

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio Ciencias de la Salud

Comparación in vitro de la fuerza de adhesión sobre esmalte de brackets Clarity estándar (Transbond XT 3M) con los brackets Clarity APC Plus (3M), mediante una prueba de cizallamiento

Andrea Estefanía Guerra González

Ma. Dolores Villacrés, Dra., Directora de tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de Odontóloga

Quito, Noviembre del 2013

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias de la Salud

HOJA DE APROBACION DE TESIS

Comparación in vitro de la fuerza de adhesión sobre esmalte de brackets Clarity estándar (Transbond XT 3M) con los brackets Clarity APC Plus (3M), mediante una prueba de cizallamiento

Andrea Estefanía Guerra González

Dra. María Dolores Villacrés
Directora de Tesis

.....

Dra. Cristina Oliveira
Miembro del Comité de Tesis

.....

Dr. Eduardo Acevedo
Miembro del Comité de Tesis

.....

Dr. Santiago Bravomalo
Miembro del Comité de Tesis

.....

Dr. Fernando Sandoval
Decano del Colegio de Odontología

.....

Quito, Noviembre del 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

Nombre: Andrea Guerra

C. I.: 1715433536

Fecha: Noviembre, 2013

DEDICATORIA

Dedico mi tesis a mis papis, Ernesto Guerra y Rocío González, y a mis hermanos, Ernesto Andrés, Carolina y María de Lourdes Guerra, quienes siempre estuvieron con su apoyo incondicional y alentándome para seguir adelante. Siempre me ensaaron que la constancia y el esfuerzo son el camino para alcanzar los sueños.

AGRADECIMIENTOS

A mi directora de tesis, María Dolores Villacrés por su apoyo, su amistad y sus conocimientos brindados.

Al Dr. Fernando Sandoval por crear la mejor facultad de la USFQ.

A la Dra. Paulina Aliaga por hacer de la clínica, mi segundo hogar.

A mis compañeros, Mauricio Tinajero, Mariángel Flores, Gabriela Calderón, Diana Viteri y Carla Moreno por estos 5 años juntos llenos de experiencias.

A la Dra. Johana Monar por guiarme en la elaboración de la tesis.

Al Dr. Eduardo Acevedo, Dra. Cristina Oliveria y Dr. Santiago Bravomalo por compartir su tiempo y sus conocimientos conmigo.

RESUMEN

En un intento de ahorrar tiempo durante la adhesión de brackets, las casas comerciales han fabricado brackets metálicos y de cerámica con un recubrimiento previo de material adhesivo. El sistema adhesivo utilizado en los brackets con recubrimientos previo (APC) es similar en composición al sistema adhesivo utilizado en los brackets convencionales sin recubrimiento. La diferencia es esencialmente en los porcentajes de los diversos ingredientes incorporados en el material adhesivo. El objetivo de este estudio es determinar si los brackets Clarity APC Plus (3M), tendrán mayor fuerza adhesiva que los brackets Clarity estándar (Transbond XT) frente a una fuerza de cizallamiento. Cuarenta y cinco primeros premolares inferiores humanos, recién extraídos, fueron montados en bases de acrílico y utilizados para adherir los dos tipos de brackets de acuerdo a las instrucciones del fabricante. La fuerza de cizallamiento fue realizada en la máquina de fuerzas universales MTS. Los resultados encontrados fueron: (1) los brackets Clarity APC Plus generaron una mayor fuerza adhesiva que los brackets Clarity estándar frente a la fuerza de cizallamiento. (2) Los brackets Clarity APC Plus y Clarity estándar no tuvieron una diferencia estadísticamente significativa en cuanto a su adhesión frente a una fuerza de cizallamiento. (3) Todas las muestras de brackets-adhesivo, sometidas a una prueba de cizallamiento, generan una fuerza adhesiva clínicamente aceptable.

Palabras clave: fuerza de cizallamiento, brackets cerámicos, brackets APC, Transbond XT.

ABSTRACT

In an attempt to save time during brackets' bonding, manufacturers created metal and ceramic brackets that have been precoated with the adhesive material. The adhesive used on the precoated brackets (APC) is similar in composition to that used for bonding uncoated brackets. The difference is essentially in the percentages of the various ingredients incorporated in the adhesive material. The purpose of this study is to determine if the APC Plus brackets have better shear bond strength than the Clarity standard brackets. Forty-five recently extracted human first inferior premolars were mounted in acrylic bases and these two types of brackets were bonded according to the manufacturer's instructions. The shear bond strength was produced by the MTS machine of universal forces. The current findings indicated that: (1) the Clarity APC Plus brackets didn't have higher shear bond strength than the Clarity standard brackets. (2) The Clarity standard and the Clarity APC Plus brackets didn't have any statistically significant difference in the shear bond strength. (3) All bracket-adhesive samples provided clinically acceptable shear bond forces.

Key words: shear bond strength, ceramic brackets, APC brackets, Transbond XT.

Tabla de contenido

RESUMEN	7
ABSTRACT	8
LISTA DE FIGURAS.....	11
LISTA DE FOTOGRAFÍAS.....	12
LISTA DE TABLAS.....	14
LISTA DE GRÁFICOS	15
1. INTRODUCCIÓN	16
2. OBJETIVOS	19
2.1 OBJETIVO GENERAL:	19
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	19
3. HIPÓTESIS:.....	19
4. REVISIÓN LITERARIA.....	20
4.1 ESMALTE:.....	20
4.1.1 Composición química	20
4.1.2 Propiedades físicas:.....	21
4.1.3 Características generales:.....	22
4.1.4 Color:	23
4.1.5 Estructura del esmalte:	23
4.2 ADHESIÓN:	25
4.2.1 Tipos de adhesión:	26
4.2.2 Factores influyentes en la adhesión:.....	28
4.3 ADHESIÓN AL ESMALTE:.....	33
4.4 ADHESIÓN EN ORTODONCIA:.....	34
4.4.1 Técnicas de adhesión ortodóncica:.....	35
4.4.2 Pasos de adhesión ortodóncica:.....	36
4.4.3 Tipos de sistemas resinosos:	38
4.4.4 Polimerización de la resina:.....	40
4.5 BRACKETS:	40
4.5.1 Clasificación de brackets:	41
4.6 BRACKETS CERÁMICOS:.....	42

4.6.1	Desventajas	42
4.6.2	Brackets cerámicos actuales	43
4.6.3	Clasificación de los brackets cerámicos:	44
4.6.4	Clasificación de las bases de brackets cerámicos:.....	44
4.6.5	Brackets Clarity:.....	45
4.7	BRACKETS APC (Adhesive Precoated Brackets):.....	46
4.7.1	Ventajas de los brackets APC:	47
4.7.2	Características del composite resinoso en los brackets APC:	47
4.7.3	Brackets Clarity APC Plus:.....	48
4.8	FUERZAS EN ORTODONCIA:	49
4.8.1	Tipos de fuerza:	49
5	MATERIALES Y MÉTODOS:.....	54
5.1	Tipo de estudio:.....	54
5.2	Muestra:	54
5.3	Criterios de Inclusión:.....	54
5.4	Criterios de exclusión:	54
5.5	MATERIALES:	55
5.6	METODOLOGÍA:.....	56
5.6.1	FASE I: Selección de dientes y preparación de muestras	57
5.6.2	FASE II: Adhesión de los dos tipos de brackets a la superficie del esmalte dental	62
5.6.3	FASE III: Prueba de cizallamiento	80
6	RESULTADOS:	84
6.1	ANÁLISIS ESTADÍSTICO:	89
7	DISCUSIONES:.....	101
8	CONCLUSIONES:	111
9	RECOMENDACIONES:.....	112
10	REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA:.....	113
11	ANEXOS	119

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación y relación del esmalte (Gómez de Ferraris & Campos, 2009).....	20
Figura 2 Estructura cristalina de la hidroxiapatita (Gómez de Ferraris & Campos, 2009).....	21
Figura 3 Localización de los prismas del esmalte (Gómez de Ferraris & Campos, 2009).....	21
Figura 4 Corte por desgaste. Aspecto de los prismas (Gómez de Ferraris & Campos, 2009).	22
Figura 5 Microfractura del esmalte.	23
Figura 6 Corte por desgaste. Orientación de los prismas del esmalte (Interlandi, 2000).....	24
Figura 7 Retención o anclaje por compresión (Henostroza, 2003)	26
Figura 8 Irregularidades microscópicas producidas por un fresado o un acondicionamiento ácido (Henostroza, 2003)	27
Figura 9 Grabado ácido del esmalte dental. MEB x 1500 (Gómez de Ferraris & Campos, 2009).....	27
Figura 10 Técnica de incrementación de composite (Amaiz, 2004)	28
Figura 11 Diagrama tensión superficial (Henostroza, 2003)	29
Figura 12 Diagrama tensión superficial (BlogFísica, 2012)	30
Figura 13 Diagrama de energía superficial (Henostroza, 2003)	31
Figura 14 Diagrama de Humectancia vs. Ángulo de contacto (Henostroza, 2003).....	32
Figura 15 Diagrama de capilaridad (BlogFísica, 2012)	33
Figura 16 Esquema fuerza de tracción (Macchi, 2000).....	50
Figura 17 Esquema fuerza de compresión (Macchi, 2000)	51
Figura 18 Esquema fuerza de cizallamiento (Macchi, 2000)	52
Figura 19 Esquema fuerza de torsión (Uribe Restrepo, 2010)	53
Figura 20 Distancia de colocación de un bracket en un primero premolar inferior.....	71

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1 Materiales utilizados	56
Fotografía 2 Almacenamiento de dientes	58
Fotografía 3 Cubos de acero inoxidable	58
Fotografía 4 Materiales para elaborar base del diente	59
Fotografía 5 Acrílico (polvo + líquido).....	59
Fotografía 6 Mezcla de acrílico	59
Fotografía 7 Colocación de acrílico en el cubo metálico.....	60
Fotografía 8 Introducción de premolar en acrílico	60
Fotografía 9 Fase terminal de base acrílica	61
Fotografía 10 Vista frontal de 20 primeros premolares inferiores	61
Fotografía 11 Vista lateral de 20 primeros premolares inferiores	61
Fotografía 12 Profilaxis (grupo control)	63
Fotografía 13 Grabado ácido (grupo control)	63
Fotografía 14 Lavado del ácido fosfórico (grupo control).....	64
Fotografía 15 Aplicación resina en base del bracket (grupo control)	64
Fotografía 16 Colocación del bracket a 4 mm (grupo control).....	65
Fotografía 17 Fotocurado (grupo control)	66
Fotografía 18 Bracket adherido (grupo control)	66
Fotografía 19 Profilaxis (grupo estándar)	67
Fotografía 20 Eliminación de piedra pómez (grupo estándar).....	67
Fotografía 21 Colocación de ácido fosfórico (grupo estándar)	68
Fotografía 22 Lavado de ácido fosfórico (grupo estándar)	68
Fotografía 23 Aplicación de primer adhesivo (grupo estándar).....	69
Fotografía 24 Fotocuración de primer (grupo estándar).....	69
Fotografía 25 Resina en la base del bracket (grupo estándar).....	70
Fotografía 26 Colocación bracket (grupo estándar).....	70
Fotografía 27 Distancia 4 mm (grupo estándar)	71
Fotografía 28 Fotocurado de resina (grupo estándar)	72
Fotografía 29 Brackets cementados (grupo estándar)	72
Fotografía 30 Profilaxis (grupo APC).....	73
Fotografía 31 Eliminación piedra pómez (grupo APC)	73
Fotografía 32 Aplicación de ácido fosfórico (grupo APC).....	74
Fotografía 33 Lavado ácido fosfórico (grupo APC).....	74
Fotografía 34 Aplicación de primer adhesivo (grupo APC).....	75
Fotografía 35 Fotocuración primer adhesivo (grupo APC).....	75
Fotografía 36 Apertura de blíster (grupo APC)	76
Fotografía 37 Bracket nuevo/ resina sin polimerizar (grupo APC).....	77
Fotografía 38 Resina rosada (grupo APC)	77
Fotografía 39 Bracket posicionado + resina sin fotopolimerizar (grupo APC)	78

Fotografía 40 Eliminación de excesos (grupo APC)	78
Fotografía 41 Fotocuración (grupo APC).....	79
Fotografía 42 Bracket cementado / cambio de color resina (grupo APC)	79
Fotografía 43 Máquina MTS (Universidad ESPE).....	80
Fotografía 44 Prueba de cizallamiento.....	81
Fotografía 45 Cuchilla sobre bracket.....	82
Fotografía 46 Bracket descementado	82
Fotografía 47 Fuerza registrada en Newtons.....	83
Fotografía 48 Medición de base y altura del bracket	85

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Datos grupo 1 brackets de control (MPa)	85
Tabla 2 Datos grupo de brackets Clarity Estándar (MPa)	86
Tabla 3 Datos grupo brackets Clarity APC Plus (MPa).....	87
Tabla 4 Datos grupo brackets de control (Kg/mm ²).....	88
Tabla 5 Datos grupo brackets Clarity estándar (Kg/mm ²)	88
Tabla 6 Datos grupo brackets Clarity APC Plus (Kg/mm ²).....	89
Tabla 7 Descripción de datos (MPa)	93
Tabla 8 Descripción de datos (Kg/mm ²)	94
Tabla 9 Análisis descriptivo	94
Tabla 10 Prueba de muestras independientes (MPa)	96
Tabla 11 Prueba de muestras independientes (Kg/mm ²)	96
Tabla 12 Test de normalidad	98

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Análisis de los datos (MPa).....	90
Gráfico 2 Análisis de los datos (Kg/mm ²).....	91
Gráfico 3 Campana de Gauss.....	92
Gráfico 4 Boxplot (MPa).....	99
Gráfico 5 Boxplot (Kg/mm ²).....	100

1. INTRODUCCIÓN

La estética dental hoy en día es algo sumamente importante en la apariencia física de las personas; por lo que mucha gente acude a un tratamiento de carillas o de ortodoncia. La ortodoncia es la mejor opción ya que incluye un trabajo estético, funcional y más conservador. Por ejemplo, la Asociación Americana de Ortodontistas define a la ortodoncia como “el área específica de la profesión odontológica que tiene como responsabilidad el estudio y la supervisión del crecimiento y desarrollo de la dentición y sus estructuras anatómicas. Las relaciona desde el nacimiento a la madurez dentaria; e incluye todos los procedimientos preventivos y correctivos de las irregularidades dentales que requieren la reposición dentaria por medios funcionales y mecánicos para el establecimiento de una oclusión normal y de contornos faciales agradables” (Singh, 2009). De esta manera, se afirma que la ortodoncia busca mantener la salud de los dientes y el hueso alveolar, tener buena relación ósea maxilomandibular y solucionar problemas de las articulaciones temporomandibulares. Además de mantener la función; la ortodoncia se involucra en lo estético, ya que intenta mejorar la belleza, la armonía y la apariencia agradable a la vista, de los dientes y la cara (Uribe Restrepo, 2010) .

Sin duda alguna, los brackets son los elementos más usados en la ortodoncia para generar movimiento y alineación dental; pero muchas veces, los pacientes temen lucir brackets metálicos. Es por esto que se crearon los brackets estéticos, para que los pacientes sientan más comodidad con la transparencia de los mismos.

Con el tiempo, las casas comerciales han creado muchos tipos de brackets estéticos; siendo los de cerámica uno de los favoritos.

El uso de brackets en pacientes requiere de un protocolo adecuado para generar la adhesión respectiva y necesaria con la superficie dental. “Desde hace más de 35 años, los brackets se unen directamente al esmalte en lugar de ser soldados a bandas; y para ello, el procedimiento básico fue propuesto en 1955 por Buonocore. Esta técnica consistía en atacar la superficie del esmalte con un ácido para provocar microporosidades que permitan la retención mecánica del medio de fijación” (López Fernández, Palma Calero, & Guerrero Ibarra, 2004). Después de realizar el grabado del esmalte, los fabricantes recomiendan colocar un primer, el cual es un producto químico que actúa como promotor adhesivo, permitiendo la adhesión en la interface esmalte/resina (Ascención V. , Bravo, Romero, Ortiz, & Canteras, 2005).

Existen tres factores que afectan la adhesión entre el bracket y la superficie del esmalte; estos son: el mecanismo de retención de la base del bracket, el material adhesivo y la preparación de la superficie dental (Ascención V. , Bravo, Romero, Ortiz, & Canteras, 2004). De esta manera, se puede decir que el ortodoncista debe ofrecer al paciente un excelente tipo de bracket, un reconocido material adhesivo y dominar la técnica de adhesión y cementación. Al realizar un buen manejo clínico de los materiales, se consigue el objetivo deseado por parte de los sistemas adhesivos ortodóncicos. Este objetivo consiste en proporcionar la suficiente adhesión para resistir a las fuerzas de masticación y al estrés generado por los arcos dentales; permitiendo el control del movimiento dental en los tres planos del espacio (Ascención V. , Bravo, Romero, Ortiz, & Canteras, 2005).

Como podemos ver, la técnica adhesiva para cementar brackets requiere ser manejada con un protocolo estricto en cuanto a tiempo y cantidad, por lo que hay que prestar mucha atención durante el procedimiento. Es por esto, que muchas veces se generan fallas durante el proceso adhesivo; siendo la contaminación de los materiales el error más común (Camacho, 2007). Las casas comerciales al ver estos percances e inconvenientes crearon una técnica denominada APC (Adhesive PreCoated Brackets). Estos brackets ya poseen incorporado en sus bases el sistema adhesivo y vienen empacados en un blíster; por lo que el bracket tiene menor riesgo de contaminación durante el procedimiento (Folleto APC Plus, 2003).

Como podemos ver, los fabricantes no solo se preocupan por la apariencia física del paciente; sino también por el tiempo de trabajo y la comodidad del operador. Por todos estos avances en materiales ortodóncicos y todo lo mencionado anteriormente, fue lo que me motivó a realizar esta investigación. La misma que consistirá en realizar un estudio in-Vitro para observar y comparar el comportamiento que tiene la fuerza adhesiva de un bracket cerámico al colocarle manualmente resina de fotocurado y de un bracket cerámico con sistema adhesivo incorporado sobre la superficie de esmalte dental. Es por esto, que los ortodoncistas de este país deben mantenerse actualizados en las nuevas técnicas y en la variedad de productos; y además, los depósitos dentales deben tener la opción de importarlos y promocionarlos.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar de manera in vitro la resistencia adhesiva sobre esmalte de los brackets Clarity estándar (3M) y brackets Clarity APC Plus (3M) frente a la fuerza de cizallamiento para determinar si los brackets APC Plus, tendrán mayor fuerza adhesiva.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Evaluar el comportamiento de la adhesión sobre esmalte de los brackets Clarity estándar.
- Evaluar el comportamiento de la adhesión sobre esmalte de los brackets Clarity APC Plus.
- Determinar la fuerza mínima y máxima de cizallamiento que soporta el bracket Clarity estándar siguiendo la técnica de adhesión recomendada por el fabricante.
- Determinar la fuerza mínima y máxima de cizallamiento que soporta el bracket Clarity APC PLUS siguiendo la técnica de adhesión recomendada por el fabricante.

3. HIPÓTESIS:

Los brackets Clarity APC Plus soportan una mayor fuerza de cizallamiento en comparación con los brackets Clarity estándar.

4. REVISIÓN LITERARIA

4.1 ESMALTE:

El esmalte es un tejido derivado del ectodermo, que tiene un grosor variable y reviste totalmente la corona de los dientes, específicamente a la dentina, como una cubierta protectora. (Interlandi, 2000).

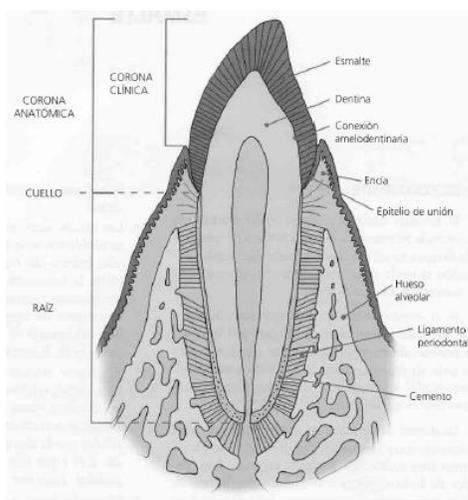


Figura 1 Ubicación y relación del esmalte (Gómez de Ferraris & Campos, 2009)

4.1.1 Composición química:

En cuanto a su composición, se ha determinado que el esmalte presenta 92 – 96% de materia inorgánica, 1 – 2% de materia orgánica y un 3 – 4% de agua. La mayor parte de sustancia inorgánica está compuesta por cristales de hidroxiapatita a base de fosfato de calcio; y en menores porcentajes se encuentra aniones de sodio, magnesio, carbonatos, hierro, flúor y manganato. La materia orgánica, en cambio, es de naturaleza proteica, ya que posee glicoproteínas solubles e insolubles, un agregado de polisacáridos y aminoácidos como la prolina; pero no posee colágeno, ni queratina. Sin embargo, las proteínas que están presentes en mayor cantidad son

las amelogeninas, enamelinas, ameloblastinas, amelinas y tuftelinas (Gómez de Ferraris & Campos, 2009) (Interlandi, 2000).

