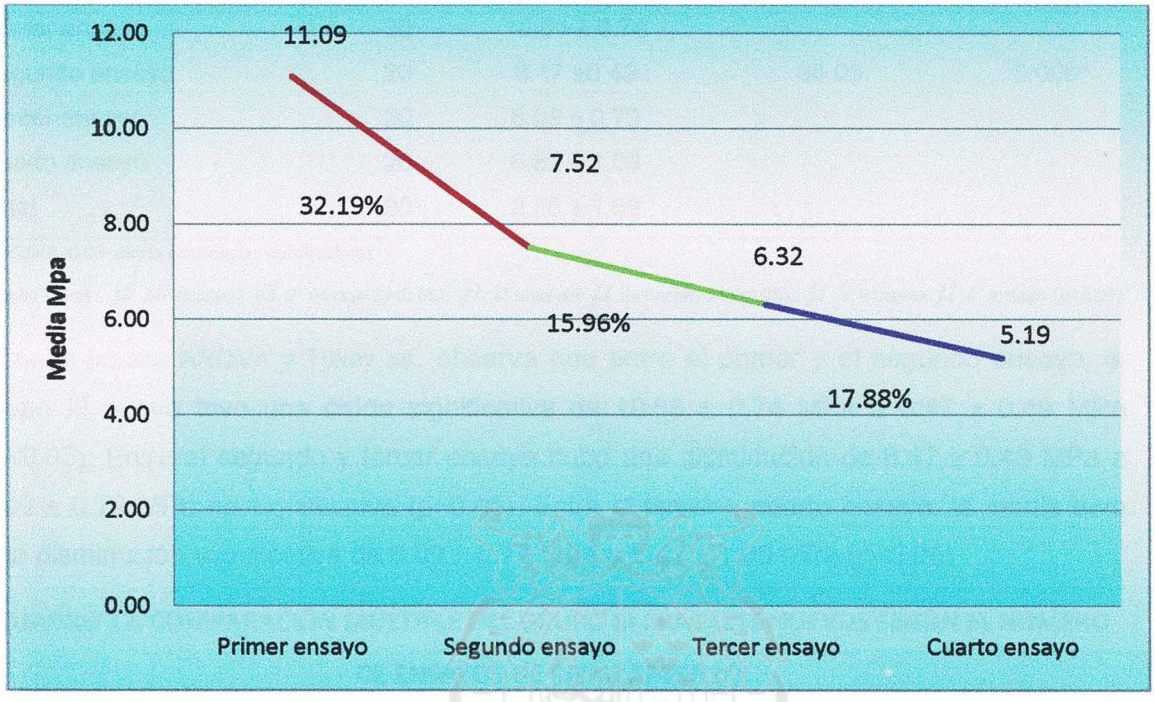
CUADRO 15. COMPARACIÓN MÚLTIPLE DEL GRUPO II FLAMEADO SEGÚN EL NÚMERO DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO.

(I) ensayo	(J) ensayo	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.*
Primer ensayo	segundo ensayo	3,57650*	,36084	,000
	tercer ensayo	4,77050*	,36084	,000
	cuarto ensayo	5,90400*	,36084	,000
Segundo ensayo	primer ensayo	-3,57650*	,36084	,000
	tercer ensayo	1,19400*	,36084	,008
	cuarto ensayo	2,32750*	,36084	,000
Tercer ensayo	primer ensayo	-4,77050*	,36084	,000
	segundo ensayo	-1,19400*	,36084	,008
	cuarto ensayo	1,13350*	,36084	,013
Cuarto ensayo	primer ensayo	-5,90400*	,36084	,000
	segundo ensayo	-2,32750*	,36084	,000
	tercer ensayo	-1,13350*	,36084	,013

* . La diferencia de medias es significativa a nivel 0.05.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

GRÁFICO 6. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DEL GRUPO II FLAMEADO SEGÚN NÚMERO DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

CUADRO 16. RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DEL GRUPO III NUEVOS SEGÚN NÚMERO DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO

	N	Media	Fischer (F)	P
Primer ensayo	20	10.86 ± 0.74		
Segundo ensayo	20	8.47 ±0.49	88.05	0.000*
Tercer ensayo	20	8.09 ± 0.79		
Cuarto ensayo	20	6.82 ± 1.09		
Total	80	8.55 ± 1.66		

*P=0.000<0.05 existe diferencias significativas

Prueba Tukey: μ 1er ensayo> μ 2° ensayo (p<0.05); μ 2° ensayo= μ 3er ensayo (p>0.05); μ 3° ensayo> μ 4° ensayo (p<0.05)

Con la prueba ANOVA y Tukey se observa que entre el primer y el segundo ensayo, el grupo III nuevo tuvo una caída significativa de 10.86 ± 0.74 MPa a 8.47 ± 0.49 MPa (p<0.05). Entre el segundo y tercer ensayo hubo una disminución de 8.47 ± 0.49 MPa a 8.09 ± 0.79 MPa no significativa (p>0.05). Entre el tercer y cuarto ensayo, la media tuvo una disminución significativa de 8.09 ± 0.79 MPa a 6.82 ± 1.09 MPa (p<0.05).

CUADRO 17. COMPARACIÓN MÚLTIPLE DEL GRUPO III BRACKETS NUEVOS SEGÚN EL NÚMERO DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO.

