

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Postgrados**

**EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE  
BRACKETS A LA SUPERFICIE DEL ESMALTE DENTAL  
EMPLEANDO 3 TIPOS DE SISTEMAS ADHESIVOS  
AUTOPOLIMERIZABLES.**

**LUIS ARTURO REYES RODRÍGUEZ**

**Tesis de grado presentada como requisito  
para la obtención del título de Especialista en Ortodoncia**

Quito, Mayo de 2007

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**  
**Colegio de Postgrados**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS A  
LA SUPERFICIE DEL ESMALTE DENTAL EMPLEANDO 3 TIPOS DE  
SISTEMAS ADHESIVOS AUTOPOLIMERIZABLES.**

**LUIS ARTURO REYES RODRIGUEZ**

Dra. Carolina Dueñas

Directora de Tesis y Miembro del Comité de Tesis

---

Dra. Maria D. Villacrest

Miembro del Comité de Tesis.

---

Dr. Carlos A. Meneses Especialista en Ortodoncia

Miembro del Comité de Tesis.

---

Dr. Eduardo Acevedo Especialista en Ortodoncia

Miembro del Comité de Tesis

---

Dr. Mauricio Tinajero

Director del Programa de Especialidades Odontológicas

---

Dr. Fernando Sandoval DS.

Decano del Colegio de Odontología

---

Victor Viteri Breedy Ph.D.

Decano del Colegio de Postgrado

---

Quito, mayo de 2007

© Derechos de autor  
Luis Arturo Reyes Rodríguez  
2007

## DEDICATORIA

A Napo, quien es mi inspiración para salir adelante y quien ha puesto toda su fe y confianza en mí.

A mi mamá, por ser siempre mi guía espiritual, y que sus palabras de aliento, me levantaron hasta en los días más difíciles.

A Leyla, quien me acompañó durante toda esta experiencia y quien con su amor incondicional se mantuvo firme ante todas las vicisitudes dándome esperanzas y el valor necesario para seguir adelante.

A Pedro, Katy y Luis Abraham que son mi alegría y a quienes les dedico todos mis logros.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso, que me dio la oportunidad de estar aquí y quien ha estado a mi lado iluminando cada paso de mi existencia.

A la Universidad San Francisco de Quito, por haberme brindado tan maravillosa oportunidad.

Al Dr. Gerson Cabezas, quien me abrió las puertas a una nueva etapa de crecimiento y superación y quien siempre estuvo dispuesto a compartir sus conocimientos de manera amplia.

A la Dra. Carolina Dueñas, quien fue pieza fundamental en la realización de este proyecto.

A la Dra. Anita Armas por ser partícipe de esta investigación.

Al Dr. Fernando Sandoval, por su preocupación y dedicación por mejorar la Facultad de Odontología de la USFQ tanto académica como institucionalmente.

A Marcia, Walter, Constanza y Alex, con quienes compartí la experiencia de este postgrado y a quienes recordaré siempre.

A todos mis profesores, quienes con su preocupación, perseverancia y deseos de enseñar, han hecho de mí un mejor profesional.

A los compañeros de todos los postgrados con quienes compartí momentos inolvidables.

A Todo el personal de la USFQ, quienes estuvieron siempre dispuestos a colaborar en todo lo que fuere necesario, y quienes dan la fortaleza a la Facultad de Odontología.

**INDICE**

	Página
Índice de figuras	
7	
Índice de tablas	
8	
Índice de gráficos	
9	
Índice de anexos	
10	
Objetivos y justificación	
11	
Propósito e hipótesis	
12	
Introducción	
13	
Revisión de la literatura	
14	
Histología del esmalte	
14	
Adhesión a la estructura dental	
14	
Adhesión al esmalte	
16	
Adhesión en Ortodoncia	
17	
Materiales y métodos	
24	

Resultados	
34	
Discusión	
43	
Conclusión	
47	
Consideraciones y recomendaciones	
48	
Bibliografía	
49	
Anexos	
54	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1	Diente antes de aplicar el ácido fosfórico al 37%	17
Figura 2	Diente luego de la aplicación del ácido fosfórico al 37%	17
Figura 3	Colocación del diente en su base	25
Figura 4	Dientes colocados en las bases	25
Figura 5	Vista panorámica Tinius Olsen	26
Figura 6	Vista lateral Tinius Olsen	26
Figura 7	Preparación profiláctica	27
Figura 8	Preparación profiláctica	28
Figura 9	Adhesivo Orthoorganizers	28
Figura 10	Adhesivo Master Dent	28
Figura 11-A y 11-B	Adhesivo 3M-Unitek	28
Figura 12	Bracket Orthoorganizers Elite® OPTI-MIM® Mini-Twin®	29
Figura 13	Base del bracket Orthoorganizers Elite® OPTI-MIM® Mini-Twin®	29