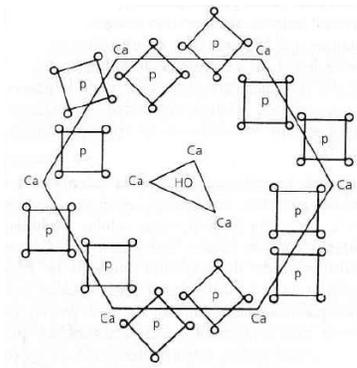


Figura 2 Estructura cristalina de la hidroxiapatita (Gómez de Ferraris & Campos, 2009)

4.1.2 Propiedades físicas:

El esmalte es considerado como el tejido calcificado más duro del cuerpo humano, debido al alto contenido de sales minerales y a la disposición cristalina de los mismos (Interlandi, 2000). Además, está constituido por millones de prismas o varillas muy mineralizadas, que lo recorren en todo su espesor, desde la conexión amelodentaria hasta la superficie externa o libre en contacto con el medio bucal (Gómez de Ferraris & Campos, 2009).

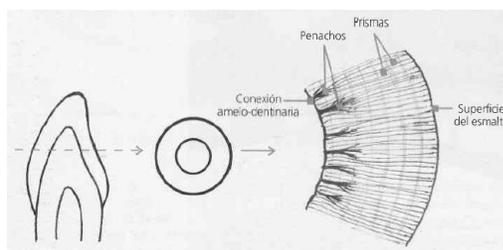


Figura 3 Localización de los prismas del esmalte (Gómez de Ferraris & Campos, 2009)

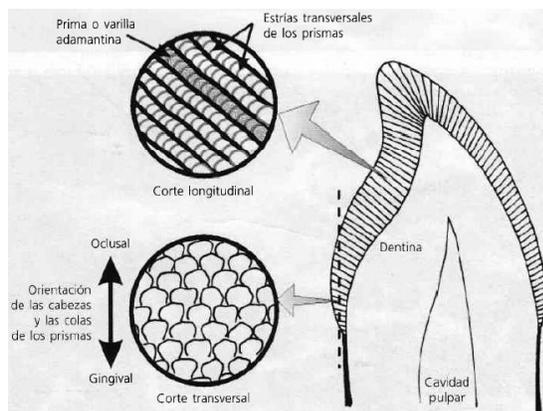


Figura 4 Corte por desgaste. Aspecto de los prismas (Gómez de Ferraris & Campos, 2009)

4.1.3 Características generales:

El esmalte es un tejido extracelular, muy mineralizado que no posee crecimiento, reparación, ni nueva aposición, ya que después de la formación del esmalte, los ameloblastos entran en apoptosis. Esto ocurre, debido a que los ameloblastos se involucionan y desaparecen durante la erupción dentaria por este mecanismo de muerte celular (Gómez de Ferraris & Campos, 2009).

Este tejido adamantino posee una elasticidad escasa, debido a su extrema dureza; y además, la cantidad de agua y materia orgánica es mínima. Es por esto, que a pesar de la dureza del esmalte, se lo califica como un tejido frágil con tendencia a las macro y micro-fracturas. Esta fragilidad puede ocurrir cuando no hay apoyo dentinario normal, ya que ese sustrato es el que le brinda la elasticidad necesaria para realizar ligeros micro-movimientos sobre la misma dentina, sin que el esmalte se fracture (Gómez de Ferraris & Campos, 2009).

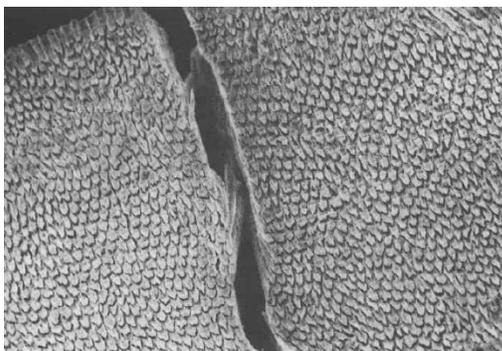


Figura 5 Microfractura del esmalte.

Microscopio electrónico de barrido (MEB) x 400. (Gómez de Ferraris & Campos, 2009)

4.1.4 Color:

La coloración del esmalte no es propia de este sustrato, ya que el esmalte es traslúcido, pero el color depende de su estructura subyacente, la dentina. Esta coloración varía de blanco-amarillento a blanco-grisáceo. Esta diferencia de color ocurre por el grado de translucidez del esmalte; ya que, por un lado, los dientes amarillentos poseen un esmalte mucho más traslúcido y muestran el color amarillo de la dentina. En cambio, los dientes grisáceos, tienen un esmalte más opaco y menos calcificado; por lo que reflejan en menor cantidad la coloración de la dentina (Interlandi, 2000).

4.1.5 Estructura del esmalte:

El esmalte, histológicamente, está constituido por una unidad estructural básica, la cual está compuesta de:

a) Esmalte prismático o varillar: constituye la mayor parte de esta matriz extracelular mineralizada y está compuesta de:

- *Prismas*: son estructuras hexagonales alargadas que se extienden desde la conexión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. Presentan una apariencia cristalina clara; permitiendo que la luz atraviese libremente (Interlandi, 2000).
- *Vaina de los primas*: Es una capa fina periférica que envuelve a todo el prisma (Interlandi, 2000).
- *Sustancia interprismática*: sustancia que impide que los primas estén en contacto directo el uno con el otro y tiene un índice de refracción ligeramente más elevado que los prismas (Interlandi, 2000)

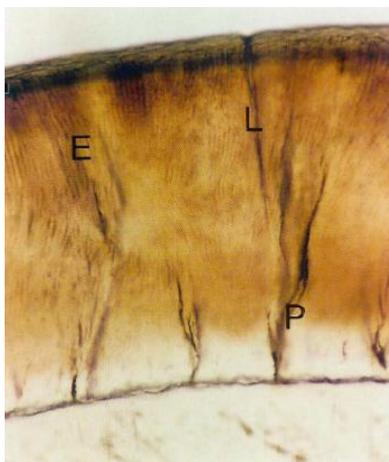


Figura 6 Corte por desgaste. Orientación de los prismas del esmalte (Interlandi, 2000)

b) Esmalte aprismático o avarillar: presenta en la periferia de la corona y en la unión amelodentinaria, donde el esmalte no constituye, ni configura ninguna estructura geométrica (Gómez de Ferraris & Campos, 2009).

4.2 ADHESIÓN:

Para el término adhesión existen un sinnúmero de definiciones, pero quizá una de las más claras y sencillas es la que afirma que adhesión proviene del latín Adhaesio y significa pegar o unir una cosa a otra (Diccionario Salvat, 1985). Otras definiciones afirman que adhesión es la fuerza que produce la unión de dos sustancias cuando se ponen en íntimo contacto; siempre y cuando la atracción sea entre moléculas dispares, ya que cuando se efectúa a través de moléculas de la misma clase, se denomina cohesión (Henostroza, 2003).

Dentro de la odontología restauradora, se define a la adhesión como el fenómeno de “unir a un sustrato sólido (las estructuras dentales) un biomaterial, manifestándose la adhesión como tal en la interfaz diente-material restaurador. Este fenómeno debe ocurrir entre sus superficies o caras en contacto, en las cuales se deben producir fuerzas que las mantengan fijadas en forma permanente” (Henostroza, 2003).

4.2.1 Tipos de adhesión:

La adhesión se puede dar de dos formas:

a) **Física:** se produce por una traba mecánica entre las partes a unir (Henostroza, 2003) y se clasifica en:

- Macromecánica: es un tipo de adhesión que consiste en crear hoyos o ranuras como forma macrorretentiva sobre una o ambas superficies por adherir; las cuales pueden ser excavadas o en relieve. Después, se las pone en íntimo contacto, utilizando un medio adhesivo que humecte ambas superficies y se endurezca con rapidez (Barrancos Mooney & Barrancos, 2007).

Un ejemplo de macromecánica es la retención o anclaje por compresión. En este caso, deben existir cavidades con tres planos y se las diseña para realizar incrustaciones I y II de Black. El anclaje se logra entre las dos paredes contrapuestas; es decir, en las paredes axiales de fondo, al realizar cajas proximales a cada lado. (Henostroza, 2003)

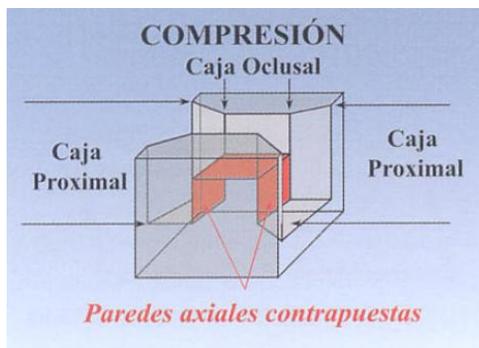


Figura 7 Retención o anclaje por compresión (Henostroza, 2003)

- Micromecánica: este tipo de adhesión se obtiene al realizar irregularidades, socavados o relieves de centésimas o milésimas de milímetros; logrando un acercamiento más íntimo entre las superficies por adherir y, por ende, una adhesión más durable y satisfactoria (Barrancos Mooney & Barrancos, 2007). La microabrasión o arenado y el grabado ácido son ejemplo de este tipo de adhesión (Barrancos Mooney & Barrancos, 2007) (Henostroza, 2003).

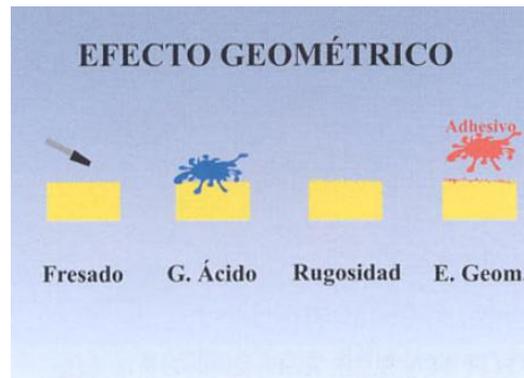


Figura 8 Irregularidades microscópicas producidas por un fresado o un acondicionamiento ácido (Henostroza, 2003)

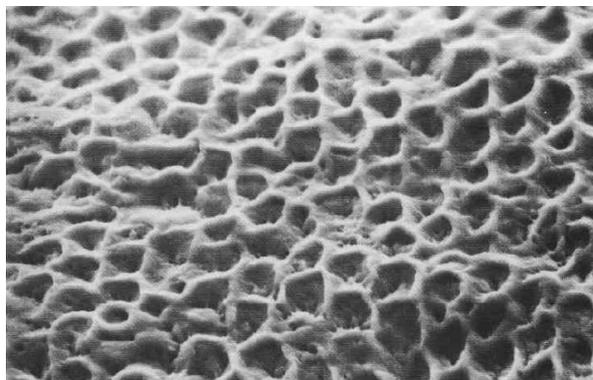


Figura 9 Grabado ácido del esmalte dental. MEB x 1500 (Gómez de Ferraris & Campos, 2009)

b) Química: se logra exclusivamente mediante la reacción química entre dos superficies en contacto al generar un intercambio de electrones o de átomos covalentes, o por fuerzas de Van der Waals (Barrancos Mooney & Barrancos, 2007) (Henostroza, 2003). Un ejemplo de este tipo de adhesión es la que se obtiene con el uso de adhesivo, cementos resinosos y al realizar la técnica incremental de la colocación de composite (Barrancos Mooney & Barrancos, 2007).

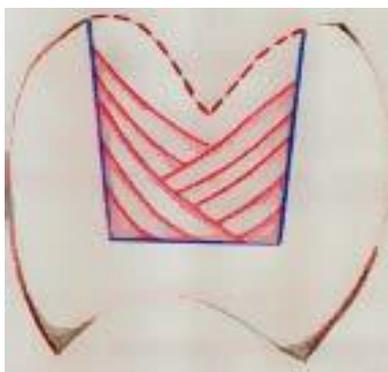


Figura 10 Técnica de incrementación de composite (Amaiz, 2004)

4.2.2 Factores influyentes en la adhesión:

En odontología restauradora se ha descubierto que existen ciertos factores que influyen sobre la adhesión. Estos factores son ciertas características de los sustratos a unir que pueden influir en la adhesividad:

a. Tensión superficial:

Es la fuerza cohesiva que ejerce un líquido sobre una determinada superficie debido a la existencia de una atracción no compensada hacia el interior del mismo

sobre las moléculas individuales de la superficie. Este fenómeno se produce porque las moléculas de la superficie no tienen otras moléculas sobre todos sus lados; por lo que se cohesionan de manera más fuerte entre las moléculas de la superficie y forman una especie de película que hace más difícil mover un objeto sobre la superficie líquida (Morales).

La tensión superficial es un dependiente del adhesivo, ya que mientras menor sea la tensión superficial, habrá mejor posibilidad de que el adhesivo humecte a los tejidos dentarios. De esta manera, se genera un mejor contacto y se favorece a las uniones físicas y químicas (Henostroza, 2003).

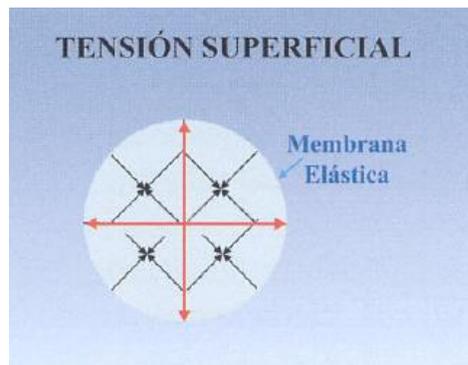


Figura 11 Diagrama tensión superficial (Henostroza, 2003)

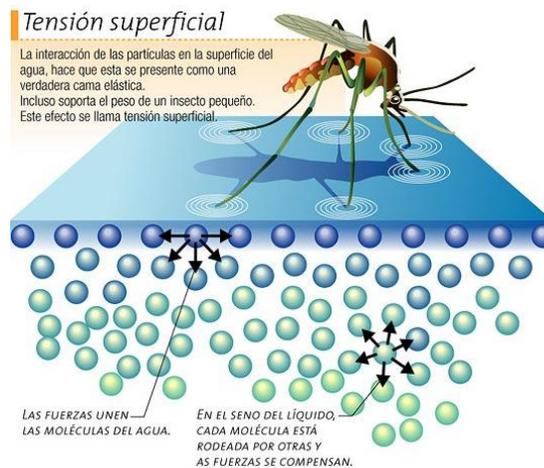


Figura 12 Diagrama tensión superficial (BlogFísica, 2012)

b. Energía superficial:

Se la define como la “suma de todas las fuerzas intermoleculares que se encuentran en la superficie de un material; es decir el grado de atracción o repulsión que la superficie de un material ejerce sobre otro” (Qué es la energía superficial?, 2011).

La energía superficial es un dependiente de las superficies en el proceso de adhesión. Mientras mayor sea esta energía, mayor será la potencialidad de atraer a su superficie biomateriales restauradores adherentes y sistemas adhesivos (Henostroza, 2003).

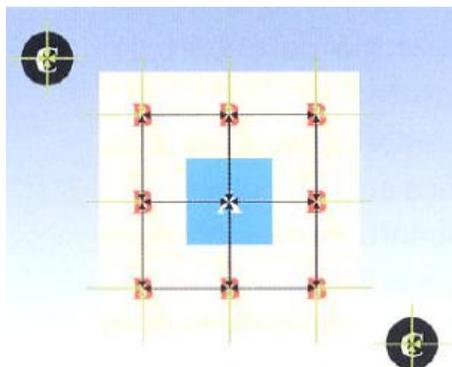


Figura 13 Diagrama de energía superficial (Henostroza, 2003)

c. Humectancia:

La humectancia es “la capacidad para cubrir un sustrato por completo, para que de esta manera, se pueda obtener el máximo beneficio de las fuerzas de adhesión mecánica o química. Esta capacidad está regida por las fuerzas de atracción que tienden a hacer que el adhesivo se esparza sobre el sustrato” (Mojica, Ortega, Ramírez, Vargas, & Bastidas, 2007).

A menor ángulo de contacto, habrá mayor humectación del líquido al sólido; es decir, habrá mayor humectancia por parte del adhesivo al sustrato dental. E inversamente, si el ángulo de contacto dental es de 90° o más, la humectancia será menor (Henostroza, 2003).

La humectancia es considerada como un factor dependiente del adhesivo, ya que mientras más humectante sea el sistema adhesivo o el biomaterial a aplicar, mejor será el contacto. De esta manera se favorece a la adhesión tanto química como física (Henostroza, 2003).



Figura 14 Diagrama de Humectancia vs. Ángulo de contacto (Henostroza, 2003)

d. Capilaridad:

Es un fenómeno que manifiesta la propiedad de un líquido o fluido; el cual al ponerse en contacto con un tubo de pequeño diámetro tiende a introducirse por él. La capilaridad está directamente relacionada con la tensión superficial; por lo que cuanto menor sea esta, mayor será la tendencia a introducirse por el capilar (Nicolás, 2010).

Todos estos factores tienen una enorme importancia en cuanto a la adhesión al esmalte. Por un lado, el esmalte tiene un alto contenido de material inorgánico y un escaso contenido de agua; lo que le confiere una propiedad de energía superficial alta. Es por esto, que al grabar el esmalte con ácido, se generan unas microporosidades que actúan como capilares. Por otro lado, son importantes estos factores, ya que la resina que va a adherirse a las estructuras dentales debe tener una tensión superficial baja y un alto porcentaje de humectancia, capilaridad y fluidez para que favorezcan a la unión (Nicolás, 2010).

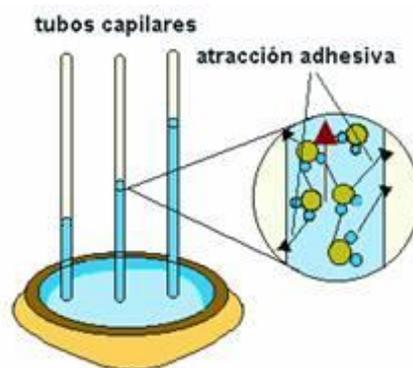


Figura 15 Diagrama de capilaridad (BlogFísica, 2012)

4.3 ADHESIÓN AL ESMALTE:

La clave de la adhesión del esmalte se basa en el inicio, es decir desde el grabado ácido. Al grabar con ácido el esmalte, se produce una disociación del ácido, un ataque de los radicales ácidos (H^+) a la hidroxiapatita y una salida de iones de calcio y fósforo de la misma (Lanata, 2008). Como consecuencia, se obtiene zonas rugosas y microporosas con una profundidad entre 5 y 50 μm , listas para una retención micromecánica (Dorminey, Dunn, & Taloumis, 2003).

Existen tres patrones de grabado ácido en el esmalte, según la zona del prisma en la que ocurra:

1. TIPO I: Eliminación del centro del prisma
2. TIPO II: Se afecta la periferia del prisma
3. TIPO III: no se produce un patrón definido

Los patrones de grabado ácido en el esmalte dependen del tiempo de aplicación del mismo y la zona del diente en la que se lo hace. Idealmente, se debe obtener el patrón I, pero en la práctica se logra una combinación de los tres (Lanata, 2008).