(I) ensayo	(J) ensayo	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.*
Primer ensayo	segundo ensayo	2,38550*	,25422	,000
	tercer ensayo	2,76350*	,25422	,000
	cuarto ensayo	4,03900*	,25422	,000
Segundo ensayo	primer ensayo	-2,38550*	,25422	,000
	tercer ensayo	,37800	,25422	,450
	cuarto ensayo	1,65350*	,25422	,000
Tercer ensayo	primer ensayo	-2,76350*	,25422	,000
	segundo ensayo	-,37800	,25422	,450
	cuarto ensayo	1,27550*	,25422	,000
Cuarto ensayo	primer ensayo	-4,03900*	,25422	,000
	segundo ensayo	-1,65350*	,25422	,000
	tercer ensayo	-1,27550*	,25422	,000

* . La diferencia de medias es significativa a nivel 0.05.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

GRÁFICO 7. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DEL GRUPO III NUEVO SEGÚN NÚMERO DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO

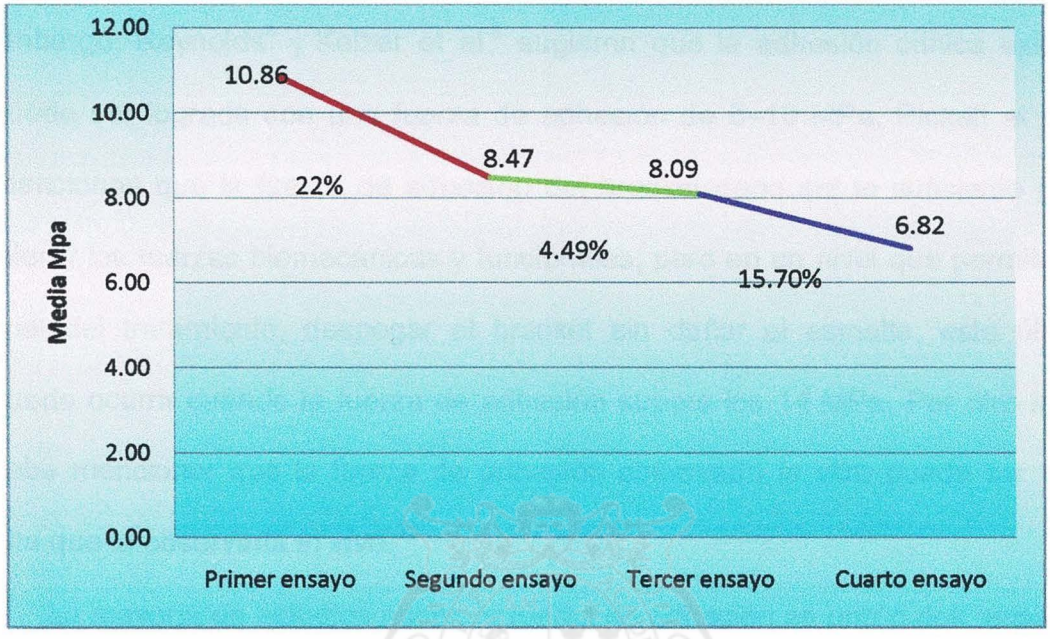
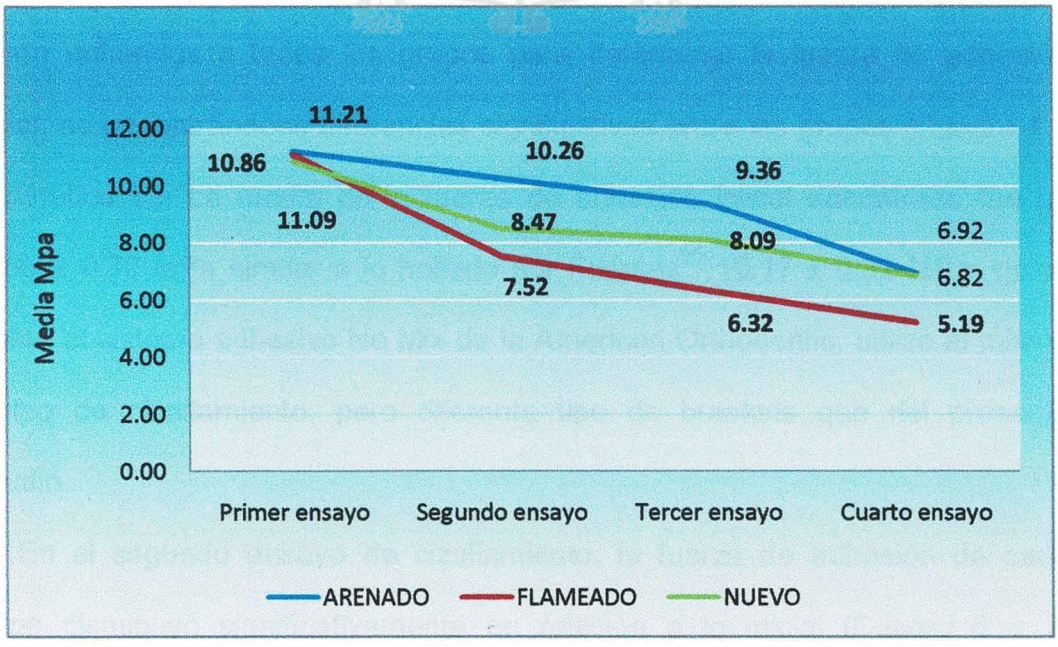


GRÁFICO 8. COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE CADA GRUPO SEGÚN NÚMERO DE ENSAYOS DE CIZALLAMIENTO



Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

V. DISCUSIÓN

La mínima fuerza de adhesión clínicamente aceptable no es conocida, sin embargo, Reynolds[4] y Keizer et al.[5] sugieren que la adhesión clínica exitosa puede ser lograda con una fuerza de adhesión de 6–10 MPa. Pickett et al.[25] mencionan que la fuerza de adhesión del bracket debe ser lo suficiente para tolerar las fuerzas biomecánicas y funcionales, pero en un nivel que permita, al final del tratamiento, despegar el bracket sin dañar el esmalte, este último puede ocurrir cuando la fuerza de adhesión supera los 14 MPa. Por otro lado, cabe mencionar que la fuerza de adhesión observado *in vitro* puede ser más alta que la observada *in vivo*.[25]

La mayoría de estudios miden la fuerza de adhesión en uno o dos ensayos de cizallamiento; sin embargo, en la clínica, puede que se requiera no sólo una readhesión, sino dos o tres.