4.4 ADHESIÓN EN ORTODONCIA:

La odontología adhesiva ha hecho posible realizar restauraciones dentales estéticas y diseños cavitarios cada vez más conservadores. Otros campos de la odontología, como la ortodoncia, se han beneficiado de la posibilidad de adherir diferentes materiales a los tejidos dentarios como el esmalte (Bayona, Fonseca, & Macías, 2010)

En 1955, Buonocore introdujo el uso del ácido fosfórico para adherir materiales acrílicos al esmalte dental. En ortodoncia, esta tecnología ha dado lugar a la mejoría del tratamiento significativamente; incluyendo un método más estético e higiénico. La técnica del grabado ácido del esmalte es ahora de uso común, con el objetivo de cementar brackets con una resina adhesiva al esmalte dental. En 1965, Bowen introdujo la resina bis-GMA, logrando que la limpieza después del descementado sea más fácil. (Yi, Dunn, & Taloumis, 2003)

La adhesión del bracket a la superficie del esmalte dental es un procedimiento que se ha usado desde hace más o menos cuatro décadas. Con el paso del tiempo, se ha concluido que la adhesión a esmalte depende de algunos factores como la naturaleza de la superficie del esmalte, los procesos de acondicionamiento del esmalte, el tipo de adhesivo que se usará y la forma y diseño de la base del bracket (Sunna & Rock, 2000) (Vicente A. , Bravo, Romero, Ortíz, & Canteras, 2004).

La unión entre el bracket y la superficie del diente es por traba mecánica, ya que la base del bracket es rugosa y la superficie del diente es grabada con ácido y acondicionada (Mojica, Ortega, Ramírez, Vargas, & Bastidas, 2007).

Se deben entender, de manera muy clara, los conceptos de preparación, adhesión y posicionamiento de los brackets, ya que este es uno de los aspectos iniciales y fundamentales de todas las técnicas ortodónticas. Dentro de las técnicas de cementación de brackets, existen la técnica directa e indirecta (Uribe Restrepo, 2010). Sin embargo, existen algunos estudios que afirman y demuestran que ambas técnicas tienen un porcentaje de error, ya que en las dos técnicas se puede fallar en la ubicación ideal del bracket (Aguirre, King, & Waldron, 1982).

4.4.1 Técnicas de adhesión ortodóntica:

Por un lado, la técnica directa fue realizada por primera vez en 1965 por Newman. Este es el método más popular y común por su simplicidad, ya que como su nombre lo dice, esta técnica consiste en la adhesión de los brackets directamente a los dientes en boca (Zeppieri, Chung, & Mante, 2003). En cambio, la técnica indirecta fue realizada en 1972; esta consiste en la colocación de los brackets en la posición exacta sobre los dientes de un modelo de estudio; y luego se los transfiere al medio intraoral por medio de cubetas (Uribe Restrepo, 2010) (Yi, Dunn, & Taloumis, 2003).

Independientemente de la técnica que se vaya a usar para la colocación de brackets, la preparación del esmalte es un mecanismo básico que no varía en

ninguna de las técnicas. Estos procedimientos no cambian, ya que se conoce muy bien que, tanto la limpieza del esmalte, como el acondicionamiento del mismo, tienen la misma importancia para conseguir una adecuada adhesión (Verstrynge, Ghesquiere, & Willems, 2004).

4.4.2 Pasos de adhesión ortodóncica:

Los pasos a seguir son:

1) Aislamiento:

Se debe colocar al paciente retractores de carrillos y utilizar una buena succión, ya que se debe mantener la superficie dental seca y con la lengua apartada de la zona (Jacobsen & Duncanson).

2) Profilaxis o limpieza del esmalte:

Se debe utilizar un cepillo profiláctico y una pieza de baja velocidad, utilizando una pasta de pulido como la piedra pómez para limpiar el esmalte. Con este procedimiento, se disminuye la energía superficial, se limpian los residuos alimenticios y contaminantes del esmalte; permitiendo que se genere una mejor adhesión (Uribe Restrepo, 2010).

3) Acondicionamiento con ácido ortofosfórico:

Se debe aplicar ácido ortofosfórico al 35 – 37% en cada diente por quince segundos, luego lavar por treinta segundos y por último secar la superficie del esmalte (Jacobsen & Duncanson).

El ácido ortofosfórico produce una limpieza perfecta del esmalte y retira toda la película de material orgánico presente en él. Además, el grabado ácido aumenta la energía superficial y promueve la adhesión micromecánica, gracias a la penetración del adhesivo en las porosidades de la superficie grabada; permitiendo que se formen los tags retentivos (Chalgre, Combe, & Wahl, 2007). Todo esto se consigue siempre y cuando se haya realizado un acondicionamiento ácido correcto; por lo que para verificarlo, se debe observar que el esmalte presente una superficie calcárea o esmerilada (Jacobsen & Duncanson).

4) Agente de enlace (adhesivo o primer):

Sobre la superficie del esmalte acondicionado y seco, se debe colocar con un microcepillo una fina capa de monómero de consistencia viscosa. Este adhesivo puede ser de fotopolimerización o de autopolimerización; pero ambas opciones generan una unión física. Este tipo de unión se logra, ya que el adhesivo fluye dentro de las microporosidades del esmalte grabado y produce un aumento de la tensión superficial y mejora, considerablemente, la retención (Uribe Restrepo, 2010).

Los beneficios que brinda este agente de enlace ocurren gracias a que este es un producto químico que posee resinas hidrofílicas e hidrofóbicas en su composición. La

incorporación de los monómeros hidrofílicos facilita la infiltración de la resina en el esmalte grabado a nivel de sus prismas, reduce la porosidad interfacial y los riesgos de fracaso en la adhesión. (Ascención V. , Bravo, Romero, Ortiz, & Canteras, 2004) (Ascención V. , Bravo, Romero, Ortiz, & Canteras, 2005)

5) Aplicación de la resina a las mallas de los brackets:

La resina es un material que tiene como función adherir de manera fuerte los brackets al esmalte. Esto se logra por la preparación previa del esmalte dental y por medio de las mallas de los brackets que los retienen (Uribe Restrepo, 2010). Con este procedimiento se consigue:

- Unión física entre el adhesivo o bond con el esmalte grabado.
- Unión química entre el adhesivo o bond y la resina.
- Unión física entre la resina y la malla posterior del bracket (Uribe Restrepo, 2010).

4.4.3 Tipos de sistemas resinosos:

Los sistemas resinosos pueden ser de autocurado o de fotocurado. Por un lado, los composites de autocurado muchas veces viene en presentación de dos pastas para mezclar; lo que consume tiempo, ya que requiere de varias mezclas para la colocación de cada bracket. Además, existen estudios que afirman que estas resinas generan burbujas bajo la malla del bracket. Por otro lado, los composites resinosos de fotocurado brindan al clínico un mayor tiempo de trabajo, ya que permite posicionar al bracket de manera más precisa, facilita eliminar los excesos

antes de la fotopolimerización y posee mejores propiedades físicas, ya que no incorpora aire durante la mezcla (James, Miller, English, Tadlock, & Buschang, 2003). Sin embargo, otros autores afirman que estas resinas de fotocurado requieren más tiempo para que se genere la adhesión, o muchas veces se genera una polimerización incompleta en la cementación de brackets metálicos, ya que requieren tiempos exactos de exposición ante la luz de la lámpara de luz halógena (Sunna & Rock, 1999)

Para la adhesión de brackets se utilizan dos tipos de resina. Ambas son poliméricas y son las resinas acrílicas y las resinas de diacrilato. Por un lado, las resinas acrílicas se basan en una composición de acrílicos autocurables, monómero y polvo ultrafino de metilmetacrilato; formando únicamente polímeros lineales. En cambio, las resinas de diacrilato son epóxicas y se las conoce como resina de Bowen o bis-GMA (bisphenol A glycidyl dimetacrilato). Este tipo de resina fue diseñado para aumentar la fuerza adhesiva y la estabilidad dimensional, mediante la formación de polímeros por cadenas cruzadas en una red tridimensional (Joseph & Rossouw, 1990). Estas resinas poseen las mejores propiedades físicas y son los adhesivos más fuertes para brackets metálicos, ya que han demostrado la generación de una fuerza adhesiva suficientemente fuerte para soportar las fuerzas ortodóncicas (Habibi, Hosseinzadeh Nik, & Hooshmand, 2007).

4.4.4 Polimerización de la resina:

Las resinas compuestas de uso en boca tienen tres componentes principales:

- a. **Matriz de resina:** comprende un sistema de monómeros di o trifuncionales, un sistema iniciador de la polimerización de los radicales libres y estabilizadores para maximizar la capacidad de almacenamiento antes de polimerizar, y la estabilidad química una vez polimerizada (Macorra, 1999).
- b. **Relleno inorgánico:** a base de cuarzo, vidrio o sílice (Macorra, 1999).
- c. **Agente de unión:** normalmente un silano, para unir entre sí los componentes anteriores (Macorra, 1999).

Su polimerización se activa bajo una luz y se produce gracias a la unión de las moléculas monoméricas que los componen para formar una matriz con moléculas poliméricas mayores, realizándose esta unión gracias a grupos específicos distribuidos típicamente en cada monómero (Macorra, 1999).

4.5 BRACKETS:

Un bracket se define como “un dispositivo que se proyecta horizontalmente para soportar los auxiliares y están abiertos en un lado, generalmente vertical u horizontal” (Singh, 2009)

4.5.1 Clasificación de brackets:

Los brackets se pueden clasificar de acuerdo a:

a. Material usado para su fabricación:

- Metal
- Plástico
- Policarbonato
- Plástico reforzado con fibra de vidrio
- Poliuretano
- Cerámica
- Titanio
- Zafiro (Singh, 2009)

b. Morfología del bracket:

- Siamés
- Minigemelo
- Aleta única
- Autoligado (Singh, 2009)

c. Tamaño de la ranura del bracket:

- 0,018" x 0,025"
- 0,022" x 0,028" (Singh, 2009)

4.6 BRACKETS CERÁMICOS:

Los brackets cerámicos se introdujeron en la ortodoncia en el año de 1987 como una alternativa estética ante los tradicionales brackets metálicos de acero inoxidable (Bordeaux, Moore, & Bagdy, 1994). En un inicio, desafortunadamente, este tipo de brackets se comercializaron ampliamente sin realizar las respectivas pruebas clínicas; por lo que los ortodoncistas durante la práctica encontraron ciertos inconvenientes.

4.6.1 Desventajas

Los efectos que encontraron fueron:

- El contacto del bracket con el diente opuesto, generaba desgaste del esmalte y lo volvía relativamente más blando. Los estudios afirman que esto ocurre porque la cerámica es el tercer material más duro que se ha encontrado (Bishara S. , Ceramic brackets and the need to develop national standars, 2000).
- Dado que el óxido de aluminio es mucho más duro que el acero inoxidable, el slot o ranura del bracket de cerámica mostraba un desgaste mínimo ante los movimientos biomecánicos. Sin embargo, los desgastes se presentaban en los arcos metálicos más suaves y aumentaban la fricción (Bishara S. , Ceramic brackets and the need to develop national standars, 2000).
- Los brackets de cerámica presentaban un mayor riesgo de fractura que los brackets metálicos cuando se aplicaban fuerzas ortodónticas sobre

ellos. Como resultado, las tensiones introducidas por las ligaduras, la activación de los arcos, las fuerzas de masticación y de oclusión, y las fuerzas aplicadas durante la remoción de los brackets creaban grietas y desgaste en los brackets cerámicos e iniciaban un fracaso (Bishara S. , Ceramic brackets and the need to develop national standars, 2000).

4.6.2 Brackets cerámicos actuales

A medida que los ortodoncistas fueron encontrando todas estas desventajas, las casas comerciales asumieron la responsabilidad de mejorar su producto. En un corto periodo de tiempo, se introdujeron al mercado nuevos y mejores brackets de cerámica que actualmente se usan en tratamientos de ortodoncia (Bishara S. , Ceramic brackets and the need to develop national standars, 2000). Las generaciones más recientes de brackets de cerámica ofrecen excelentes propiedades ópticas y un atractivo estético sin disminuir sus compromisos funcionales. Los brackets cerámicos actuales son duraderos, permiten un control adecuado de fuerzas durante largos periodos de tiempo y su riesgo de decoloración es mínimo (Karamouzou, Athanasiou, & Papadopoulos, 1997).

4.6.3 Clasificación de los brackets cerámicos:

Michael L. Swartz es el pionero en estudiar y clasificar los brackets cerámicos; determinando su composición a base de óxido de aluminio y clasificándolos en dos tipos:

- a) **Brackets de óxido de aluminio policristalinos:** se componen de partículas de óxido de aluminio irregulares fusionadas a temperaturas de 1,800°C (Ávalos Espinosa, Katagiri, & Guerrero Ibarra, 2004).
- b) **Brackets de óxido de aluminio monocristalinos:** su proceso de fabricación es más especializado; el óxido de aluminio se funde a temperaturas muy altas de 2,400°C; pero, a diferencia de los policristalinos, su atemperamiento se da en un medio controlado para formar, finalmente, un solo cristal de óxido de aluminio. Con esto, se logra obtener una apariencia de cristal traslúcido (Ávalos Espinosa, Katagiri, & Guerrero Ibarra, 2004).

4.6.4 Clasificación de las bases de brackets cerámicos:

Existen tres tipos de base en los brackets de cerámica; estos son:

- a) Base del bracket con ranuras que forman una traba mecánica para la resina. Estos brackets también pueden tener una base plana cubierta por una capa de silano con orificios para el anclaje mecánico. Esta estructura minimiza los parámetros de retención en comparación con la base de otros brackets

equipados con retención micromecánica y adhesión química (Karamouzos, Athanasiou, & Papadopoulos, 1997) (Liu, Chung, Chang, & Shiehd, 2005).

- b)** Base lisa con un recubrimiento químico para mejorar la adhesión. Se utiliza al silano como un agente de unión y como mediador químico entre la resina adhesiva y la base del bracket cerámico, debido a la composición inerte que posee el óxido de aluminio. Los fabricantes de este tipo de brackets afirman que generan una fuerza adhesiva superior si se los compara con los brackets que ofrecen retención mecánica (Karamouzos, Athanasiou, & Papadopoulos, 1997) (Liu, Chung, Chang, & Shiehd, 2005).
- c)** Combinación de los dos tipos anteriores.

4.6.5 Brackets Clarity:

Dentro de los brackets de cerámica, la casa comercial 3M se destaca con los brackets Clarity estándar. Este tipo de bracket pertenece a la tercera generación de los brackets cerámicos y se lo lanzó al mercado en 1997. Es un bracket compuesto de óxido de aluminio policristalino y de retención mecánica (Bishara S. , Olsen, VonWald, & Jakobsen, 1999).

Además, el bracket Clarity posee un slot o ranura revestido de metal para minimizar la fricción entre la cerámica y el arco metálico; y para fortalecer al bracket, permitiendo que resista a las fuerzas de torsión en ortodoncia. Este tipo de bracket, también incorpora un slot vertical diseñado para ayudar a crear un tipo de bracket resistente a la fractura durante la descementación de brackets. (Theodorakopoulou,

Lionel Sadowsky, Orth, Jacobson, & Lacefield, 2004). Además, estos brackets presentan otra ventaja, la cual afirma que se los puede descementar con las mismas pinzas que se utilizan para los brackets metálicos (Liu, Chung, Chang, & Shiehd, 2005) (Bishara S. , Olsen, VonWald, & Jakobsen, 1999).

4.7 BRACKETS APC (Adhesive Precoated Brackets):

Los brackets APC son dispositivos ortodónticos que vienen precubiertos con el sistema adhesivo en sus bases. Se los introdujo en el mercado odontológico en el año 1991 con el fin de reducir los pasos y el tiempo en el procedimiento adhesivo de los brackets; y a su vez disminuyendo las variables que pueden interferir en la adhesión. (Hirani & Sherriff, 2006).

Los brackets APC vienen empaquetados en unas cápsulas individuales para facilitar la identificación y ubicación de cada uno en boca. Además, el que vengan almacenados individual y herméticamente permite que haya un mejor control de infección y bioseguridad (Hirani S. B., 2005).

Los fabricantes aseguran que debajo de cada bracket está la cantidad y la consistencia necesaria de composite o sistema adhesivo. Al momento de posicionar el bracket, cualquier exceso de resina se expulsa por los bordes del bracket con una consistencia espesa; de tal manera que se identifique fácilmente y se pueda eliminar sin alterar la posición del bracket. A diferencia de las resinas de autocurado o curado químico, el sistema APC proporciona prácticamente un tiempo de posicionamiento

ilimitado, ya que el sistema adhesivo no se activa hasta que empiece la fotocuración (Hirani S. B., 2005).

4.7.1 Ventajas de los brackets APC:

Al llevar un mejor control en los brackets APC y su sistema adhesivo, hay autores que afirman que lograr una buena adhesión es más fiable, y a su vez, se reduce la probabilidad de falla adhesiva. Cooper et al. en 1992 enumeró las ventajas de los brackets APC sobre los demás sistemas:

- 1) Cantidad y calidad del sistema adhesivo constante y uniforme
- 2) Fácil limpieza después de la colocación del bracket
- 3) Reducción de residuos durante la cementación del bracket
- 4) Aumento de asepsis
- 5) Mejor control de inventario (Sunna & Rock, 2000) (Verstrynge, Ghesquiere, & Willems, 2004)

4.7.2 Características del composite resinoso en los brackets APC:

El composite resinoso que se usa en los brackets APC, únicamente altera la viscosidad del sistema adhesivo original. Existen brackets APC con mayor y otros con menor viscosidad; y su uso ya depende de la comodidad del ortodoncista. Por un lado, los brackets APC con más viscosidad (menos fluido), tienen como objetivo mejorar la adhesión entre la base del bracket y la superficie del esmalte durante las fases iniciales de la cementación (Hassan, 2010). Además, se aumenta la viscosidad para asegurar que el sistema adhesivo mantenga su forma y no se separe del

bracket al momento de sacarlo del empaque (Vicente & Bravo, Shear Bond Strength of Precoated and Uncoated Brackets Using a Self-etching Primer, 2007). Por otro lado, también existen brackets APC con menor viscosidad (más fluidez); con el objetivo que el sistema adhesivo fluya de manera más uniforme sobre la superficie del diente y se integre de manera más completa en las ranuras presentes en la base del bracket para mejorar la retención mecánica (Hirani S. B., 2005). En el caso de los fabricantes 3M, el composite usado en los brackets APC es una versión más viscosa de la resina Transbond XT. La diferencia del sistema adhesivo convencional y el sistema adhesivo APC es únicamente el porcentaje de varios ingredientes y no su composición química. La resina Transbond XT contiene 14% de Bis GMA, 9% de Bis EMA y 77% de relleno (cuarzo sililado y sílica submicrométrica). En cambio, los porcentajes para el sistema adhesivo APC es 12%, 8% y 80%, respectivamente (Cacciafesta, Sfordrini, & Scribante, Plasma arc versus halogen lighth-curing of adhesive-precoated orthodontic brackets: A 12 month clinical study of bond failures, 2004).

4.7.3 Brackets Clarity APC Plus:

Dentro de este tipo de brackets, uno de los más destacados y más utilizados son los brackets Clarity APC Plus de la casa comercial 3M. El sistema adhesivo en estos brackets es de color rosa. De esta manera, se facilita el posicionamiento del bracket y es más efectiva la eliminación del excedente por la diferencia de color. El

adhesivo cambia de color después de fotopolimerizar (Folleto APC Plus, 2003) (Brennan, Soo, & James, 2005).

Además, los brackets Clarity APC Plus tienen mayor tolerancia a la humedad, ya que poseen incorporado monómeros hidrofílicos; y a su vez, también generan una liberación de flúor. Otra ventaja de este tipo de brackets es que vienen termosellados de manera unitaria en unos blisters para preservarlos y aislarlos de la luz. De esta manera, asegura la vida y aumenta la estabilidad del adhesivo. Este tipo de empaquetamiento, también asegura al clínico y al paciente que el bracket no ha sido previamente manipulado, ni utilizado (Brennan, Soo, & James, 2005) (Folleto APC Plus, 2003).

4.8 FUERZAS EN ORTODONCIA:

Los movimientos ortodóncicos ocurren mediante fuerzas. A la fuerza se la define como la acción de un cuerpo sobre otro que trata de cambiar su estado de reposo o movimiento y deformarlo. Sin embargo, la fuerza se representa de manera vectorial, ya que posee una magnitud, dirección y sentido (Salazar, 2001).

4.8.1 Tipos de fuerza:

Dentro del área de ortodoncia, existen dos tipos de fuerzas:

- Simples:
 - Tracción
 - Compresión

- Tensión
- Cizallamiento
- Complejas:
 - Torsión (Ramos, 2010)

4.8.1.1 Fuerzas simples:

a. Fuerza por tracción o tensión:

Esta fuerza es provocada por una carga que tiende a estirar, alargar a un cuerpo o cambiarlo de posición. Esta fuerza siempre va acompañada de una deformación de tracción. Sin embargo, esta fuerza de tracción puede ocurrir cuando las estructuras están flexionadas (Anusavice, 2004). Para que ocurra este estiramiento, aumento de longitud o tracción del cuerpo deben existir dos fuerzas de igual dirección, pero de sentido contrario (Macchi, 2000).

En la biomecánica de la ortodoncia, las fuerzas de tensión que se aplican sobre los dientes, logran estirar las fibras periodontales, logrando una remodelación del hueso alveolar. Por sus buenos resultados, este tipo de fuerza es aplicada en casi todos los movimientos ortodóncicos (Fuentes, 2002).

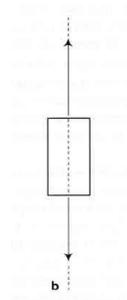


Figura 16 Esquema fuerza de tracción (Macchi, 2000)

b. Fuerza por compresión

Es la resistencia interna que posee un cuerpo ante una carga que tiende a comprimirlo o acortarlo (Anusavice, 2004). Dentro del cuerpo se producen tensiones compresivas, las cuales ocurren como resultado ante dos fuerzas de igual dirección sobre una misma recta, pero en sentido contrario (Macchi, 2000).

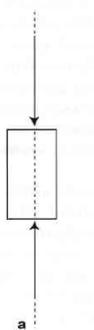


Figura 17 Esquema fuerza de compresión (Macchi, 2000)

c. Fuerza por cizallamiento

Esta fuerza es inducida por la aplicación de fuerzas de sentido contrario, pero estas no actúan en la misma dirección, sino en direcciones próximas y paralelas. El resultado de este tipo de fuerza, genera el desplazamiento de un sector del cuerpo con respecto del otro, es decir, se provoca un corte (Macchi, 2000).

En la biomecánica ortodóncica, la fuerza de cizallamiento es aplicada a los dientes, mediante dos fuerzas de compresión. El objetivo de este tipo de fuerza es desplazar el cuerpo en sentido vertical, es decir, el desplazamiento del diente en sentido de su eje axial. Con esto, se genera una remodelación en la estructura alveolar y periodontal (Fuentes, 2002).

Dentro de los movimientos ortodónticos, la fuerza de cizallamiento es aplicada para generar extrusión e intrusión de las piezas dentales. Sin embargo, donde más actúa la fuerza de cizallamiento es durante la función masticatoria sobre los brackets; generando muchas veces su descementación (Fuentes, 2002).

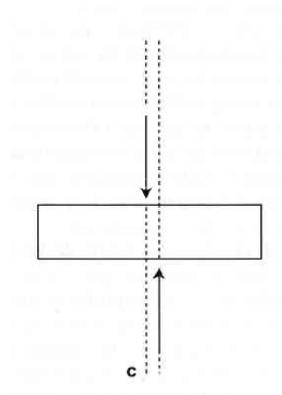


Figura 18 Esquema fuerza de cizallamiento (Macchi, 2000)

4.8.1.2 Fuerzas complejas:

a. Fuerza por torsión

El objetivo de este tipo de fuerza es girar a un cuerpo, tratando de modificar su forma o girar parcial o totalmente sobre un punto fijo. En la biomecánica de la ortodoncia, la fuerza por torsión interviene en los movimientos de rotación. Esta fuerza sobre los dientes genera que cambien su posición, que giren sobre su propio eje y se altere la disposición de las fibras periodontales y del hueso alveolar (Fuentes, 2002).

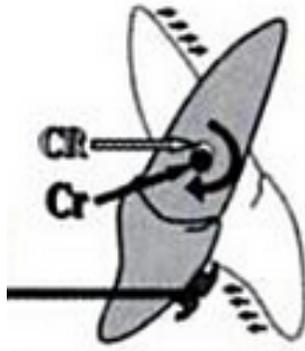


Figura 19 Esquema fuerza de torsión (Uribe Restrepo, 2010)

5 MATERIALES Y MÉTODOS:

5.1 Tipo de estudio:

- Es un estudio experimental in vitro, comparativo y descriptivo.
- Es un estudio comparativo, ya que el objetivo del mismo es comparar la fuerza adhesiva de dos tipos de brackets.
- Es un estudio descriptivo, porque expone el evento experimental, enumerando detalladamente sus características; y además, responde a las preguntas cómo, qué y cuántos.

5.2 Muestra:

- Se usaron 45 dientes primeros premolares inferiores.

5.3 Criterios de Inclusión:

- Dientes intactos, sin caries
- Dientes sin blanqueamiento previo
- Dientes sin brackets cementados previamente
- Dientes sin ningún tipo de restauraciones

5.4 Criterios de exclusión:

- Dientes endodonciados
- Dientes con blanqueamiento

- Dientes con restauraciones en cara vestibular

5.5 MATERIALES:

- 23 primeros premolares inferiores derechos
- 22 primeros premolares inferiores izquierdos
- 13 brackets Clarity estándar MBT slot 0,022 (3M) para primeros premolares inferiores derechos
- 12 brackets Clarity estándar MBT slot 0,022 (3M) para primeros premolares inferiores izquierdos
- 10 brackets Clarity APC Plus MBT slot 0,022 (3M) para primeros premolares inferiores derechos
- 10 brackets Clarity APC Plus MBT slot 0,022 (3M) para primeros premolares inferiores izquierdos
- Máquina MTS (fuerzas universales)
- Acrílico
- Cubos metálicos de 2 x 2 cm cada cubo
- 45 cepillos profilácticos
- Piedra pómez
- Clorexhidina
- Micromotor (NSK)
- Ácido Fosfórico al 35% Scotchbond™ 3M ESPE
- Primer adhesivo Transbond™ XT (3M Unitek)
- Resina de fotocurado Transbond™ XT (3M Unitek)

- Lámpara de polimerización VALO Cordless (Ultradent)
- Microbrush (3M)
- Explorador
- Pinza para colocar brackets (ORMCO)
- Posicionador de brackets (ORMCO)
- Calibrado digital (TRUPER)



Fotografía 1 Materiales utilizados

5.6 METODOLOGÍA:

La investigación se realizó en tres fases:

FASE I: Selección de dientes y preparación de muestras

FASE II: Adhesión de los dos tipos de brackets a la superficie del esmalte dental

FASE III: Prueba de cizallamiento

5.6.1 FASE I: Selección de dientes y preparación de muestras

Para este estudio, se emplearon 45 dientes de humanos, siendo seleccionados todos primeros premolares inferiores. Dichos dientes fueron extraídos en diferentes consultorios odontológicos de la ciudad de Quito, con fines ortodóncicos. Una vez extraídos, se lavaron los dientes con agua a chorro para remover impurezas y el tejido periodontal remanente. Después, se limpiaron las superficies vestibulares con pasta de piedra pómez con clorexhidina; aplicada en cepillos profilácticos en la pieza de mano de baja velocidad para eliminar la placa bacteriana persistente pos-extracción. Inmediatamente después de esos procedimientos, se depositaron los dientes en solución fisiológica, para evitar su deshidratación. Se los mantuvo almacenados a temperatura ambiente hasta que se realizó la cementación de los brackets.

Los dientes seleccionados pasaron por una revisión minuciosa, cumpliendo los criterios de inclusión y exclusión. Este parámetro se cumplió, ya que, cualquiera de los materiales nombrados previamente en los criterios puede disminuir o afectar a la adhesión sobre esmalte.

Una vez seleccionados los 45 dientes, se los dividió en frascos, de acuerdo a su origen izquierdo o derecho.



Fotografía 2 Almacenamiento de dientes

Después, se colocó a cada uno de ellos sobre una base de acrílico de 2 cm x 2 cm. Para obtener estas bases de acrílico se fabricaron, con la ayuda de un cerrajero, cubos de acero inoxidable de 2 cm x 2 cm. Al colocar los dientes en acrílico, se logró mantener la superficie vestibular de las piezas dentales perpendicular a la base de los cubos y, además, se cumplió con los requisitos para poder colocarlos en la máquina MTS y realizar la prueba de cizallamiento. De esta manera, al cementar los brackets en la cara vestibular, la fuerza va a incidir paralelamente al eje axial del diente. Una vez polimerizado el acrílico, se numeró con un marcador permanente cada cubo con su respectivo diente.



Fotografía 3 Cubos de acero inoxidable



Fotografía 4 Materiales para elaborar base del diente



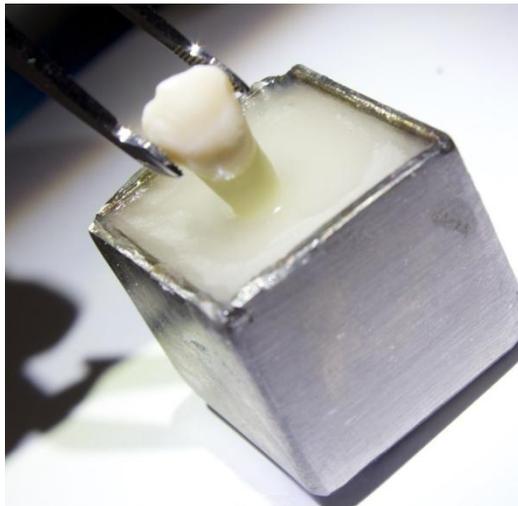
Fotografía 5 Acrílico (polvo + líquido)



Fotografía 6 Mezcla de acrílico



Fotografía 7 Colocación de acrílico en el cubo metálico



Fotografía 8 Introducción de premolar en acrílico



Fotografía 9 Fase terminal de base acrílica



Fotografía 10 Vista frontal de 20 primeros premolares inferiores



Fotografía 11 Vista lateral de 20 primeros premolares inferiores

Las 45 muestras se dividieron en 3 grupos de la siguiente manera:

1. Grupo de control: conformado por 5 dientes
 - a. 2 primeros premolares inferiores izquierdos
 - b. 3 primeros premolares inferiores derechos
2. Grupo Clarity estándar: conformado por 20 dientes
 - a. 10 primeros premolares inferiores izquierdos
 - b. 10 primeros premolares inferiores derechos
3. Grupo Clarity APC PLUS: conformado por 20 dientes
 - a. 10 primeros premolares inferiores izquierdos
 - b. 10 primeros premolares inferiores derechos

5.6.2 FASE II: Adhesión de los dos tipos de brackets a la superficie del esmalte dental

Para la adhesión de los brackets sobre esmalte se realizaron las indicaciones y recomendaciones del fabricante 3M.

5.6.2.1 Adhesión brackets grupo de control:

- Se realizó una profilaxis con piedra pómez y agua. No se usaron sustancias con aceite o flúor porque pueden interferir con el grabado.



Fotografía 12 Profilaxis (grupo control)

- Se lavó con agua a chorro la superficie dental y se secó con aire a presión, libre de aceite y agua.
- Se colocó ácido fosfórico al 35% (Scotchbond™ 3M ESPE) directamente en la superficie del esmalte por 15 segundos.



Fotografía 13 Grabado ácido (grupo control)

- Se lavó la superficie grabada por 15 segundos y se procedió al secado; libre de agua y aceite para proceder a la adhesión.



Fotografía 14 Lavado del ácido fosfórico (grupo control)

- Se colocó una pequeña cantidad de pasta adhesiva o resina Transbond™ XT (3M Unitek) en la base del bracket.



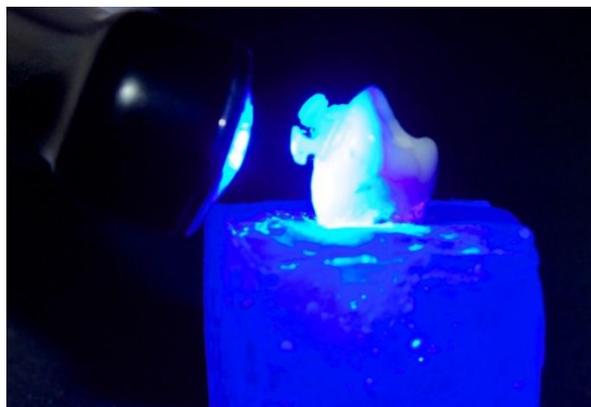
Fotografía 15 Aplicación resina en base del bracket (grupo control)

- Se colocó el bracket suavemente en la superficie vestibular del diente con un posicionador de brackets a 4 mm medido desde la cara oclusal, en el centro de la cara bucal del primer premolar inferior. Se ajustó el bracket en su posición final y se presionó firmemente para asentar el bracket.

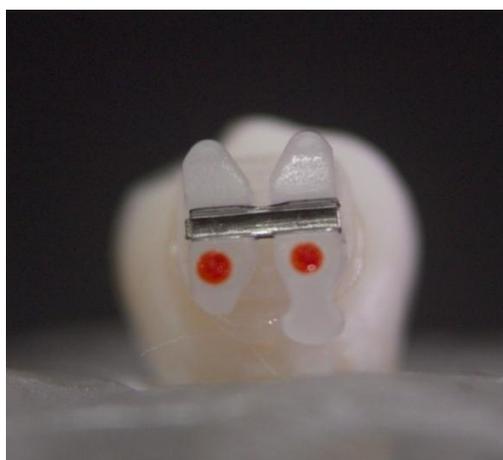


Fotografía 16 Colocación del bracket a 4 mm (grupo control)

- Con un explorador, se retiró suavemente el exceso de resina alrededor de la base del bracket, sin removerlo.
- Con luz halógena de la lámpara VALO cordless, se polimerizó perpendicularmente a una distancia de 2-3 mm por 20 segundos. Esta lámpara, según su fabricante tiene una intensidad de onda de 1000 mw/cm².



Fotografía 17 Fotocurado (grupo control)



Fotografía 18 Bracket adherido (grupo control)

En este grupo de control, se usaron los brackets Clarity estándar (3M). Además, de manera intencional no se colocó el primer o adhesivo, ya que esta pequeña muestra de 5 piezas dentales solo se usaron con el fin de comprobar que la máquina funcione adecuadamente.

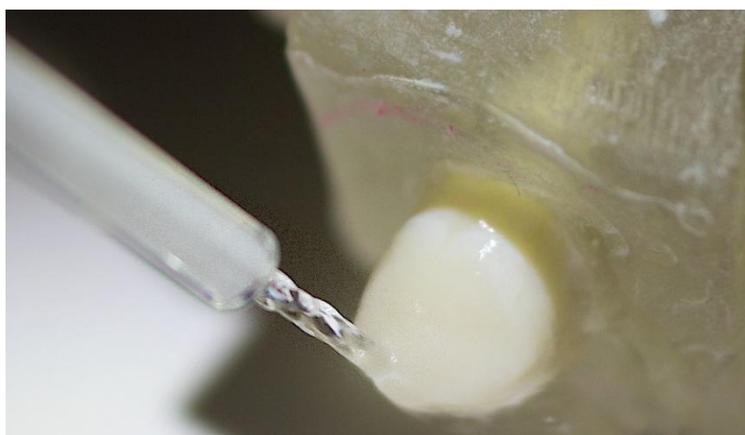
5.6.2.2 Adhesión brackets Clarity estándar:

- Se realizó una profilaxis con piedra pómez y agua. No se usaron sustancias con aceite o flúor porque pueden interferir con el grabado.



Fotografía 19 Profilaxis (grupo estándar)

- Se lavó con agua a chorro la superficie dental y se secó con aire a presión, libre de aceite y agua.



Fotografía 20 Eliminación de piedra pómez (grupo estándar)

- Se colocó ácido fosfórico al 35% (Scotchbond™ 3M ESPE) directamente en la superficie del esmalte por 15 segundos.



Fotografía 21 Colocación de ácido fosfórico (grupo estándar)

- Se lavó la superficie grabada por 15 segundos y se procedió al secado; libre de agua y aceite para proceder a la adhesión.



Fotografía 22 Lavado de ácido fosfórico (grupo estándar)

- Se aplicó una fina capa uniforme de imprimador o primer Transbond™ XT (3M Unitek) en la superficie vestibular del diente con un microbrush y se fotocuró

por 20 segundos con la lámpara VALO cordless de la casa comercial Ultradent.



Fotografía 23 Aplicación de primer adhesivo (grupo estándar)



Fotografía 24 Fotocuración de primer (grupo estándar)

- Se colocó una pequeña cantidad de pasta adhesiva o resina Transbond™ XT (3M Unitek) en la base del bracket.



Fotografía 25 Resina en la base del bracket (grupo estándar)

- Se colocó el bracket suavemente en la superficie vestibular del diente con un posicionador de brackets a 4 mm medido desde la cara oclusal en el centro de la cara bucal del primer premolar inferior. Se ajustó el bracket en su posición final y se presionó firmemente para asentar el bracket.



Fotografía 26 Colocación bracket (grupo estándar)



Fotografía 27 Distancia 4 mm (grupo estándar)

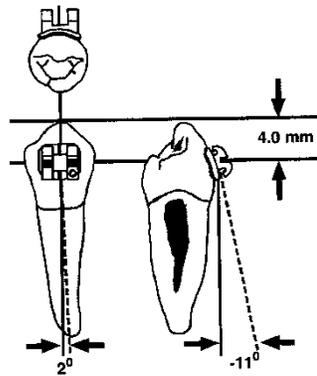


Figura 20 Distancia de colocación de un bracket en un primero premolar inferior

- Se retiró suavemente el exceso de resina alrededor de la base del bracket con un explorador, sin removerlo.

- Con luz halógena de la lámpara VALO cordless, se polimerizó perpendicularmente a una distancia de 2-3 mm por 20 segundos. Esta lámpara, según su fabricante tiene una intensidad de onda de 1000 mw/cm^2 .



Fotografía 28 Fotocurado de resina (grupo estándar)



Fotografía 29 Brackets cementados (grupo estándar)

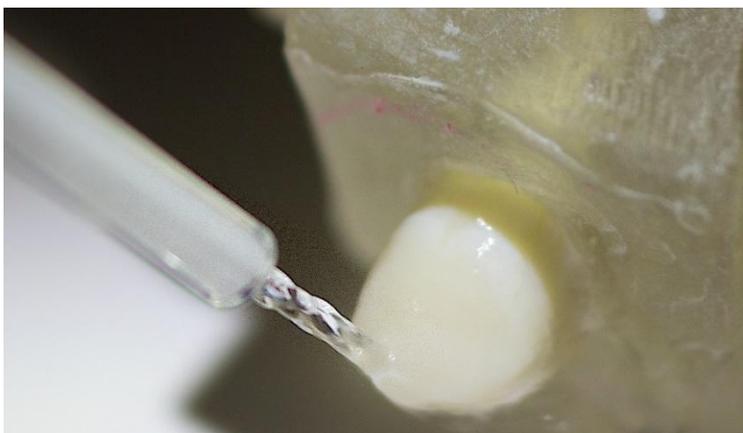
5.6.2.3 Adhesión brackets APC Plus:

- Se realizó una profilaxis con piedra pómez y agua. No se usaron sustancias con aceite o flúor porque pueden interferir con el grabado.



Fotografía 30 Profilaxis (grupo APC)

- Se lavó con agua a chorro la superficie dental y se secó con aire a presión, libre de aceite y agua.



Fotografía 31 Eliminación piedra pómez (grupo APC)

- Se colocó ácido fosfórico al 35% (Scotchbond™ 3M ESPE) directamente en la superficie del esmalte por 15 segundos.



Fotografía 32 Aplicación de ácido fosfórico (grupo APC)

- Se lavó la superficie grabada por 15 segundos y se procedió al secado; libre de agua y aceite para proceder a la adhesión.



Fotografía 33 Lavado ácido fosfórico (grupo APC)

- Se aplicó una fina capa uniforme de imprimador o primer Transbond™ XT (3M Unitek) en la superficie vestibular del diente con un microbrush y se fotocuró por 20 segundos con la lámpara VALO cordless de la casa comercial Ultradent.