En el primer ensayo de cizallamiento del presente estudio, nuevos brackets fueron adheridos a todos los grupos para determinar la fuerza de adhesión inicial, no encontrándose diferencias significativas entre los grupos (Cuadro 4 y 5) (Gráfico 1.). La media de la fuerza de adhesión inicial encontrado fue de 11.05 ± 0.70 MPa similar a lo hallado por Fuentes[30] 10.17 ± 0.32 MPa, quien evaluó el sistema adhesivo No Mix de la American Orthodontic, utilizó el mismo equipo de cizallamiento, pero diferente tipo de brackets que del presente estudio.

En el segundo ensayo de cizallamiento, la fuerza de adhesión de cada grupo disminuyó significativamente en relación a la inicial (Cuadro 6 y 7)

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

(Gráfico 2.). Esto debido posiblemente a que el segundo patrón de grabado ácido del esmalte presentó menor microrretención que el inicial[23]. Sin embargo, los brackets reacondicionados con microarenado (grupo I) presentaron significativamente mayor fuerza de adhesión que los brackets flameados (grupo II) y los brackets nuevos (grupo III). Esto puede deberse a que el microarenado no sólo limpia la resina de la base del brackets, sino también aumenta la rugosidad de la base del bracket y, en consecuencia, de su superficie[19]. Estos resultados son similares a trabajos previos que demuestran que el microarenado es un buen método para reacondicionar el bracket, pudiendo tener un comportamiento igual o mejor que los brackets nuevos. Newman et al.[15] y Ramírez et al.[41] encontraron que la fuerza de adhesión de brackets arenados fueron mayores a los brackets nuevos. Sonis[17], Grabouski et al.[20] Tavares et al.[38] no encontraron diferencias significativas.

En relación a los brackets nuevos, los resultados del estudio son similares a los encontrados por Bishara[28], quien evaluó la fuerza de dos adhesivos ortodónticos, adhirió nuevos brackets en cada ensayo de cizallamiento y concluyó que no hubo diferencias significativas en el primer ensayo de cizallamiento, sin embargo, en el segundo ensayo, la fuerza de ambos adhesivos disminuyeron significativamente en relación a la fuerza de adhesión inicial.

Por otro lado, la fuerza de adhesión de los brackets reacondicionados con flameado (grupo II) fue significativamente menor ($p<0.05$) que la fuerza inicial y significativamente menor ($p<0.05$) a los otros dos grupos. Estos resultados coinciden con los encontrados por Regan et al.[12] y Somporn et al.[36]

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

En el tercer ensayo de cizallamiento, la fuerza de adhesión del grupo I disminuye significativamente en relación a la fuerza de adhesión del segundo ensayo de cizallamiento; por otro lado, la media del grupo III no tuvo una disminución significativa (Cuadro 8 y 9) (Gráfico 3.). Esto podría ser resultado del aumento de la coadhesión entre el adhesivo del bracket con los tags de resina remanentes en el esmalte, adicionalmente asociada a una disminución de la microrretención adamantina. Estos resultados no son semejantes con los de Montasser et al.[40], quienes evaluaron la readhesión de brackets nuevos en tres ensayos de cizallamientos utilizando un sistema de autograbado. Sus resultados señalaron que la fuerza de adhesión inicial fue significativamente menor que la fuerza de adhesión del segundo y tercer ensayo de cizallamiento. Concluyeron que utilizando un sistema de autograbado, la fuerza de adhesión se incrementa conforme al número de ensayos de cizallamientos realizados.

Por otra parte, la fuerza de adhesión del grupo II flameado siguió disminuyendo significativamente. Esto puede deberse a que la técnica de flameado no elimina completamente la resina de la base del bracket y deja residuos de combustión en la misma.[12, 36]

En el cuarto ensayo de cizallamiento, la fuerza de adhesión de todos los grupos tuvo una disminución significativa en relación al tercer ensayo de cizallamiento (Cuadro N. 10 y 11) (Gráfico 4.). Los grupos I y III presentaron fuerzas de adhesión muy similares sin diferencias significativas ($p>0.05$) y significativamente mayores a los del grupo II ($P<0.05$). Aparentemente en este cuarto ensayo se produce un estrés máximo de la estructura del esmalte y, en consecuencia, la retención de la base de los brackets deja de ser relevante.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Todo hace indicar que si bien existen muchos factores que intervienen en la fuerza de adhesión del bracket como el acondicionamiento del esmalte dental, el sistema adhesivo y el diseño del bracket, estos dos últimos parecen ser recuperables y clínicamente manejables, mientras que el primero podría ser un factor crítico, ya que los cambios ocasionados en la superficie dentaria son irreversibles. En los gráficos 5, 6, 7 y 8 se puede observar el comportamiento de la fuerza de adhesión de cada grupo estudiado en relación al número de ensayos de cizallamientos. No se encontró en la literatura estudios con cuatro ensayos de cizallamientos, por los resultados del presente estudio no pueden ser comparados.