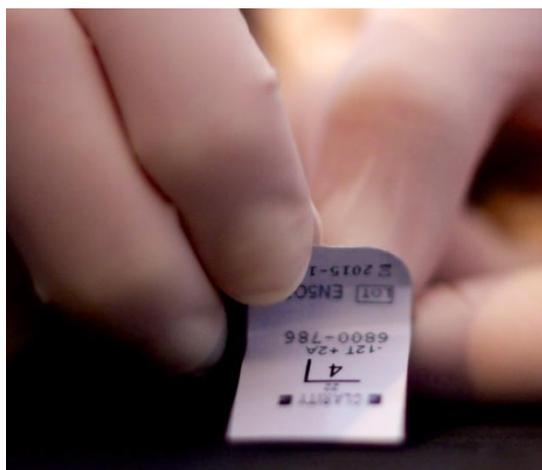


Fotografía 34 Aplicación de primer adhesivo (grupo APC)



Fotografía 35 Fotocuración primer adhesivo (grupo APC)

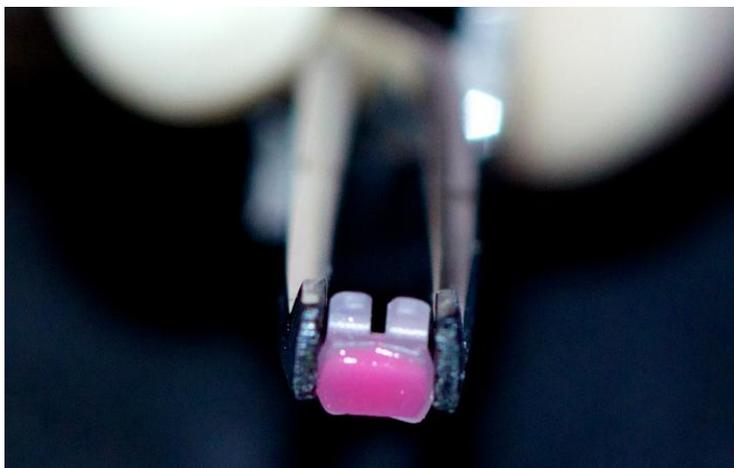
- Para evitar que la resina se polimerice prematuramente y se desvanezca el color rosa del bracket APC Plus, no se abrió el blíster hasta que no estuvo listo el diente para colocar el bracket; ya que los paquetes no se pueden volver a cerrar.
- Se desprendió la lengüeta del bracket APC Plus para primeros premolares inferiores, se sujetó el bracket en sentido mesial-distal con un instrumento para colocar brackets y se lo retiró rápidamente con un movimiento recto y hacia arriba.



Fotografía 36 Apertura de blíster (grupo APC)



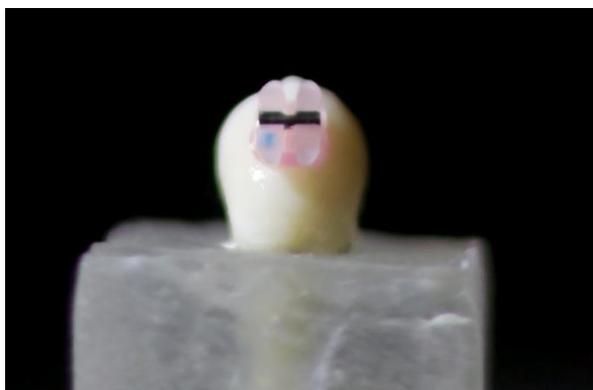
Fotografía 37 Bracket nuevo/ resina sin polimerizar (grupo APC)



Fotografía 38 Resina rosada (grupo APC)

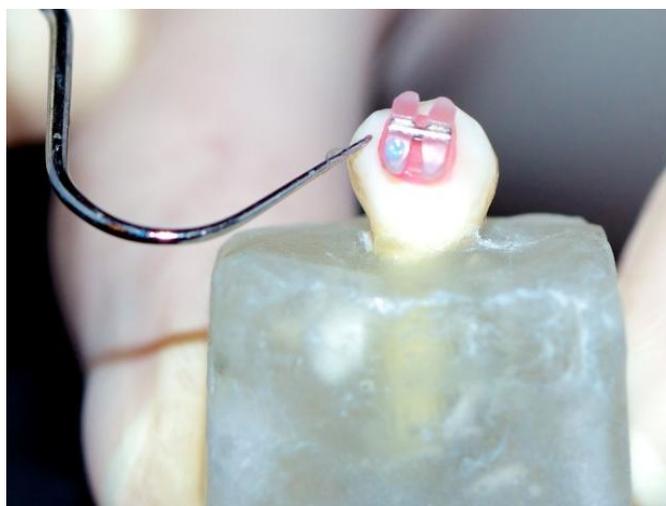
- Se colocó el bracket directamente sobre la superficie del esmalte dental, ya que el bracket está orientado en el blíster para facilitar su colocación. Se

colocó el bracket con un posicionador de brackets a 4 mm medido desde la cara oclusal en el centro de la cara bucal del primer premolar inferior. Se ajustó el bracket en su posición final y se presionó firmemente para asentar el bracket.



Fotografía 39 Bracket posicionado + resina sin fotopolimerizar (grupo APC)

- Con un explorador se retiró el exceso de resina rosa alrededor de la base del bracket con cuidado de no dañar el bracket, ni removerlo.

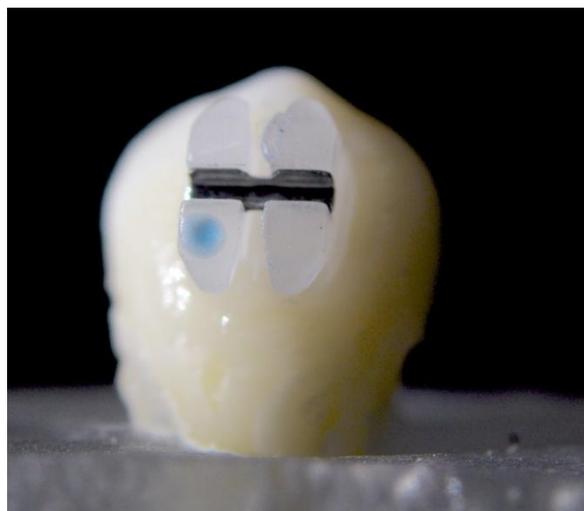


Fotografía 40 Eliminación de excesos (grupo APC)

- Con luz halógena de la lámpara VALO, se polimerizó perpendicularmente a una distancia de 2-3 mm por 20 segundos. Esta lámpara, según su fabricante tiene una intensidad de onda de 1000 mw/cm^2 .



Fotografía 41 **Fotocuración (grupo APC)**



Fotografía 42 **Bracket cementado / cambio de color resina (grupo APC)**

5.6.3 **FASE III: Prueba de cizallamiento**

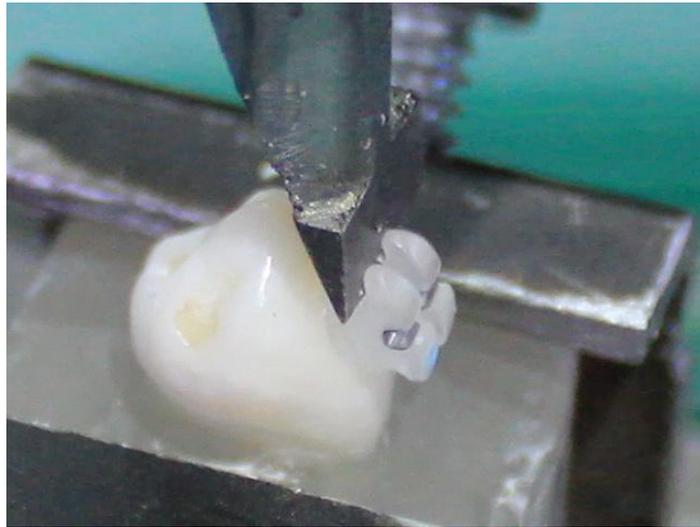
Las pruebas de cizallamiento se realizaron 72 horas después de haber cementado los brackets.

Se llevaron las 45 muestras a la máquina de ensayos o fuerzas universales MTS, facilitada por el laboratorio de resistencia de materiales de la facultad de Ingeniería mecánica de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

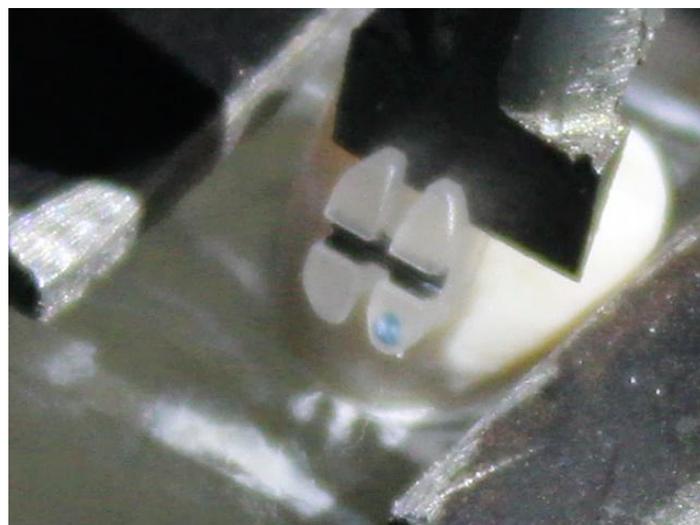


Fotografía 43 Máquina MTS (Universidad ESPE)

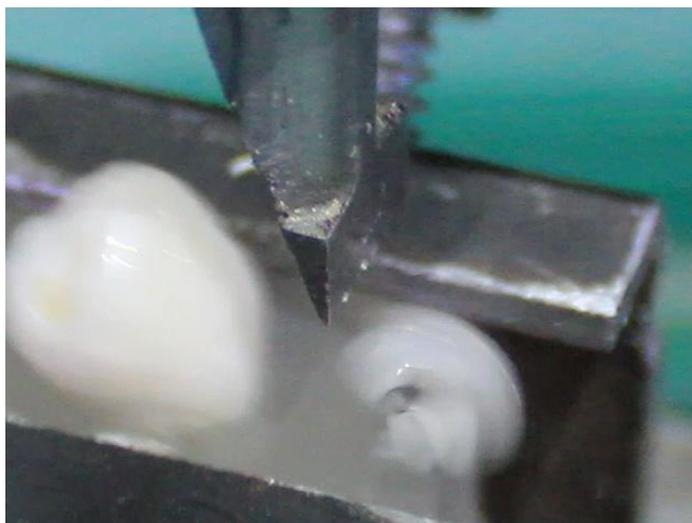
En esta máquina, se realizó la prueba de cizallamiento; la cual consistió en aplicar una fuerza constante con una espada o cuchilla sobre el bracket a una velocidad de 0,5 mm cada 10 segundos. En este experimento, se consiguió que la unión adhesiva bracket-esmalte se corte o se rompa gracias a la fuerza aplicada paralelamente a la interface adhesiva.



Fotografía 44 Prueba de cizallamiento



Fotografía 45 Cuchilla sobre bracket



Fotografía 46 Bracket descementado

Esta fuerza fue registrada en Newtons, pero los resultados fueron transformados a megapascales. Esta conversión fue necesaria para calcular el esfuerzo. El esfuerzo es la fuerza por unidad de área ($\text{N/mm}^2 = \text{MPa}$); siempre y cuando la fuerza aplicada sea perpendicular al área analizada y aplicada en el centro del área para así tener un valor constante que se distribuya uniformemente en el área aplicada (Shigley, 1998). De esta manera, no se tomó únicamente en cuenta la presión ejercida sobre el bracket; sino que, también se incluyó el área de la malla del bracket donde se encuentra el adhesivo o resina.

La fuerza registrada en Newtons también fue transformada a kilogramos fuerza; y a su vez, también se determinó el esfuerzo en estas unidades (kg/mm^2). Se

realizó esto con fines didácticos, ya que es más fácil comprender los resultados en kilogramos, en vez de megapascales.



Fotografía 47 Fuerza registrada en Newtons

La prueba de cizallamiento se realizó por grupos; empezando por las 5 muestras del grupo de control para comprobar el funcionamiento ideal de la máquina MTS. Luego se procedió con las 20 muestras de los brackets Clarity estándar; y por último, con las 20 muestras de los brackets Clarity APC Plus.

Finalmente, se juntaron todos los resultados obtenidos, se los registró en una tabla de Excel y se realizaron las pruebas estadísticas correspondientes al estudio.

6 RESULTADOS:

Los resultados obtenidos fueron en Newtons (N). El Newton es la fuerza necesaria para proporcionar una aceleración de 1 m/s^2 (Shigley, 1998). Fue necesario convertir estos resultados a Megapascuales. Un pascal es la presión que ejerce una fuerza de 1 Newton sobre una superficie de 1 m^2 (Shigley, 1998). Por lo tanto, según el Sistema Internacional de medidas, 1 MPa es igual a $1 \text{ N} / \text{mm}^2$.

El objetivo de este estudio fue comparar la resistencia adhesiva que existe en ambos brackets y no la fuerza que recae sobre un cuerpo. Por lo que, todas las muestras fueron sometidas a una fuerza de cizallamiento por unidad de área (esfuerzo) perpendicular al área analizada (bracket). Por esta razón, se debió transformar los resultados a MPa. Para poder aplicar la fórmula de conversión de unidades, fue necesario calcular el área del bracket, ya que la base del mismo es donde se da la resistencia a la fuerza. La base de los brackets Clarity estándar y Clarity APC Plus es rectangular; por lo que se usó la fórmula para calcular el área de un rectángulo. El área del rectángulo es igual al producto de la longitud de su base por la longitud de su altura (Shigley, 1998). Para obtener las medidas exactas de cada uno de los lados de los brackets, se utilizó un calibrador digital. Las medidas fueron 3,51 mm de ancho y 3,31 mm de altura.

$$A = b \times h$$

$$A = 3,51 \text{ mm} \times 3,31 \text{ mm}$$

$$A = 11,618 \text{ mm}^2$$



Fotografía 48 Medición de base y altura del bracket

Los datos obtenidos y su conversión a MPa están descritos en las siguientes tablas:

Tabla 1 Datos grupo 1 brackets de control (MPa)

GRUPO DE CONTROL	FUERZA (N)	ESFUERZO (MPa)
DIENTE 1	450	38,73
DIENTE 2	363	31,24
DIENTE 3	292	25,13
DIENTE 4	316	27,20
DIENTE 5	395	34,00

Tabla 2 Datos grupo de brackets Clarity Estándar (MPa)

GRUPO CLARITY ESTÁNDAR	FUERZA (N)	ESFUERZO (MPa)
DIENTE 1	355	30,55
DIENTE 2	248	21,34
DIENTE 3	698	60,07
DIENTE 4	408	35,11
DIENTE 5	638	54,91
DIENTE 6	538	46,30
DIENTE 7	265	22,81
DIENTE 8	350	30,12
DIENTE 9	532	45,78
DIENTE 10	341	29,35
DIENTE 11	500	43,03
DIENTE 12	596	51,29
DIENTE 13	261	22,46
DIENTE 14	461	39,67
DIENTE 15	352	30,29
DIENTE 16	623	53,61
DIENTE 17	527	45,35
DIENTE 18	467	40,19
DIENTE 19	580	49,91
DIENTE 20	731	62,91

Tabla 3 Datos grupo brackets Clarity APC Plus (MPa)

CLARITY APC PLUS	FUERZA (N)	ESFUERZO (MPa)
DIENTE 1	223	19,19
DIENTE 2	223	19,19
DIENTE 3	236	20,31
DIENTE 4	254	21,86
DIENTE 5	292	25,13
DIENTE 6	306	26,34
DIENTE 7	318	27,37
DIENTE 8	351	30,21
DIENTE 9	352	30,30
DIENTE 10	355	30,56
DIENTE 11	360	30,99
DIENTE 12	395	34,00
DIENTE 13	413	35,55
DIENTE 14	493	42,43
DIENTE 15	519	44,67
DIENTE 16	525	45,19
DIENTE 17	584	50,27
DIENTE 18	605	52,07
DIENTE 19	646	55,60
DIENTE 20	720	61,97

Los datos obtenidos también se transformaron a kilogramos; e igualmente, se obtuvo el esfuerzo de cada muestra en kg/mm^2 :

Tabla 4 Datos grupo brackets de control (Kg/mm^2)

GRUPO DE CONTROL	FUERZA (N)	KG FUERZA	ESFUERZO (Kg/mm^2)
DIENTE 1	450	45,89	3,95
DIENTE 2	363	37,02	3,19
DIENTE 3	292	29,78	2,56
DIENTE 4	316	32,22	2,77
DIENTE 5	395	40,28	3,47

Tabla 5 Datos grupo brackets Clarity estándar (Kg/mm^2)

GRUPO CLARITY ESTÁNDAR	FUERZA (N)	KG FUERZA	ESFUERZO (Kg/mm^2)
DIENTE 1	355	36,19	3,11
DIENTE 2	248	25,29	2,18
DIENTE 3	698	71,18	6,13
DIENTE 4	408	41,6	3,58
DIENTE 5	638	65,06	5,60
DIENTE 6	538	54,86	4,72
DIENTE 7	265	27,02	2,33
DIENTE 8	350	35,69	3,07
DIENTE 9	532	54,25	4,67
DIENTE 10	341	34,77	2,99
DIENTE 11	500	50,99	4,39
DIENTE 12	596	60,76	5,23
DIENTE 13	261	26,61	2,29
DIENTE 14	461	47,01	4,05
DIENTE 15	352	35,89	3,09
DIENTE 16	623	63,53	5,47
DIENTE 17	527	53,74	4,62
DIENTE 18	467	47,62	4,10
DIENTE 19	580	59,14	5,09
DIENTE 20	731	74,54	6,41

Tabla 6 Datos grupo brackets Clarity APC Plus (Kg/mm²)

GRUPO CLARITY APC PLUS	FUERZA (N)	KG FUERZA	ESFUERZO (Kg/mm²)
DIENTE 1	413	42,11	3,62
DIENTE 2	292	29,78	2,56
DIENTE 3	360	36,71	3,16
DIENTE 4	584	59,55	5,12
DIENTE 5	395	40,28	3,47
DIENTE 6	223	22,74	1,96
DIENTE 7	318	32,43	2,79
DIENTE 8	352	35,89	3,09
DIENTE 9	525	53,54	4,61
DIENTE 10	493	50,27	4,33
DIENTE 11	236	24,07	2,07
DIENTE 12	223	22,74	1,96
DIENTE 13	355	36,19	3,11
DIENTE 14	306	31,2	2,69
DIENTE 15	254	25,9	2,23
DIENTE 16	646	65,87	5,67
DIENTE 17	605	61,69	5,31
DIENTE 18	519	52,92	4,55
DIENTE 19	351	35,79	3,08
DIENTE 20	720	73,42	6,32

6.1 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:

El análisis estadístico utilizado, se lo dividió en dos fases. La primera corresponde a las medidas descriptivas comúnmente aplicadas en el estudio de datos extraídos de una población. Estas son las referentes a las medidas de centralización: media, mediana y la campana de Gauss o prueba del 95% de confianza; y las medidas de dispersión: varianza y desviación estándar.

Análisis de los datos (MPa)

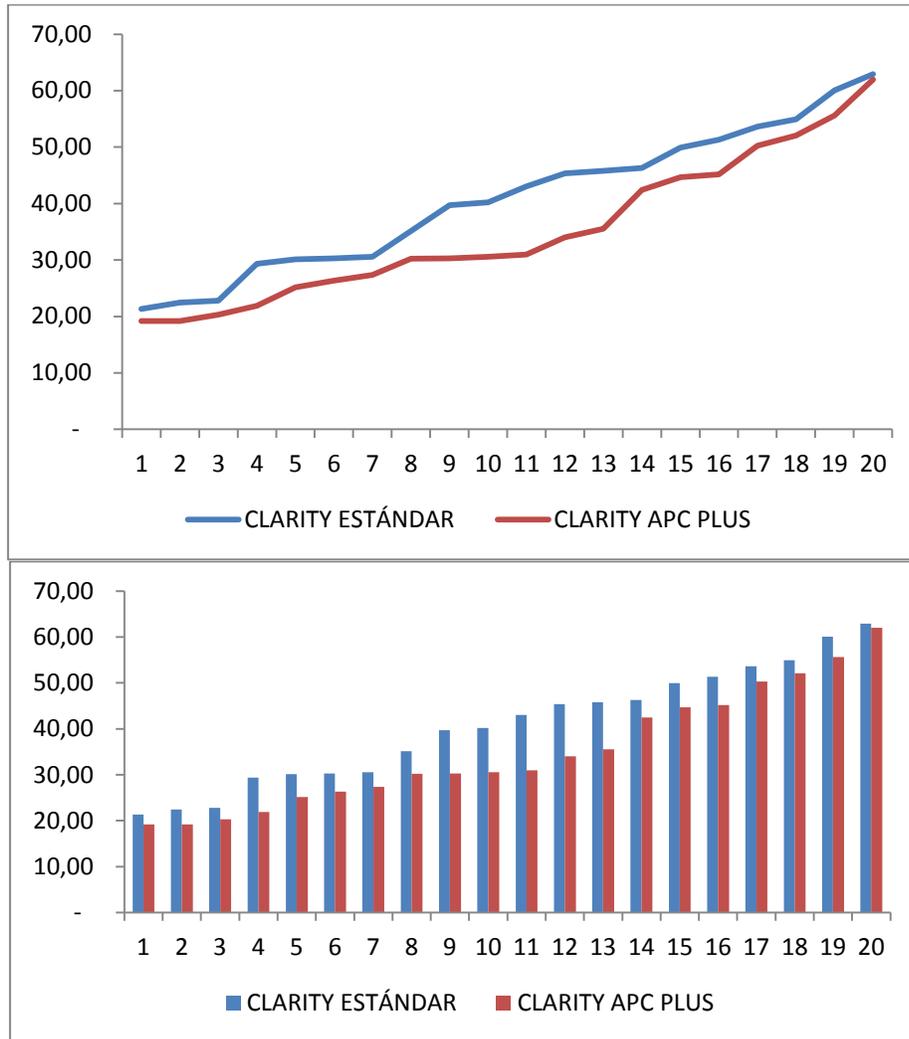


Gráfico 1 Análisis de los datos (MPa)

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Auto

Análisis de los datos (Kg/mm²)

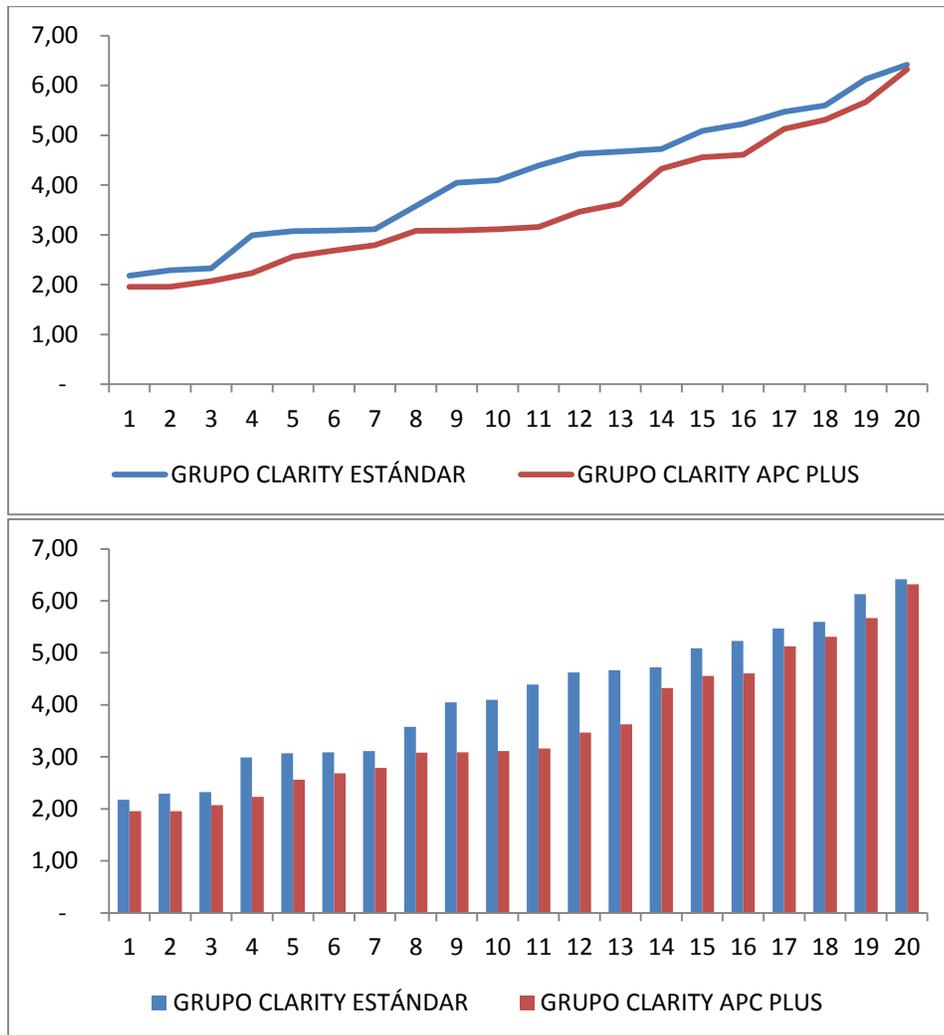


Gráfico 2 Análisis de los datos (Kg/mm²)

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Autor

El análisis de la campana de Gauss es una representación gráfica de una ecuación matemática a una distribución normal y tiene la forma de campana. La campana de Gauss nos permite diferenciar entre pruebas paramétricas y no paramétricas. Las pruebas paramétricas responden a una distribución normal o campana de Gauss, es decir que hay muy pocos resultados en los extremos de la curva y manteniendo una representación simétrica. En cambio, las no paramétricas indican resultados a los extremos de la campana; indicando un comportamiento anormal, ninguna distribución de probabilidad teórica y una representación de campana con sesgo (Moore, 2000).

En nuestro estudio, los resultados fueron paramétricos.

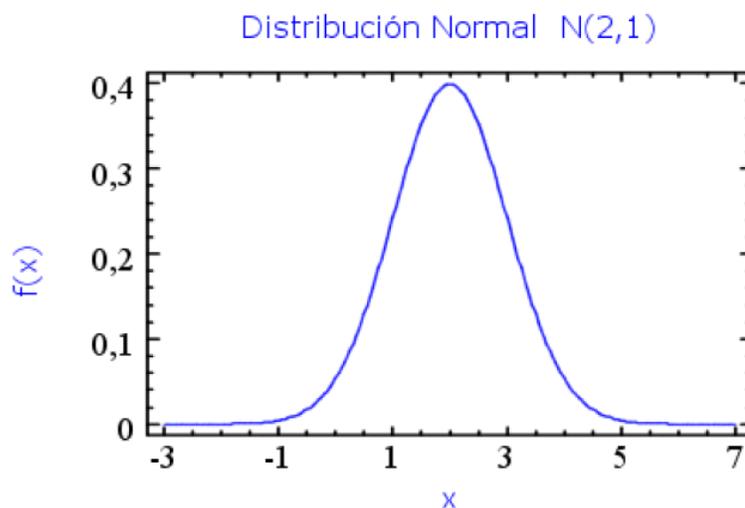


Gráfico 3 **Campana de Gauss**

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Autor

Según la información descriptiva de los datos, podemos decir que en el caso de los brackets Clarity estándar, la media fue de 40,7 MPa o 3,92 Kg/mm², la desviación estándar de 12,63 en los datos MPa y 1,13 en los datos Kg/mm². Por último, el error estándar de 2,82 (MPa) y 0,27 (Kg/mm²).

En cuanto a los brackets Clarity APC Plus, se obtuvo una media de 35,16 MPa o 3,59 Kg/mm², una desviación estándar de 12,83 para los datos en MPa y 1,31 para los datos en Kg/mm². El error estándar es 2,87 (MPa) y 0,29 (Kg/mm²).

Como se puede apreciar en los datos expuestos en términos descriptivos, la diferencia de resultados de ambos tipos de brackets es similar, sin diferencias importantes. De esta manera, se puede intuir que la discrepancias existentes en la fuerza adhesiva de ambos brackets, parte de ciertos factores como la forma de la cara vestibular de los primeros premolares inferiores o la calidad del esmalte dental.

Tabla 7 Descripción de datos (MPa)

Grupo		N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Fuerza MPa	CLARITY ESTÁNDAR	20	40,76	12,63	2,82
	CLARITY APC PLUS	20	35,16	12,83	2,87

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Autor

Tabla 8 Descripción de datos (Kg/mm²)

Grupo		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media
Fuerza Kg	CLARITY ESTÁNDAR	20	3,92	1,13	,27
	CLARITY APC PLUS	20	3,59	1,31	,29

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Autor

Tabla 9 Análisis descriptivo

Análisis Descriptivo		Resultados Estadísticos	Error Estándar
Media		37,96	2,04
95% de confianza	Lower Bound	33,84	
	Upper Bound	42,08	
Median		35,34	
Varianza		166,01	
Desviación Estándar		12,88	
Mínimo		19,19	
Máximo		62,92	
Rago		43,73	
Kurtosis		-1,06	0,73

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Autor

En cambio, la segunda fase corresponde a la aplicación de la inferencia estadística, por lo tanto los datos obtenidos fueron sometidos a la prueba estadística “t” de Student; ya que solo se experimentó con dos variables. Se utilizó el modelo t - student con muestras independientes, ya que este análisis realiza una comparación de medias para saber si existen diferencias significativas entre ambas variables y aceptando la hipótesis nula.

Además, también se procedió a realizar una prueba de normalidad de la muestra, para lo cual se utilizó el test Shapiro-Wilk. Esta prueba fue utilizada, porque el número de muestras era menor a 50. En esta segunda fase, se realizaron ambas pruebas con el objetivo de contrastar las medidas descriptivas de los dos grupos analizados y constatar si presentan una diferencia estadísticamente significativa entre ellos.

Para la interpretación de los datos de la t - student se debe identificar las hipótesis planteadas en el presente trabajo, las mismas que son las siguientes:

$h_0 =$ *No existen diferencias significativas entre las medias*

$h_1 =$ *Existen diferencias significativas entre las medias*

Tabla 10 Prueba de muestras independientes (MPa)

		Levene's Test for Equality of Variances		t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.						Lower	Upper
Equal variances not assumed			1,39	37,99	0,17	5,60	4,03	-2,55	13,75	

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Autor

Tabla 11 Prueba de muestras independientes (Kg/mm²)

		Prueba de Levene para la igualdad de varianzas		Prueba T para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Error típ. de la diferencia	95% Intervalo de confianza para la diferencia	
									Inferior	Superior
Kg	Se han asumido varianzas iguales	,33	,57	,84	36	,404	,34	,40	-,47	1,14
	No se han asumido varianzas iguales			,85	35,94	,400	,34	,39	-,46	1,14

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Autor

Analizando la tabla t - student del presente análisis, se puede apreciar que el valor p o significancia es de 0,97 en los datos en MPa y 0,57 en los datos en Kg/mm². Esta cifra es superior al 0,05 del intervalo de confianza; por lo que podemos decir que no existe evidencia contundente para rechazar la hipótesis nula.

La significancia bilateral también muestra un valor superior al 0,05 por lo que se puede concluir que no existe una diferencia significativa entre la fuerza adhesiva del bracket Clarity estándar y el bracket APC Plus.

La prueba de normalidad de Shapiro – Wilk afirma que si el valor p o significancia es mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula y, además, que la distribución es normal. Para la muestra actual, la prueba de normalidad registra una distribución normal para el grupo de brackets Clarity estándar y el grupo de brackets APC Plus.

$h_0 = \textit{Existe una distribución normal}$

$h_1 = \textit{No existe una distribución normal}$

Tabla 12 Test de normalidad

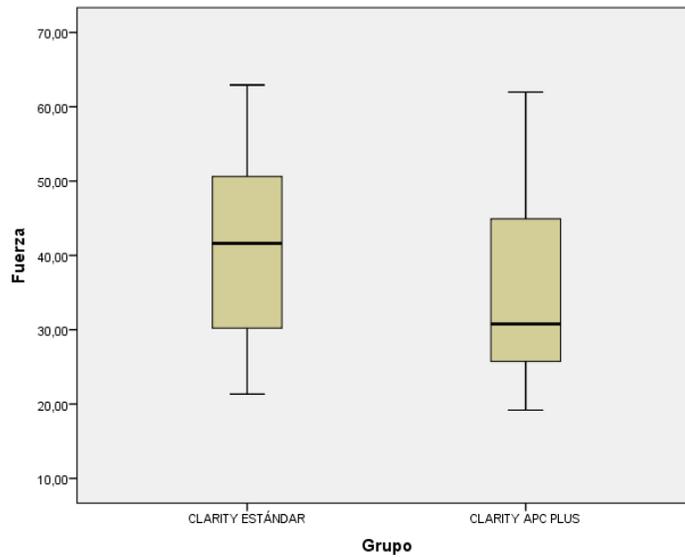
Grupo		Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	Df	Sig.
Fuerza	CLARITY ESTÁNDAR	0,140	20,000	0,200	0,958	20,000	0,496
	CLARITY APC PLUS	0,177	20,000	0,099	0,929	20,000	0,145

Fuente: Análisis de laboratorio

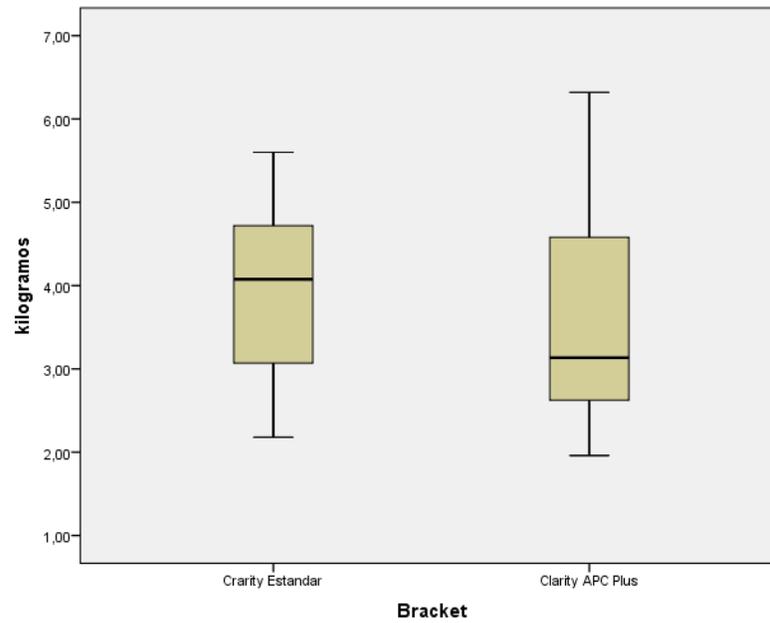
Elaboración: Autor

El análisis Boxplot indica los valores de fuerza adhesiva mínima y máxima. Para los brackets Clarity estándar el esfuerzo máximo es 62,92 MPa o 6,41 Kg/mm² y el esfuerzo mínimo es 21,35 MPa o 2,18 Kg/mm². En cambio, para los brackets Clarity APC Plus, el esfuerzo máximo es 61,97 MPa o 6,32 Kg/mm² y el esfuerzo mínimo es 19,19 MPa o 1,96 Kg/mm².

En el Boxplot, también podemos apreciar que, en el espacio donde están los rectángulos están concentrados la mayoría de los resultados del esfuerzo de los brackets Clarity estándar y Clarity APC Plus. Además, la media para los brackets Clarity estándar es 40,76 MPa o 3,92 Kg/mm²; y la media para los brackets Clarity APC Plus es 35,16 o 3,59 Kg/mm². Con esto, se determina que hay una diferencia de 5,60 entre ambos grupos; pero que no hay una diferencia estadísticamente significativa y, se concluye que, el comportamiento de la fuerza adhesiva es similar en los brackets Clarity estándar y Clarity APC Plus.

BOXPLOT (MPa)**Gráfico 4 Boxplot (MPa)**

Fuente: Análisis de laboratorio
Elaboración: Autor

BOXPLOT (Kg/mm²)**Gráfico 5 Boxplot (Kg/mm²)**

Fuente: Análisis de laboratorio

Elaboración: Autor

7 DISCUSIONES:

Los brackets APC fueron fabricados con el objetivo de facilitar el trabajo; y a su vez, disminuir el tiempo clínico. Esta innovación llamó mucho mi atención, por lo que investigué acerca de ellos para determinar si realmente tienen su costo-beneficio o realmente es puro marketing. Para analizar esta interrogante, se hizo esta comparación in vitro entre los brackets cerámicos comunes y los brackets cerámicos APC.

Los estudios in vitro que analizan la fuerza adhesiva sobre los dientes son útiles y necesarios. Existen varios sistemas adhesivos disponibles para el área ortodóncica; los cuales están en una permanente innovación. Es por esto, que los estudios in vitro se deben realizar permanentemente para comprobar la funcionalidad, éxito o fracaso de estos productos.

Sin embargo, hay que recalcar que los estudios in vitro tienen sus ventajas y sus limitaciones para la evaluación de los sistemas adhesivos. Por un lado, su mayor ventaja es que solamente en un entorno in vitro, se logra obtener las condiciones óptimas y el aislamiento absoluto requerido para la adhesión de brackets. Pero, por otro lado, existen una serie de parámetros con respecto al ambiente oral que no pueden ser reproducidas en esta clase de experimentos. Por ejemplo, en los estudios in vitro no se puede imitar o representar el estrés generado por los arcos ante las fuerzas oclusales, variación del pH o temperatura, ni la existencia de la complejidad de la microflora oral y sus subproductos (Eliades & Brantley, 2000). Sin embargo, hay otros autores como Matasa, quien afirma que la microflora y sus subproductos pueden producir irregularidades substanciales en las propiedades de la

estructura y superficie de los sistemas adhesivos, y, por ende, conllevar a una falla en la unión adhesiva (Matasa, 1995).

En cuanto a la adhesión, el grabar el diente con ácido fosfórico genera microporosidades e irregularidades en la superficie del esmalte, en las que la resina con poca viscosidad puede fluir fácilmente. Esta formación de traba micromecánica se obtiene mediante la resina fotocurada sobre esmalte grabado; y además, es el factor más responsable de la adhesión entre la resina sobre la base del bracket y el esmalte dental (Toledano, Osorio, de Leonardi, Rosales-Leal, Ceballos, & Cabrerizo, 2001). Sin embargo, la colocación del primer también es un paso importante en la adhesión. Para una efectiva unión mecánica al esmalte por parte de los composites de resina convencionales; se requiere que el esmalte se mantenga completamente seco después del grabado ácido, para permitir la penetración del primer acondicionador hidrofóbico y dar una adecuada retención. (Gordan, Vargas, & Cobss, 1997). La contaminación por humedad reduce la fuerza adhesiva y es la principal razón para que ocurra una falla en la adhesión. Para intentar reducir este problema, hubo casas comerciales, como la 3M que lanzó al mercado primers hidrofílicos. Se realizaron varios estudios in vitro con el primer Transbond XT (hidrofóbico) y el Transbond MIP (hidrofílico), pero se llegó a la conclusión que la resina Transbond XT generó una fuerza adhesiva más fuerte con el primer hidrofóbico Transbond XT que con el primer Transbond MIP (Zeppieri, Chung, & Mante, 2003) (Abdelnaby & El Saeid, 2010) (Cacciafesta, Sfondrini, De Angelis, Scribante, & Klersy, 2003). Por último, la polimerización de la resina es un paso muy importante en la adhesión. Una resina no fotocurada puede salirse con facilidad, y

esto no es aceptable clínicamente. Cuando el sistema adhesivo está fotocurado durante el tiempo necesario, no se generará ningún otro tipo de conversión química o física (dureza) y genera una fuerza adhesiva suficiente para mantener el bracket adherido al diente. (Kauppi & Combe, 2003)

Años atrás, existía una gran controversia por el uso de los brackets cerámicos, ya que estos generaban una fuerza adhesiva muy fuerte con la superficie del esmalte. Se ha comprobado que la fuerza adhesiva de los brackets de cerámica es más fuerte que la adhesión de los brackets metálicos (Viazis, Cavanaugh, & Bevis, 1990). De hecho, los ortodoncistas muchas veces experimentan problemas durante la descementación cuando la unión adhesiva es muy dura de romper. Como los brackets cerámicos no tienen la ductilidad del acero inoxidable, se pueden presentar fallas durante la descementación en el mismo bracket o un potencial daño en el esmalte dental. Sin embargo, todo esto depende del tipo de diseño de la base del bracket y su tipo de adhesión a través de un enlace químico o mecánico. Es decir que, esta gran fuerza adhesiva ocurre por la silanización de la base del bracket, la retención mecánica o ambas (Chaconas, Caputo, & Shi-Lin, 2003).

Hay algunos estudios que indican que los brackets cerámicos que poseen una base tratada químicamente con silano, tienen una fuerza adhesiva superior a la de los brackets metálicos; la cual oscila entre los 18.8 y 28.3 MPa (Odegaard & Segner, 1998). Pero en general, se ha reportado que la fuerza adhesiva de los brackets cerámicos es mayor en comparación con los brackets metálicos; ya que la fuerza adhesiva está entre 12.06 y 29 MPa versus 4.90 y 16.67 MPa respectivamente

(Lopez, 1989) (Joseph & Rossouw, 1990) (Britton, Mcinnes, Weinberg, Ledoux, & Retief, 1998). A pesar de que varios autores trataron de reducir la fuerza adhesiva mediante cambios en los adhesivos, los ácidos y el tiempo de grabado; no se encontró ningún método consistente que se pueda aplicar a todos los tipos de brackets cerámicos (Britton, Mcinnes, Weinberg, Ledoux, & Retief, 1998). Cuando se introdujo la segunda generación de brackets cerámicos con base por retención mecánica, se observó que la fuerza adhesiva y el daño al esmalte era significativamente menor que los brackets con base por enlace químico (Forsberg & Hagberg, 1992).