NA et al.[13], Eliades y Brantley [24] realizaron una revisión de la literatura e hicieron una crítica de la prueba de fuerza de adhesión en ortodoncia. Señalaron que poca atención ha sido puesta en los detalles de los procedimientos y de las pruebas utilizadas; reveló una larga variación en el método utilizado para la prueba de fuerza de adhesión que hacía difícil la comparación de documentos y algunas veces imposible. Sugirió establecer técnicas estándar para una mejor orientación fiable para la clínica ortodóntica.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

VI. CONCLUSIONES

En el presente trabajo se concluye:

1. La fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con técnica de microarenado presentó una disminución significativa en relación al número de ensayos de cizallamientos, sin embargo, alcanzó los valores más altos en relación a los otros grupos. Esta técnica puede ser recomendada para el uso clínico.
2. La fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con técnica de flameado presentó una disminución significativa en relación al número de ensayos de cizallamiento y alcanzó los valores más bajos en relación a los otros grupos. Esta técnica no debe ser recomendada para el uso clínico.
3. La fuerza de adhesión de brackets nuevos presentó una disminución significativa en relación al número de ensayos de cizallamiento excepto entre el segundo y el tercer ensayo.
4. A mayor número de veces que se adhiere un bracket, menor es la fuerza de adhesión sin importar el tipo de reacondicionamiento o si se adhiere un bracket nuevo.
5. El esmalte dental parece ser un factor determinante en la fuerza de adhesión del bracket, ya que los cambios producidos por cada grabado ácido son irreversibles.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

VI. RECOMENDACIONES

1. Elaborar estudios con el uso de microscopio electrónico que evalúe el patrón de grabado ácido del esmalte al acondicionarlo con ácido ortofosfórico en una, dos y hasta en tres oportunidades. Del mismo modo evaluar a qué nivel se produce la falla de adhesión del brackets.
2. Elaborar estudios para determinar un disolvente químico de resina. De este modo, se podría remover los tags de resina del esmalte y devolverle su microrretención inicial. Esto evitaría en lo posible volver a grabar el esmalte o ayudaría a disminuir el tiempo de grabado.
3. Todo estudio relacionado a adhesión de brackets debe seguir la "Guidance on testing of adhesión to tooth structure" establecida por la International Standardization for Organization (ISO) en 1994 para que los trabajos sean reproducibles y factibles de ser compararlos.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

VIII. RESUMEN

Las fallas de adhesión y el reposicionamiento de brackets acontecen muy a menudo durante el tratamiento ortodóntico. Ante esta situación, el clínico puede optar por volver adherir el mismo bracket del paciente o adherir uno nuevo **Objetivos**: el estudio tuvo como objetivo determinar la variación de la fuerza de adhesión *in vitro* de brackets reacondicionados con las técnicas de flameado y microarenado. **Materiales y métodos**: 60 premolares sanas extraídos por indicación ortodóntica fueron agrupados equitativamente en 3 grupos: grupo I brackets reacondicionados con técnica de microarenado; grupo II: brackets reacondicionados con técnica de flameado y grupo III: brackets nuevos como control. Todos los brackets fueron adheridos con resina de autopolimerizado No Mix. Prime Dental Manufactuing INC. Inicialmente, 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. **Resultados:** la fuerza de adhesión disminuyó en todos los grupos conforme al número de ensayos de cizallamientos, sin embargo, los brackets microarenados 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.

Palabras claves: Adhesión, brackets reacondicionados, resistencia al cizallamiento.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

Abstract

Bonding failures of brackets and the repositioning of them occur quite often during the orthodontic treatment. Faced to this situation, the professional may choose to rebond the same bracket or bond a new one. **Objetive**: The purpose of this study was to evaluate the changes of the bonding strength of reconditioned brackets with direct flame and microetching attached several times on the same tooth surface *in vitro*. **Materials and methods**: 60 healthy human premolars extracted for orthodontic reasons were randomly assigned to 3 groups: Group I reconditioned brackets with air abrasion; Group II: reconditioned brackets with flame; Group III: new brackets. All brackets were bonded with resin No Mix of the American Orthodontic. Initially, new brackets were bonded to all groups to determine bonding strength initial (first shear test), then were subjected to four tests using a universal testing machine. **Results**: Bonding strengths decreased in relation to the number of shear tests, however, reconditioned brackets with microetching showed significantly more adherence force than the new brackets and flames. Apparently, in the fourth share test was a maximum stress of enamel, and therefore the retention of the brackets base is irrelevant.

Keywords: bonding, reaconditioned brackets, Shear Bond Strength.

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Buonocore, M. G. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces, Journal of Dental Research, 1955, 34, 849–853
2. Graber, Thomas M. "Ortodoncia: Principios Generales Y Técnicas" Editorial Panamericana, Tercera Edición, 2003.
3. Retief DH. Failure at the dental adhesive-etched enamel interface. Journal of Oral Rehabilitation 1974 1:265–284.
4. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. British Journal of Orthodontics 1975, 2:171–178.
5. Keizer S, Ten Cate JM, Arends J. Direct bonding of orthodontic brackets. American Journal Orthodontic and Dentofacial Orthopedic. 1976; 69:318–327.
6. Pus MD, Way DC. Enamel loss due to orthodontic bonding with filled and unfilled resins using various clean-up techniques. American Journal Orthodontic. 1980; 77:269–283
7. Rouleau BD Jr, Marshall GW Jr, Cooley RO. Enamel surface evaluations after clinical treatment and removal of orthodontic brackets American Journal of Orthodontic. 1982 May; 81(5):423-6.
8. Mascia VE and Chen SR. Shearing strengths of recycled direct-bonding brackets. American Journal of Orthodontics 1982, 82:211–216.
9. Whittaker, D. K. Structural variations in the surface zone of human tooth enamel observed by scanning electron microscopy, Archives of Oral Biology, 1982, 27, 383–392

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

10. Wright WL, Powers JM. In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets. American Journal of Orthodontics. 1985; 87:247–252.

11. Lovius BB, Pender N, Hewage S, O'Dowling I, Tomkins A. A clinical trial of light activated bonding material over an 18 month period. British Journal of Orthodontics 1987, Vol 14, 11-20.

12. Regan D, LeMasney B, van Noort R. The tensile bond strength of new and rebonded stainless steel orthodontic brackets. Europe Journal of Orthodontic. 1993; 15:125–135.

13. Na Fox, JF McCabe and JG Buckley, A critique of bond strength testing in orthodontics British Journal of Orthodontics, 1994 Vol 21, 33-43.