Por las controversias que existían con los brackets cerámicos, se llegó a fabricar una tercera generación de brackets cerámicos, superando a las dos generaciones anteriores y mejorando los inconvenientes que estos presentaban. Estos brackets son plegables o colapsadores, poseen micro-retención y se pueden descementar con la misma técnica que los brackets metálicos (Bishara, Olsen, & Von Wald, 1997). Dentro de esta tercera generación, uno de los brackets más reconocidos son los brackets Clarity (3M Unitek) y los brackets Inspire (Ormco). Ambos brackets logran llegar a un equilibrio entre una fuerza adhesiva suficiente y una técnica de descementación fácil y segura (Liu, Chung, Chang, & Shiehd, 2005). Por ejemplo, los brackets Clarity estándar son uno de los prototipos más famosos de esta tercera generación de brackets cerámicos; ya que tiene un sistema patentado “concentrador de fuerzas” ubicado en la base del bracket. Este sistema consiste en una muesca a lo largo de la base del bracket que se “colapsa” al aplicar una suave presión en las partes mesial y distal del bracket, permitiendo un descementado

predecible y fiable, sin que se presenten problemas (Ajlouni, Bishara, Oonsombat, & Denehy, 2005).

Odegaard and Segner concluyeron que ante una fuerza de cizallamiento, la fuerza adhesiva entre un bracket cerámico policristalino y el sistema adhesivo es más fuerte que la adhesión entre la resina y el esmalte. Se afirma que esto ocurre gracias a la microretención de la malla del bracket y el enlace químico entre el óxido de aluminio y la resina. Por esta razón, al descementar los brackets de cerámica de tercera generación, en la mayoría de los casos, queda poco o nada de resina residual sobre la superficie dental y el bracket no tiende a quebrarse en pedazos. En cambio, en los brackets metálicos ocurre lo contrario, ya que el punto débil de la unión está entre el sistema adhesivo y la superficie retentiva del bracket. Es por esto que, al descementar los brackets metálicos se observa una gran porción de resina residual, afirmando que la unión entre el esmalte y el sistema adhesivo es la más fuerte (Odegaard & Segner, 1998).

Reynolds sugiere que la mínima fuerza adhesiva que se requiere para la mayoría de las necesidades ortodóncicas clínicas es de 5.9 – 7.8 MPa (Reynolds, 1979). Otros estudios sugieren una fuerza adhesiva entre 7.5 y 10 MPa (Fox, McCabe, & Buckley, 1994); pero casi todos los estudios concuerdan que la fuerza mínima que se necesita para mantener adherido el bracket al diente es de 8 MPa; por lo que la fuerza adhesiva debe ser de 8 MPa o mayor (Al-Saleh & El-Mowafy, 2010) (Lopez, 1989). Sin embargo, los sistemas adhesivos disponibles en el mercado, generan fuerzas adhesivas mayores a la fuerza mínima establecida; y los

valores por encima del nivel establecido son considerados aceptables. Los resultados de la fuerza adhesiva en nuestro estudio son mucho mayores a los requeridos, ya que la fuerza adhesiva de los brackets Clarity estándar está entre 21,35 MPa y 62,92 MPa y la de los brackets Clarity APC Plus entre 19,19 y 61,97 MPa. Estos valores concuerdan con lo establecido por Reynolds, quien también refiere que el valor óptimo de un bracket nuevo que es sometido a fuerza para su descementación, debería estar cerca de los 25,5 MPa y tales valores son considerados exitosos. (Egan, Alexander, & Cartwright, 1996).

Si nos referimos a los mismos valores en kilogramos, también se puede determinar que los resultados obtenidos son reales y aceptables. Según la mayoría de estudios, la fuerza mínima debe ser de 8 MPa; lo que equivale a 0,82 kg/mm². Además, según Reynolds, en los estudios in vitro, la fuerza adhesiva que deben soportar los brackets sometidos a una fuerza externa es 2,60 kg/mm². Claramente, se puede determinar que los valores establecidos coinciden con los obtenidos en este estudio, los cuales oscilan entre 1,96 hasta 6,41 kg/mm².

La fuerza masticatoria es la fuerza generada entre ambas arcadas, fundamentalmente producto de la contracción isométrica de los músculos elevadores mandibulares. Gysi y Fick determinaron que la fuerza masticatoria máxima anatómica (FMMA) es de 210 – 400 Kg. La FMMA es la potencia contráctil máxima de los músculos elevadores, la cual se calcula en base a la relación entre la fuerza desarrollada en un músculo, dividida para una unidad de área transversal muscular. Gysi y Fick afirman que 1 cm² de área transversal muscular desarrolla entre 5 y 12

Kg de fuerza (Iturriaga, 2000) (Alfaro, Ángeles, Osorno, Nuñez, & Romero, 2012). Por otro lado, también existe la fuerza masticatoria máxima funcional, la cual corresponde a la contracción voluntaria máxima de ambas arcadas y produce una fuerza entre 60 y 70 Kg (Díaz, 2001) (Alfaro, Ángeles, Osorno, Nuñez, & Romero, 2012). También existe otro tipo de fuerza llamada fuerza habitual de masticación, la cual corresponde a la fuerza interoclusal ejercida durante el proceso masticatorio normal y sus valores fluctúan entre 15 y 20 Kg (Iturriaga, 2000).

En comparación con los resultados obtenidos en este trabajo, se puede afirmar que todas las muestras (diente + bracket cementado) resistieron a fuerzas entre 22,74 Kg y 74,54 Kg; coincidiendo con los valores óptimos para la fuerza masticatoria máxima funcional y la fuerza habitual de masticación.

Durante la experimentación en la máquina de fuerzas universales MTS, se observó que ambos brackets tienen la misma tendencia de comportamiento. Los resultados de la fuerza de cizallamiento en Newtons y kilogramos fuerza fueron muy variables; ya que se obtuvieron cifras entre 200 – 700 N y entre 22,74 – 74,54 kg. Esto se puede dar porque no todas las caras vestibulares de los primeros premolares inferiores tienen la misma anatomía, hay algunas caras más o menos convexas en sentido mesial-distal y/o incisal-cervical. Aunque todos los dientes debían tener superficies impecables, otra razón, sí pudo ser la calidad del esmalte de cada pieza.

El objetivo de este estudio fue comparar la fuerza adhesiva de los brackets Clarity estándar con los brackets Clarity APC Plus frente a una fuerza de cizallamiento. Con la experimentación y los resultados, se obtuvo que no existe una

diferencia estadísticamente significativa entre ambos brackets. Estos resultados concuerdan con varios estudios. Por ejemplo, Bishara, Olsen y Von Wald realizaron una comparación de la fuerza de cizallamiento soportada por los brackets APC y por los brackets normales; concluyendo que los brackets cerámicos APC tienen fuerza adhesiva similar ante el cizallamiento en comparación con los brackets convencionales adheridos con resina Transbond XT. Sin embargo, en este mismo estudio se realizó la misma experimentación, pero con brackets metálicos. En este caso, sí hubo una diferencia estadísticamente significativa, obteniendo una menor fuerza adhesiva en los brackets APC metálicos que en los brackets normales cementados con resina Transbond XT. Bishara et al. afirman que el aumento en la viscosidad del sistema adhesivo APC al unirse con la malla del bracket metálico, disminuye significativamente la fuerza adhesiva entre la malla y el adhesivo; y por ende, al descementar deja un mayor residuo de resina sobre el esmalte dental (Bishara, Olsen, & Von Wald, Comparison of shear bond strength of precoated and uncoated brackets, 2000).

Otros estudios, como el titulado “Resistencia a la prueba de cizalla del sistema APC Plus. Estudio in vitro”, también corrobora que los valores de fuerza adhesiva obtenidos en los dos grupos evaluados (APC Plus y Transbond XT) superan los valores mínimos sugeridos por Reynolds. También, los autores indicaron que no se detectó diferencias estadísticamente significativas entre la fuerza adhesiva proporcionada por los brackets normales con Transbond XT y los brackets APC Plus; concordando con el presente estudio (Vicente & Bravo, Resistencia a la prueba de cizalla del sistema APC Plus. Estudio in vitro., 2005).

Existen estudios que, además de la fuerza adhesiva, también analizan los beneficios clínicos que pueden ofrecer los brackets APC. Por un lado, Wong realizó un estudio in vivo y determinó que ni los brackets APC ni los brackets normales tienen beneficios clínicos uno sobre otro en términos de fuerza adhesiva en los primeros seis meses de tratamiento. Además, se concluyó que la adhesión de los brackets APC no se realiza en un tiempo significativamente menor que la de los brackets convencionales (Wong & Power, 2003). Por otro lado, también otros autores realizaron estudios similares, como Verstrynge et al., quien realizó una comparación clínica del sistema adhesivo de los brackets cerámicos APC y brackets normales con Transbond XT. Aquí, se determinó que no fue posible demostrar ninguna diferencia estadísticamente significativa entre los brackets cerámicos APC y los brackets cerámicos estándar con Transbond XT, en relación con la fuerza adhesiva de un bracket cerámico al esmalte dental (Verstrynge, Ghesquiere, & Willems, 2004).

Otros estudios, en cambio, afirman que los brackets APC sí tienen un beneficio en cuanto al manejo clínico. Hassan, en su estudio in vivo, determinó que la fuerza adhesiva de los brackets APC combinados con un sistema adhesivo normal o con un sistema adhesivo SEP (Self-etching primer) es similar a la fuerza adhesiva generada por un bracket convencional. Estos datos apoyan el uso de los brackets APC como una alternativa ante los brackets convencionales, porque su adhesión al diente requiere menos pasos clínicos, y al mismo tiempo, tienen una fuerza adhesiva similar entre ellos (Hassan, 2010). En comparación con mi estudio, concuerdo más con los resultados obtenidos por Wong y Power y por Verstrynge et al., ya que no

hay una disminución significativa de tiempo de trabajo con los brackets APC; sino únicamente una fuerza adhesiva similar entre ambos tipos de brackets.

8 CONCLUSIONES:

1. La hipótesis no fue comprobada, ya que los brackets Clarity APC Plus no tienen una mayor fuerza adhesiva que los brackets Clarity estándar frente a la fuerza de cizallamiento.
2. Los brackets Clarity APC Plus y Clarity estándar tienen una fuerza adhesiva similar ante una fuerza de cizallamiento; por ende, no tienen diferencias estadísticamente significativas.
3. La fuerza adhesiva en los brackets Clarity estándar y Clarity APC Plus es más fuerte entre el adhesivo y el bracket; por lo que, al aplicar la fuerza de cizallamiento se produce la desunión entre la superficie del esmalte y el sistema adhesivo.
4. Todas las muestras de brackets Clarity estándar y Clarity APC Plus, sometidas a una prueba de cizallamiento, generan una fuerza adhesiva clínicamente aceptable.
5. La fuerza mínima que resistió el bracket Clarity estándar en este estudio fue $2,18 \text{ Kg/mm}^2$ o $30,55 \text{ MPa}$; y la máxima fue $6,41 \text{ Kg/mm}^2$ o $62,92 \text{ Mpa}$.
6. La fuerza mínima que resistió el bracket Clarity APC Plus en este estudio fue $1,96 \text{ Kg/mm}^2$ o $19,19 \text{ MPa}$; y la máxima fue $6,32 \text{ Kg/mm}^2$ o $61,97 \text{ MPa}$.

9 RECOMENDACIONES:

- 9.1** Realizar en estudios futuros un análisis de la calidad del esmalte de las piezas dentales con la ayuda del microscopio electrónico de barrido, previo al estudio in vitro.
- 9.2** Realizar en estudios futuros, el ARI (índice de adhesivo remanente) sobre el esmalte de estos dos tipos de brackets.

10 REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA:

Diccionario Salvat. (1985). España: Editorial Salvat.

Qué es la energía superficial? (2011). Obtenido de La Web de los adhesivos:
<http://www.losadhesivos.com/energia-superficial.html>

Abdelnaby, Y., & El Saeid, E. (2010). Effect of early orthodontic force on shear bond strength of orthodontic brackets bonded with different adhesive systems. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 208-214.

Aguirre, M., King, G., & Waldron, J. (1982). Assessment of bracket placement and bond strength when comparing direct bonding to indirect bonding techniques. *American Journal of Orthodontics*, 269-276.

Ajlouni, R., Bishara, S. E., Oonsombat, C., & Denehy, G. E. (2005). Clarity brackets appliances: A bonding study. *Orthodontic perspectives*, 24-29.

Alfaro, P., Ángeles, F., Osorno, M., Nuñez, J., & Romero, G. (2012). Fuerza de mordida: su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos. Parte I. *REVISTA ADM*, 53-57.

Al-Saleh, M., & El-Mowafy, O. (2010). Bond strength of orthodontic brackets with self-adhesive resin cements. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 528-533.

Amaiz, A. (2004). Incrustación de resina (cerómero). Fabricación en consultorio. . *Universidad Central de Venezuela*.

Anusavice. (2004). *Phillips: Ciencia de los materiales dentales*. Madrid: Elsevier.

Ascención, V., Bravo, L., Romero, M., Ortiz, A., & Canteras, M. (2004). Bond strength of brackets bonded with an adhesion promoter. *British Dental Journal*, 482-486.

Ascención, V., Bravo, L., Romero, M., Ortiz, A., & Canteras, M. (2005). Adhesion promoters: Effects on the bond strength of brackets. *American Journal of Dentistry*, 323-326.

Ávalos Espinosa, I., Katagiri, M., & Guerrero Ibarra, J. (2004). Estudio comparativo de la fuerza de adhesión de brackets policristalinos de adhesión química y monocristalinos de adhesión mecánica. *Revista Odontológica Mexicana*, 7-9.

Barrancos Mooney, J., & Barrancos, P. (2007). *Operatoria Denta: Integración Clínica*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.

Bayona, A., Fonseca, M., & Macías, C. (2010). Comparación de la resistencia adhesiva de brackets cementados efectuando o no un pretratamiento al esmalte dental con hipoclorito de sodio al 5,25%. *Especial de ortodoncia Odontos*, 10-17.

- Bishara, S. (2000). Ceramic brackets and the need to develop national standards. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 595-597.
- Bishara, S., Olsen, M. E., VonWald, L., & Jakobsen, J. R. (1999). Comparison of the debonding characteristics of two innovative ceramic brackets design. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 86-92.
- Bishara, S., Olsen, M., & Von Wald, L. (1997). Evaluation of debonding characteristics of a new collapsible ceramic bracket. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 552-559.
- Bishara, S., Olsen, M., & Von Wald, L. (2000). Comparison of shear bond strength of precoated and uncoated brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 617-621.
- BlogFísica. (2012). *Blog de WordPress*. Recuperado el 29 de octubre de 2013, de Tensión superficial y Capilaridad: <http://fisicablog2012.wordpress.com/fisica/cuarto-periodo/tension-superficial-y-capilaridad/>
- Bordeaux, J. M., Moore, R. N., & Bagdy, M. (1994). Comparative evaluation of ceramic bracket base designs. *American Journal of Orthodontics and Dentofitcial Orthopedics*, 552-560.
- Brennan, J., Soo, P., & James, D. (2005). APC PLUS Adhesive Coated Appliances: A bonding study. *Orthodontic Perspectives*, 63-68.
- Britton, J., Mcinnes, P., Weinberg, R., Ledoux, W., & Retief, D. (1998). Shear bond strength of ceramic orthodontic brackets to enamel. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 348-353.
- Cacciafesta, V., Sfondrini, M. F., De Angelis, M., Scribante, A., & Klersy, C. (2003). Effect of water and saliva contaminatio on shear bond strength of brackets bonded with conventional, hydrophilic and self-etching primes. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 633-640.
- Cacciafesta, V., Sfordrini, M., & Scribante, A. (2004). Plasma arc versus halogen lighth-curing of adhesive-precoated orthodontic brackets: A 12 month clinical study of bond failures. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 194-199.
- Camacho, B. (2007). Comparación de la resistencia a la tensión en dos sistemas de adhesión Transbond XT 3M y En-Light Ormco utilizando la máquina tipo Instron. *Tesis Universidad Michoacana San Nicolás de Hidalgo*, 1-53.
- Chaconas, S., Caputo, A., & Shi-Lin, G. (2003). Bond strength of ceramic brackets with various bonding systems. *The Angle Orthodontist*, 35-42.

- Chalgre, R., Combe, E., & Wahl, A. (2007). Effects of etchants and primers on shear bond strength of a self-ligating esthetic orthodontic bracket. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 576-580.
- Díaz, R. (2001). *Disciplina de Oclusión. Curso Oclusión I*. Guatemala: Universidad de Juan Carlos de Guatemala, Facultad de Odontología.
- Dorminey, J., Dunn, W., & Taloumis, L. (2003). Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a modified 1-step etchant-and-primer technique. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 410-413.
- Egan, F., Alexander, S., & Cartwright, G. (1996). Bond strength of rebounded orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 64-69.
- Eliades, T., & Brantley, W. (2000). The inappropriateness of conventional orthodontic bond strength assessment protocols. *Eur Journal Orthodontics*, 13-23.
- Folleto APC Plus, 3. U. (2003). USA.
- Forsberg, C., & Hagberg, C. (1992). Shear bond strength of ceramic brackets with chemical or mechanical retention. *British Dental Journal*, 183-189.
- Fox, N., McCabe, J., & Buckley, J. (1994). A critique of bond strength testing in orthodontics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 33-43.
- Fuentes, A. A. (2002). *Estudio in Vitro comparativo de la fuerza de adhesión de un ionómero y dos resinas utilizadas para adherir brackets*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Gómez de Ferraris, M., & Campos, A. (2009). *Histología, Embriología e Ingeniería tisular bucodental*. México: Editorial Médica Panamericana.
- Gordan, V., Vargas, M., & Cobss, D. (1997). Evaluation of adhesive systems using acidic primers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 219-223.
- Habibi, M., Hosseinzadeh Nik, T., & Hooshmand, T. (2007). Comparison of debonding characteristics of metal and ceramic orthodontic brackets to enamel: An in-vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 675-679.
- Hassan, A. (2010). Shear bond strength of precoated orthodontic brackets: An in vivo study. *Clinical, Cosmetic and Investigational Dentistry*, 41-45.
- Henostroza, G. (2003). *Adhesión en odontología*. Curitiba: Editoria Maio.
- Hirani, S. B. (2005). Handling characteristics of Pre-coated and Operator-Coated Brackets. *JCO*, 429-431.

- Hirani, S., & Sherriff, M. (2006). Bonding characteristics of a self-etching primer and precoated brackets: An in vitro study. *European Journal of Orthodontics*, 400-404.
- Interlandi, S. (2000). *Ortodoncia: Bases para su iniciación*. Chile: Artes Médicas Latinoamérica.
- Iturriaga, V. (2000). Fuerza Masticatoria. Temuco: Universidad de La Frontera, Departamento Odontología Integral.
- Jacobsen, J., & Duncanson, M. (s.f.). *The Ohio State University*. Obtenido de Bonding Orthodontic Brackets: <http://www.dent.ohio-state.edu/courses/d657/BONDING%20ORTHODONTIC%20BRACKETS.doc>
- James, J. W., Miller, B. H., English, J. D., Tadlock, L. P., & Buschang, P. (2003). Effects of high-speed curing devices on shear bond strength and microleakage of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 555-561.
- Joseph, V., & Rossouw, E. (1990). The shear bond strengths of stainless steel and ceramic brackets used with chemically and light-activated composite resins. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*, 121-126.
- Karamouzos, A., Athanasiou, A. E., & Papadopoulos, M. A. (1997). Clinical characteristics and properties of ceramic brackets: A comprehensive review. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 34-40.
- Kauppi, M., & Combe, E. (2003). Polymerization of orthodontic adhesives using modern high-intensity visible curing lights. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 316-322.
- Lanata, E. J. (2008). *Atlas de Operatoria Dental*. Buenos Aires: Alfaomega Grupo Editor Argentino.
- Liu, J.-K., Chung, C.-H., Chang, C.-Y., & Shieh, D.-B. (2005). Bond strength and debonding characteristics of a new ceramic bracket. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 761-765.
- López Fernández, S., Palma Calero, J., & Guerrero Ibarra, J. (2004). Fuerza de retención al esmalte con adhesivos usados en ortodoncia, utilizando dos tipos de base de brackets (estudio comparativo in vitro). *Revista Odontológica Mexicana*, 122-126.
- Lopez, J. (1989). Retentive shear strengths of various bonding attachment bases. *American Journal of Orthodontics and Demofaciat Orthopedics*, 669-678.
- Macchi. (2000). *Materiales Dentales*. México D.F.: Editorial Médica Panamericana.
- Macorra, J. (1999). La contracción de la polimerización de los materiales restauradores a base de resinas compuestas. *Odontología conservadora*, 24-35.