14. Campbell PM. Enamel surfaces after orthodontic bracket debonding Angle Orthodontic. 1995; 65(2):103-10.

15. Newman GV, Sun BI, Ha JL, Ozsoylu SA. Adhesion promoters, their effects on the bond strength of metal brackets. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1995; 108:237–241

16. Maccoll GA et al. The relationship between bond strenght and base surface area using conventional and micro-etched foil-mesh bases. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1996; 109: 338-9.

17. Sonis AL Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1996

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

18. Hobson, R. S. and Mattick, C. R. A quantitative *in-vivo* study of the acid etch patterns on the buccal surfaces of teeth, *Journal of Dental Research*, 1997; 76, Abstract 1046.

19. Mattick, C. R. and Hobson, R. S. A comparative micro-topographic study of the buccal enamel of different tooth types, Journal of Orthodontics, 2000, 27, 143–148.

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

21. Beckwith FR, Ackerman RJ Jr, Cobb CM, Tira DE. An evaluation of factors affecting duration of orthodontic treatment. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 1999; 115:439-47.

22. Mui B, Rossouw PE, Kulkarni GV. Optimization of a procedure for rebonding dislodged orthodontic brackets. Angle Orthodontic. 1999; 69:276–281.

23. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of a composite resin orthodontic adhesive. Angle Orthodontic. 2000; 70:435–441.

24. Eliades T, Brantley WA. The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. Europe Journal of Orthodontic. 2000; 22:13–23

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

25. Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. Angle Orthodontic. 2001; 71:141–148.

26. Radlanski RJ. A new carbide finishing bur for bracket debonding. Journal Orofacial Orthopedic. 2001; 62:296–304

27. Rognvald A. Linklater, and Peter H. Gordon, An *Ex Vivo* Study to Investigate Bond Strengths of Different Tooth Types Journal of Orthodontics, March 2001; Vol. 28, No. 1, 59-65.

28. Bishara, Samir E. BDS, D Ortho, DDS, M, John F. Laffoon B, Leigh VonWald BA, DD and John J. Warren DDS, The effect of repeated bonding on the shear bond strength of different orthodontic adhesives American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics 2002;121:521-5

29. Ross S. Hobson BDS, John F. McCabe BSc, and Andrew J. Rugg-Gunn BDS,The relationship between acid-etch patterns and bond survival in vivo American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, May 2002; Volume 121, Issue 5, Pages 502-509

30. Fuentes Garcia, Alexander Alberto "Estudio comparativo de la adhesión de un ionómero y dos resinas utilizadas para adherir brackets" Biblioteca Central Tesis OD 116-2002 UNMSM Lima-Perú.

31. Tavares, Stenyo Wanderley, CONSANI Simonides, NOUER Darcy Flávio, MAGNANI, Maria Beatriz Borges de Araújo, NETO João Sarmento Pereira, ROMANO, Fábio Lourenço; Evaluation in vitro of the

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

shear bond strenght of aluminun oxide recycled brackets Braziliam Journal of Oral Science. October/December 2003 - Vol. 2 - Number 7

32. Bishara Samir E.; Manal Soliman; John Laffoon; John J. Warren Effect of Changing a Test Parameter on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets The Angle Orthodontist: 2004, Vol. 75, No. 5, pp. 832–835.

33. Hosein I, Sherriff M, Ireland AJ. Enamel loss during bonding, debonding and cleanup with use of a self-etching primer. American Journal of Orthodontic and Dentofacial Orthopedic. 2004; 126:717–724.

34. Neslihan Eminkahyagil; Ayca Arman; Alev Çetinsahin; Erdem Karabulut; Effect of Resin-removal Methods on Enamel and Shear Bond Strength of Rebonded Brackets. The Angle Orthodontist: 2004, Vol. 76, No. 2, pp. 314–321

35. Rajagopal R., S. PADMANABHAN, and V. KUMAR, Shear Bond Strength And SEM Study of Four Reconditioning 2004 disponible en: http://iadr.confex.com/iadr/2004Hawaii/techprogram/abstract_42142.htm

36. Somporn Raungpaka et al, The Effect of Reconditioning Methods on Shear Bond Strength of Reused Orthodontic Metal Brackets, Mahidol Dental Journal. Vol. 25 No. 1–3, 2005

37. Kirsty J. Skidmore, Karen J. Brook, W. Murray Thomson, and Winifred J. Harding. Factors influencing treatment time in orthodontic patients American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics Volume 129, Issue 2 , February 2006, Pages 230-238

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

38. Tavares, Stenyo Wanderley, CONSANI, Simonides, NOUER, Darcy FLÁVIO. Shear bond strength of new and recycled brackets to enamel Brazilian Dental Journal 2006, vol.17, no.1, p.44-48. ISSN 0103-6440.

39. Heravi F. y NASEH R. The effect of chemical recycling on shear bond strength of orthodontic metal brackets. Journal of Dentistry. Tehran University of Medical Sciencies Vol. 18; N.° 4; 2006.

40. Montasser Mona A. Rebonding of Orthodontic Brackets The Angle Orthodontist: Vol. 78, No. 3, pp. 531–536 Accepted: June 2007. Submitted: February 2007Hermes

41. Ramírez Sánchez U., Dora María Rubio Castillón, Fredy Alejandro Valencia Toro, m. En c. Eliezer García López. 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 vol. 46 n.° 1/ 2008)

42. About Orthodontic Bonding, An Interveiw with Dr. Michael Swartz by Dr. Larry White, The Orthodontic CYBERJournal, disponible en: http://www.oc-j.com/Welcome.html

43. Ezequiel E., Rodríguez Yánez, "Ortodoncia Contemporánea. Diagnostico y Tratamiento", Editorial AMOLCA, Primera Edición, México 2005

44. Rixio Jesús Abreu Rodríguez "Adhesión en Odontología Contemporánea" I; disponible en http://www.odontologia-online.com/casos/part/RA/RA01/ra01.html

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

45. Interlandi. "Ortodoncia: Bases Para La Iniciación" Editorial Artes Medicas Latinoamericanas Quinta Edición, 2002

46. Morioki, Fujitani et al. Effect of acid etching on the dental pulp in adhesive composite restorations. International Dental Journal, 1992, 42:3-11.