- Matasa, C. (1995). Microbial attack of orthodontic adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 132-141.
- Mojica, J., Ortega, C., Ramírez, J., Vargas, C., & Bastidas, C. (2007). Fuerza de adhesión de brackets descontaminados en sus base con monómero, silano o acetona. *Revista de la Facultad de Odontología*, 9-17.
- Moore, D. (2000). *Estadística aplicada básica*. España: W.H. Freeman and Company.
- Morales, M. M. (s.f.). *Tensión superficial: Fenómeno sencillo, fenómeno más que observado, pero tantas veces desconocido por su nombre*. Obtenido de Escuela de educación técnica N°1: <http://www2.ib.edu.ar/becaib/cd-ib/trabajos/Morales.pdf>
- Nicolás, A. I. (2010). Estudio in vitro del efecto de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets. Murcia, España: Universidad de Murcia.
- Odegaard, J., & Segner, D. (1998). Shear bond strength of metal brackets compared with a new ceramic bracket. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 201-206.
- Ramos, V. (2010). *Comparación de las propiedades mecánicas de tres marcas de arcos ortodónticos de níquel-titanio termoactivados. Estudio in vitro*. Lima: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Reynolds, I. (1979). A review of direct orthodontic bonding. *British Journal of Orthodontics*, 171-178.
- Salazar, J. E. (2001). *Mecánica Básica para estudiantes de ingeniería*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales.
- Shigley, S. (1998). *Diseño e Ingeniería mecánica*. México D.F.: Mc Graw Hill.
- Singh, G. (2009). *Ortodoncia: Diagnóstico y Tratamiento*. New Delhi: Amolca.
- Sunna, S., & Rock, W. (1999). An Ex Vivo investigation into the bond strength of orthodontic brackets and adhesive systems. *British Journal of Orthodontics*, 47-50.
- Sunna, S., & Rock, W. (2000). Clinical Performance of orthodontic brackets and adhesive systems: A randomized clinical trial. *British Journal of Orthodontics*, 283-287.
- Theodorakopoulou, L. P., Lionel Sadowsky, P., Orth, D., Jacobson, A., & Lacefield, W. (2004). Evaluation of the debonding characteristics of 2 ceramic brackets: An in vitro study. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 329-336.
- Toledano, M., Osorio, R., de Leonardi, G., Rosales-Leal, J., Ceballos, L., & Cabrerizo, M. (2001). Influence of self-etching primer on the resin adhesion to enamel and dentin. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 205-210.

- Uribe Restrepo, G. A. (2010). *Ortodoncia: teoría y clínica*. Medellín: Corporación para investigaciones biológicas: la ciencia al servicio de la vida.
- Verstrynge, A., Ghesquiere, A., & Willems, G. (2004). Clinical Comparison of an adhesive precoated vs. an uncoated ceramic bracket system. *Orthod Craniofacial*, 15-20.
- Viazis, A., Cavanaugh, G., & Bevis, R. (1990). Bond strength of ceramic brackets under shear stress: an in vitro report. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 214-221.
- Vicente, A., & Bravo, L. A. (2005). Resistencia a la prueba de cizalla del sistema APC Plus. Estudio in vitro. *RCOE*, 61-65.
- Vicente, A., & Bravo, L. A. (2007). Shear Bond Strength of Precoated and Uncoated Brackets Using a Self-etching Primer. *The Angle Orthodontist*, 525-528.
- Vicente, A., Bravo, L., Romero, M., Ortíz, A., & Canteras, M. (2004). Bond strength of brackets bonded with an adhesion promotes. *British Dental Journal*, 481-485.
- Wong, M., & Power, S. (2003). A prospective randomised clinical trial to compare pre-coated and non-pre-coated brackets. *Journal of Orthodontics*, 155-158.
- Yi, G., Dunn, W., & Taloumis, L. (2003). Shear bond strength comparison between direct and indirect bonded orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*, 577-581.
- Zeppieri, I., Chung, C.-H., & Mante, F. (2003). Effect of saliva on shear bond strength of an orthodontic adhesive used with moisture-insensitive and self-etching primers. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 414-419.

11 ANEXOS



Comité de Bioética, Universidad San Francisco de Quito

El Comité de Revisión Institucional de la USFQ
The Institutional Review Board of the USFQ

Quito, 4 de septiembre, 2013

Comité de Bioética
Universidad San Francisco de Quito
Diego de Robles s/n y Pampite, Círculo de Cumbayá
Quito, Ecuador

De mis consideraciones:

Por la presente solicito la correspondiente revisión y aprobación del protocolo de investigación *“Comparación in vitro de la fuerza de adhesión sobre esmalte de brackets Clarity estándar (Transbond XT 3M) con los brackets Clarity APC Plus (3M), mediante prueba de cizallamiento”* con protocolo número 2013-108T versión 1, de 30 de agosto, 2013. Adicionalmente, solicito la aprobación de la no aplicación del formulario de Consentimiento Informado, versión 1 de 4 de septiembre, 2013.

En el este estudio participan 45 premolares inferiores extraídos con fines ortodóncicos. El o los centros de investigación son: Escuela Politécnica Nacional, ubicación: Ladrón de Guevara E11-253, Quito-Ecuador.

El investigador principal es:
Andrea Guerra, 0999587261, ggerwestitita@hotmail.com

Los co-investigadores para la realización del estudio son: Ninguno

El nombre de la persona de contacto es Andrea Guerra cuyos datos de localización son:
- ggerwestitita@hotmail.com, 0999587261

La directora de tesis es Dra. María Dolores Villacrés, cuyos datos de localización son:
- lulavillacres@gmail.com, 0992340488

Se adjuntan los siguientes documentos (*seleccionar sólo los que aplican y borrar los demás*):

1. Protocolo en español
2. Solicitud
3. Formulario de Solicitud de NO aplicación/modificación del Consentimiento Informado por escrito
4. CV del investigador.

Atentamente,



Comité de Bioética, Universidad San Francisco de Quito
El Comité de Revisión Institucional de la USFQ
The Institutional Review Board of the USFQ

**Formulario de Solicitud de NO aplicación/modificación del
 Consentimiento Informado por escrito**

Código de aprobación del estudio: 2013-108T

Título de la investigación: *“Comparación in vitro de la fuerza de adhesión sobre esmalte de brackets Clarity estándar (Transbond XT 3M) con los brackets Clarity APC Plus (3M), mediante prueba de cizallamiento*

Investigador Principal: Andrea Guerra

1. Solicito NO aplicar el formulario de consentimiento informado.
El estudio no involucra a seres humanos, ni experimenta con ellos.
2. Solicito MODIFICAR el formulario de consentimiento informado
3. Los riesgos para el participante son mínimos, y no involucran procedimientos para los cuales se requiere normalmente un consentimiento informado escrito fuera del contexto de una investigación.
No hay ningún tipo de riesgo porque durante la investigación no hay participación de seres humanos.
4. La renuncia o modificación del consentimiento informado no va a afectar a los sujetos en cuanto a su derecho a la confidencialidad.
*Se usarán dientes extraídos de seres humanos con fines ortodóncicos; pero se guardará absoluta confidencialidad y no se permitirá saber a qué persona pertenecen las piezas dentales que se usarán en el estudio.
 Ninguna otra persona que no sea el investigador principal tendrá acceso a la manipulación de las muestras, por lo que se guardará total confidencialidad.*
5. La investigación no se podría realizar sin la abdicación o modificación del consentimiento informado, incluyendo investigaciones que se aplican por vía telefónica o electrónicamente.

 Firma del investigador principal

Fecha



Comité de Bioética, Universidad San Francisco de Quito
El Comité de Revisión Institucional de la USFQ
The Institutional Review Board of the USFQ

SOLICITUD PARA APROBACION DE UN ESTUDIO DE INVESTIGACION

Fecha: 4 de septiembre, 2013

Título de la Investigación: *“Comparación in vitro de la fuerza de adhesión sobre esmalte de brackets Clarity estándar (Transbond XT 3M) con los brackets Clarity APC Plus (3M), mediante prueba de cizallamiento”*

Investigador Principal: Andrea Guerra (23026), ggerwestititita@hotmail.com

Co-investigadores: Ninguno

Persona de contacto:

- Andrea Guerra
- Código de estudiante: 23026
- Celular: 0999587261
- Teléfono fijo: 3318607
- E-mail: ggerwestititita@hotmail.com

Fecha de Inicio de la Investigación: *28 de septiembre, 2013*

Fecha de Término de la Investigación: *25 de noviembre, 2013*

Financiamiento: Personal

Objetivo General:

- Evaluar de manera in vitro la resistencia adhesiva sobre esmalte de los brackets Clarity estándar (3M) y brackets Clarity APC Plus (3M) frente a la fuerza de cizallamiento para determinar si los brackets APC Plus, tendrán mayor fuerza adhesiva.

Objetivos Específicos:

- Evaluar el comportamiento de la adhesión sobre esmalte de los brackets Clarity estándar
- Evaluar el comportamiento de la adhesión sobre esmalte de los brackets Clarity APC Plus.
- Determinar la fuerza mínima y máxima de cizallamiento que soporta el bracket Clarity estándar siguiendo la técnica de adhesión recomendada por el fabricante.
- Determinar la fuerza mínima máxima de cizallamiento que soporta el bracket Clarity APC Plus siguiendo la técnica de adhesión recomendada por el fabricante.

1. Procedimientos:**1) División de las 45 muestras en 3 grupos:**

- a. Grupo de control: conformado por 5 dientes*
- b. Grupo Clarity estándar: conformado por 20 dientes*
- c. Grupo Clarity APC PLUS: conformado por 20 dientes*

2) Adhesión de los brackets Clarity estándar según las recomendaciones del fabricante

- a. Se realizará una profilaxis con piedra pómez y agua. No se usará sustancias con aceite o flúor porque pueden interferir con el grabado.*
- b. Se lavará con agua a chorro la superficie dental y se secará con aire a presión, libre de aceite y agua.*
- c. Se colocará ácido fosfórico al 35% (Scotchbond™ 3M ESPE) directamente en la superficie del esmalte por 15 segundos.*
- d. Se lavará la superficie grabada por 15 segundos y se procederá al secado; libre de agua y aceite para proceder a la adhesión.*
- e. Se aplicará una fina capa uniforme de imprimador o primer Transbond™ XT (3M Unitek) en la superficie vestibular del diente con un microbrush y se fotocurará por 20 segundos con la lámpara VALO cordless de la casa comercial Ultradent.*
- f. Se colocará una pequeña cantidad de pasta adhesiva o resina Transbond™ XT (3M Unitek) en la base del bracket.*

- g. Se colocará el bracket suavemente en la superficie vestibular del diente con un posicionador de brackets a 4 mm del borde oclusal en el centro de la cara bucal del

primer premolar inferior. Se ajustará el bracket en su posición final y se presionará firmemente para asentar el bracket.

- h. Se retirará suavemente el exceso de resina alrededor de la base del bracket, sin removerlo.
- i. Con luz halógena de la lámpara VALO cordless, se polimerizará perpendicularmente a una distancia de 2-3 mm por 20 segundos. Esta lámpara, según su fabricante tiene una intensidad de onda de 1000 mw/cm².

3) Adhesión de los brackets Clarity APC Plus según las recomendaciones del fabricante

- a. Se realizará una profilaxis con piedra pómez y agua. No se usarán sustancias con aceite o flúor porque pueden interferir con el grabado.
- b. Se lavará con agua a chorro la superficie dental y se secará con aire a presión, libre de aceite y agua.
- c. Se colocará ácido fosfórico al 35% (Scotchbond™ 3M ESPE) directamente en la superficie del esmalte por 15 segundos.
- d. Se lavará la superficie grabada por 15 segundos y se procederá al secado; libre de agua y aceite para proceder a la adhesión.
- e. Se aplicará una fina capa uniforme de imprimador o primer Transbond™ XT (3M Unitek) en la superficie vestibular del diente con un microbrush y se fotocurará por 20 segundos con la lámpara VALO cordless de la casa comercial Ultradent.
- f. Para evitar que la resina se polimerice prematuramente y se desvanezca el color rosa del bracket APC Plus, no se deberá abrir las ampollas hasta que no esté listo el diente para colocar el aparato de ortodoncia, ya que las ampollas no se pueden volver a cerrar.
- g. Se desprenderá la lengüeta del bracket APC Plus para premolares inferiores, se sujetará los lados mesial y distal del bracket con un instrumento para colocar brackets y se lo retirará rápidamente con un movimiento recto y hacia arriba.
- h. Se colocará el bracket directamente sobre la superficie del esmalte dental, ya que el bracket está orientado en la ampolla para facilitar su colocación. Se colocará el bracket con un posicionador de brackets a 4 mm de la cara oclusal en el centro de la cara bucal del primer premolar inferior. Se ajustará el bracket en su posición final y se presionará firmemente para asentar el bracket.
- i. Se retirará el exceso de resina alrededor de la base del bracket con cuidado de no dañar el bracket ni removerlo. El color rosa ayudará en su eliminación.
- j. Con luz halógena de la lámpara VALO, se polimerizará perpendicularmente a una distancia de 2-3 mm por 20 segundos. Esta lámpara, según su fabricante tiene una intensidad de onda de 1000 mw/cm²

4) Adhesión de los brackets Clarity estándar para el grupo de control

- a. Se realizará una profilaxis con piedra pómez y agua. No se usará sustancias con aceite o flúor porque pueden interferir con el grabado.
- b. Se lavará con agua a chorro la superficie dental y se secará con aire a presión, libre de aceite y agua.
- c. Se colocará ácido fosfórico al 35% (Scotchbond™ 3M ESPE) directamente en la superficie del esmalte por 15 segundos.
- d. Se lavará la superficie grabada por 15 segundos y se procederá al secado; libre de agua y aceite para proceder a la adhesión.
- e. Se colocará con una pequeña cantidad de pasta adhesiva o resina Transbond™ XT (3M Unitek) en la base del bracket.
- f. Se colocará el bracket suavemente en la superficie vestibular del diente con un posicionador de brackets a 4 mm de la cara oclusal en el centro de la cara bucal del primer premolar inferior. Se ajustará el bracket en su posición final y se presionará firmemente para asentar el bracket.
- g. Se retirará suavemente el exceso de resina alrededor de la base del bracket, sin removerlo.
- h. Con luz halógena de la lámpara VALO cordless, se polimerizará perpendicularmente a una distancia de 2-3 mm por 20 segundos. Esta lámpara, según su fabricante tiene una intensidad de onda de 1000 mw/cm².

En este grupo de control, se usarán los brackets Clarity estándar (3M). Además, de manera intencional no se colocará el primer o adhesivo, ya que esta pequeña muestra de 5 piezas dentales solo se usarán con el fin de comprobar que la máquina funcione adecuadamente.

5) Prueba de cizallamiento

- a. Las pruebas de cizallamiento se realizarán 72 horas después de haber cementado los brackets.
- b. Se llevarán las 45 muestras a la máquina de fuerzas universales MTS, facilitada por el laboratorio de resistencia de materiales de la facultad de Ingeniería mecánica de la Universidad ESPE.
- c. En esta máquina, se logrará pasar una espada sobre el bracket a una velocidad de 0,5 mm/seg. Esta fuerza será registrada en newtons, pero los resultados serán transformados a megapascales. Esta conversión será necesaria, para que no se tome únicamente en cuenta la presión ejercida sobre el bracket; sino también que se incluya el área de la malla del bracket donde se encuentra el adhesivo o resina.
- d. La prueba de cizallamiento se realizará por grupos; empezando por las 5 muestras del grupo de control para comprobar el funcionamiento ideal de la máquina Tinius Olsen. Luego se procederá con las 20 muestras de los brackets Clarity estándar; y por último, con las 20 muestras de los brackets Clarity APC Plus.

6) Pruebas estadísticas correspondientes al estudio

2. **Riesgos:** *No existen riesgos porque no hay intervención directa con seres humanos sino dientes previamente extraídos que no tienen ningún tipo de identificador personal; además se guardará completa confidencialidad.*

3. **Beneficios para los participantes:** *No hay participantes, por ende no hay beneficios*

4. Ventajas potenciales a la sociedad:

- 1) *Información acerca de los novedosos brackets APC Plus a distintos ortodoncistas del país y a los depósitos dentales para su posible importación.*
- 2) *La esterilidad completa que demuestran los brackets APC Plus ante la cementación de los mismos en los dientes del paciente.*
- 3) *Costo-beneficio de los dos tipos de brackets.*

5. **Recolección y almacenamiento de los datos:** *(cómo se recolectarán, quién, donde, cuando, con qué; y contestar las mismas pregunta para el almacenamiento, incluyendo quién nomás tendrá acceso a los datos).*

- 1) *Recolección de dientes primeros premolares inferiores extraídos con fines ortodóncicos de diferentes clínicas odontológicas de la ciudad de Quito.*
- 2) *Yo, Andrea Guerra, la investigadora principal, seré la única persona con acceso a las muestras y datos. La directora de tesis, Ma. Dolores Villacrés únicamente revisará los resultados al final de la experimentación.*
- 3) *Los datos recolectados se almacenarán en un computador personal, con clave de acceso, al que solo podrá acceder la investigadora principal.*
- 4) *Para la publicación de los datos no se mencionarán nombres.*
- 5) *Los datos se guardarán por cinco años según lo determinado por la ley ecuatoriana, transcurrido el cual serán destruidos.*

6. **Diseño de Investigación:** *(incluyendo descripción de los sujetos)*

- 1) *Es un estudio experimental in vitro, comparativo y descriptivo.*
 - a. *Es un estudio comparativo, ya que el objetivo del mismo es comparar la fuerza adhesiva de dos tipos de brackets.*
 - b. *Es un estudio descriptivo, porque expone el evento experimental, enumerando detalladamente sus características; y además, responde a las preguntas cómo, qué y cuántos.*
- 2) **Muestra:**
 - a. *Se usaran 45 dientes primeros premolares inferiores.*

3) Análisis estadístico:

a. *Análisis estadístico de medidas descriptivas aplicadas a los datos extraídos de una población*

i. *Medidas de centralización:*

1. *Media*
2. *Mediana*

3. *Moda*

ii. *Medidas de dispersión:*

1. *Varianza*
2. *Desviación estándar*

b. *Inferencia estadística: para contrastar y determinar si es que hay medidas estadísticamente significativas.*

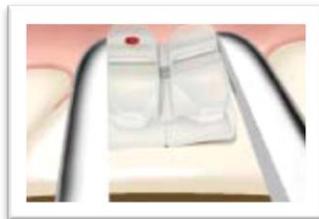
i. *Prueba T de student*

7. Consentimiento informado:

Se ha solicitado el formulario de solicitud de no aplicación del consentimiento informado por escrito.

8. Instrumentos y equipos:

- 23 primeros premolares inferiores derechos
- 22 primeros premolares inferiores izquierdos
- 13 brackets Clarity estándar MBT slot 0,022 (3M) para primeros premolares inferiores derechos



(Folleto 3M)

- 12 brackets Clarity estándar MBT slot 0,022 (3M) para primeros premolares inferiores
- 10 brackets Clarity APC Plus MBT slot 0,022 (3M) para primeros premolares inferiores derechos



(Folleto 3M)

- 10 brackets Clarity APC Plus MBT slot 0,022 (3M) para primeros premolares inferiores izquierdos
- Máquina MTS
- Acrílico
- Cubeta de metal de 1,5 x 1,5 cm cada cubo
- 45 cepillos profilácticos
- Piedra pómez

- Clorexhidina
- Micromotor (NSK)
- Ácido Fosfórico al 35% Scotchbond™ 3M ESPE
- Primer adhesivo Transbond™ XT (3M Unitek)
- Resina de fotocurado Transbond™ XT (3M Unitek)
- Lámpara de polimerización VALO Cordless (Ultradent)



(Folleto Ultradent)

- Microbrush (3M)
- Gutaperchero (AE)
- Pinza para colocar brackets (ORMCO)
- Posicionador de brackets (ORMCO)

La investigación se realiza en Galápagos: Sí ____ No X