47. Miyashita, Eduardo y Fonseca, Antonio Salazar "Odontología Estética" Editorial Artes medicas. Primera Edición 2005 pág. 2-6

48. Van Meerbeek B, Perdigao J &Vanherle G. Enamel and dentin adhesion. En: Fundamentals of operative dentistry. A contemporary approach. Chicago Quintessence Publishing. 2º Ed. 2002.

49. Zachrisson BU, Artun J; Enamel surfase appearence after various debonding techniques, American .Journal Orthodontic. 1979 75:121.

50. Trurow R "Biomecanismo Ortodóntico". Editorial Mosloy 4ª edición San Antonio (EEUU) 1982

51. International Standardization for Organization - Guidance on testing of adhesion to tooth structure. ISO/TC106/SC 1 N236, Resolution 6 - TR 11405;1994

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

X. ANEXOS



Foto 1. Materiales de recolección de piezas dentarias



Foto 2. Piezas dentarias en solución de suero fisiológico y saliva artificial

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

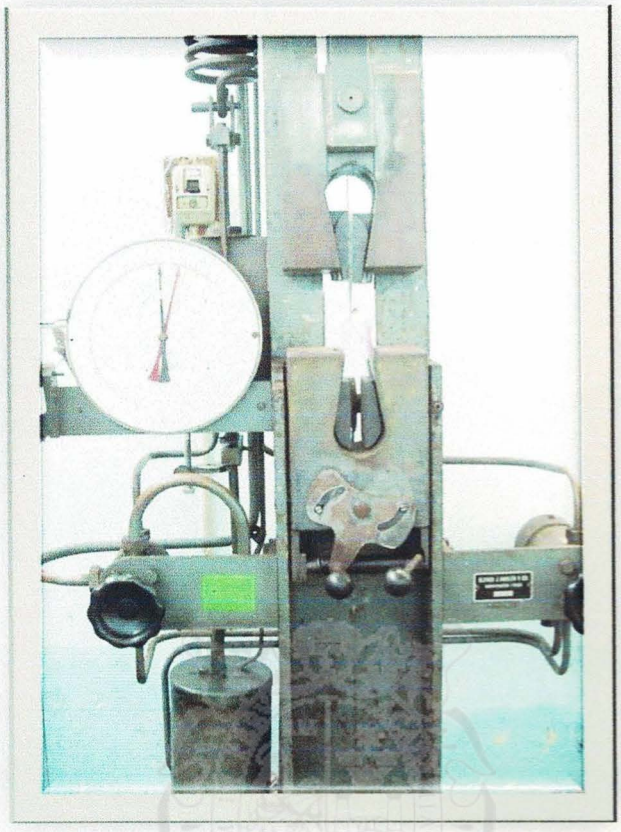


Foto 3. Máquina universal de fuerzas Amler

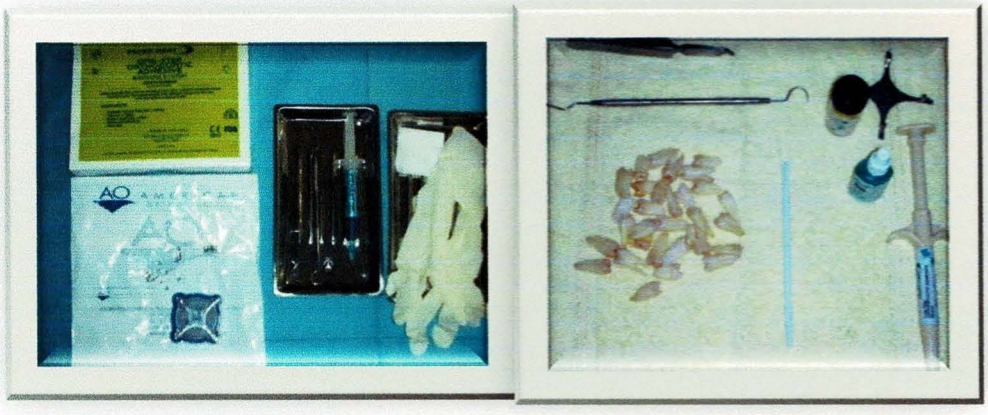


Foto 5. Materiales utilizados para la adhesión de brackets

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

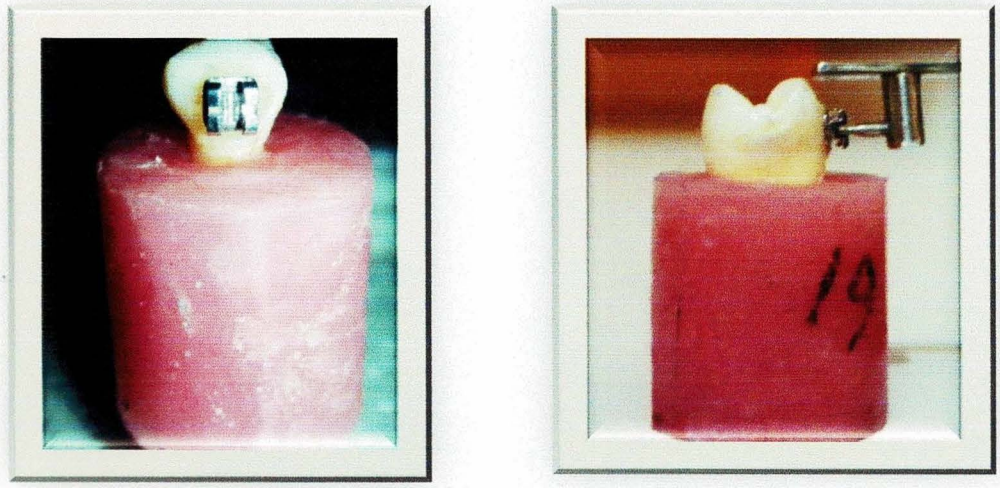


Foto 4 Bracket Adherido a 4 mm del plano oclusal



Foto 6. Preparación de la matriz de acrílico

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

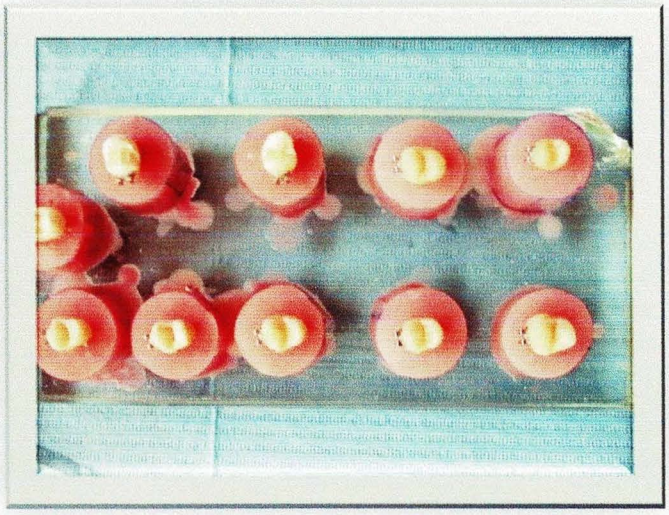


Foto 7. Los dientes fueron sumergidos en acrílico de autopolimerizado

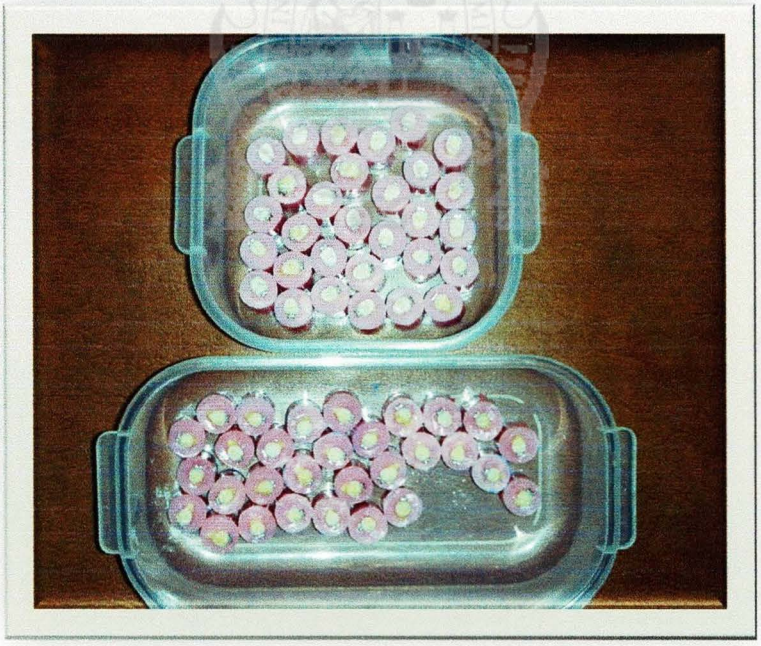


Foto 8. Muestra preparada para el test de cizallamiento

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

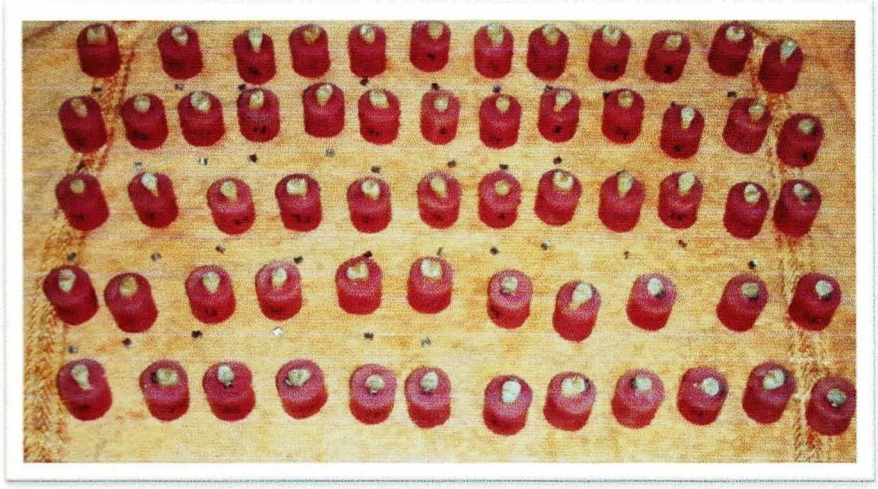


Foto 9. Luego de cada cizallamiento, los brackets guardaron su orden respectivos para cada diente.



Foto 10. Arenado de brackets con óxido de aluminio de 50 µm

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América

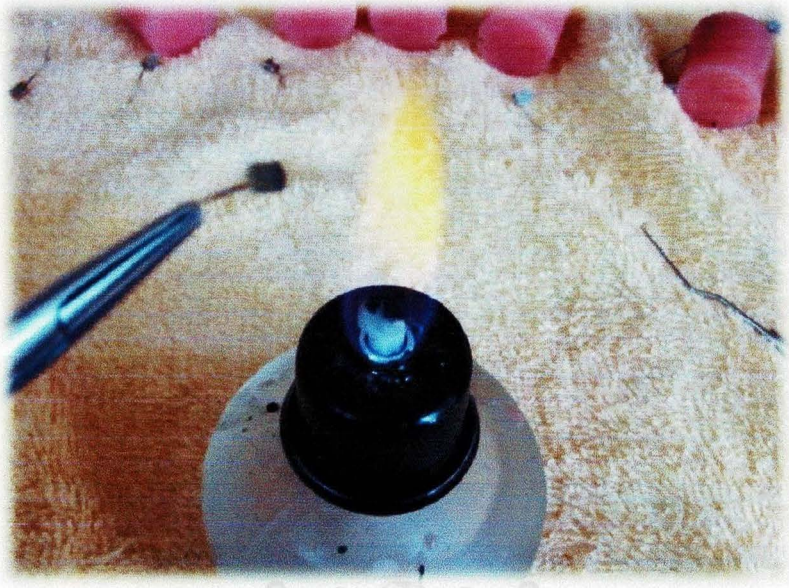
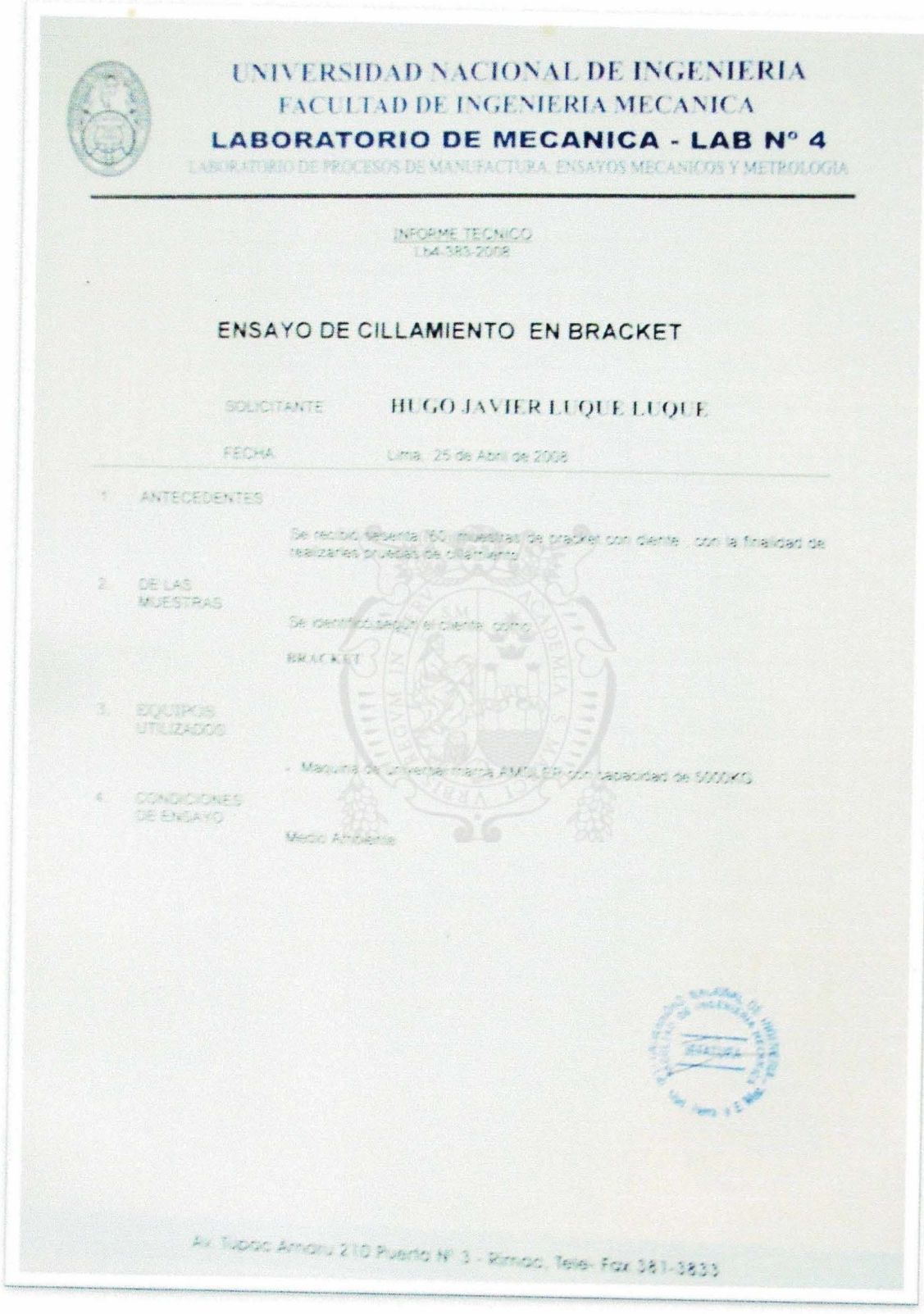


Foto 11. Flameado del bracket



Foto 12. Remoción de resina del esmalte dental

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América



UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA
LABORATORIO DE MECANICA - LAB N° 4
LABORATORIO DE PROCESOS DE MANUFACTURA, ENSAYOS MECANICOS Y METROLOGIA

INFORME TECNICO
LM4-383-2008

ENSAYO DE CILLAMIENTO EN BRACKET

SOLICITANTE: HUGO JAVIER LUQUE LUQUE

FECHA: Lima, 25 de Abril de 2008

1. ANTECEDENTES

Se recibió (Veinte (20) muestras de bracket con cliente , con la finalidad de realizarles pruebas de cillamiento

2. DE LAS MUESTRAS

Se identificó según el cliente como

BRACKET

3. EQUIPOS UTILIZADOS

- Maquina de Universal marca AMSLER con capacidad de 5000KG

4. CONDICIONES DE ENSAYO

Medio Ambiente

Av. Tupac Amaru 210 Puerto N° 3 - Rimac. Telef- Fax 481-3833

Foto 13. Informe de laboratorio de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la UNI

Universidad Nacional Mayor de San Marcos
Universidad del Perú. Decana de América