Figura 14	Calibrador electrónico
30	
Figura 15	Grupos Muestrales
32	
Figura 16	Fuerza aplicada sobre el Bracket
33	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Análisis individual Grupo Master Dent
35	
Tabla 2	Análisis individual Grupo Orthoorganizers
35	
Tabla 3	Análisis individual Grupo 3M-Unitek
35	
Tabla 4	Comparación entre los 3 grupos del estudio
36	
Tabla 5	Pruebas del error muestral
40	
Tabla 6	Comparación muestras del estudio vs Muestras del error
41	

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1	Comparación de las medias del estudio
36	
Gráfico 2	Comparación entre los 3 grupos del estudio
38	
Grafico 3	Comparación Master Dent vs Orthoorganizers
38	
Grafico 4	Comparación Master Dent vs 3M-Unitek
39	
Grafico 5	Comparación Orthoorganizers vs

	3M-Unitek	
	39	
Grafico 6	Comparación de la muestra vs error	
	Master Dent	
	41	
Grafico 7	Comparación de la muestra vs error	
	Orthoorganizers	
	42	
Grafico 8	Comparación de la muestra vs error	
	3M-Unitek	

**INDICE DE ANEXOS**

Anexo 1:	Análisis estadístico comparación de Las 3 resinas comparadas en Kgf	54
Anexo 2	Análisis estadístico comparación de Las 3 resinas comparadas en MPa	55
Anexo 3	Pruebas del error muestral en Kgf.	56
Anexo 4	Pruebas del error muestral en MPa	57
Anexo 5	Comparación de todas las muestras En Kgf	58
Anexo 6	Comparación de todas las muestras En MPa.	59
Anexo 7	Carta de donación	60
Anexo 8	Tablas elaboradas en la Universidad Central del Ecuador	61

**EVALUACIÓN *IN VITRO* DE LA FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS A  
LA SUPERFICIE DEL ESMALTE DENTAL EMPLEANDO 3 TIPOS DE  
SISTEMAS ADHESIVOS AUTOPOLIMERIZABLES.**

**OBJETIVOS**

**Generales:**

1. Determinar la fuerza de cisallamiento que son capaces de soportar los brackets con los diferentes tipos de resina.
2. Comparar las diferentes resinas entre sí y determinar la compatibilidad y adhesión que cada una tiene tanto al esmalte dentario como al bracket.

**Específicos:**

1. Disminuir el problema de adhesión y caída de brackets durante el tratamiento ortodóntico
2. Medir las fuerzas en cisallamiento que son capaces de soportar los bracket y las resinas.
3. Determinar el mejor sistema de unión entre los 3 adhesivos a evaluar.

**JUSTIFICACIÓN:**

En la actualidad el ortodoncista encuentra en el mercado infinidad de resinas para adhesión de brackets y se ve influenciado más por el mercadeo y la publicidad de las casas comerciales que por un estudio científico verdadero que ayude a determinar la resistencia de las mismas. Esto aparte de ayudar al ortodoncista a establecer e identificar la resina o sistema de adhesión que más le convenga, también puede darle la certeza de que está empleando el mejor material para colocar sus brackets.

**PROPÓSITO:**

El propósito de este estudio *in Vitro*, será evaluar la resistencia de la adhesión que presentan tres diferentes sistemas y compararlos entre si para determinar cual de ellos resiste una mayor fuerza al despegado de brackets ortodóncicos sobre las superficies vestibulares de los dientes.

**HIPÓTESIS:**

Con la comparación de los 3 diferentes sistemas se obtendrá un estudio científico real que ayude a determinar cual de ellos tiene mejor resistencia a la adhesión de bracket. Se espera que los 3 sistemas presenten valores similares, sin embargo, el adhesivo correspondiente a la marca 3M-Unitek debería mostrar los valores más representativos debido a que su costo es mayor en el mercado.

## INTRODUCCIÓN

La adhesión de los brackets al esmalte dental, puede verse afectado por diferentes fuerzas que pueden interferir sobre él, se pueden producir en los 3 sentidos del espacio, y pueden darse por medio de momentos y fuerzas<sup>1</sup>. Estos son producidos tanto con la función normal de la masticación, como por dobleces realizados en el alambre. Es muy difícil reproducir *in Vitro* los efectos de todas estas fuerzas, es por ello que las que con mayor frecuencia pueden reproducirse encontramos 3 principales: tracción, torque y cisallamiento<sup>2</sup>.

Nuestro estudio lo vamos a centrar principalmente en el último, ya que durante el tratamiento los aditamentos son sometidos a fuerzas verticales en su mayoría producto de la masticación y que van a tener una tendencia desplazarlo y a su caída. Muchos pacientes que son irresponsables en el tratamiento, tratan de culpar al ortodoncista basándose algunas veces en la calidad y tipo de material.

El despegado de un brackets puede ser en muchas ocasiones deseable por muchas razones, por ejemplo para reposicionar, o simplemente para ser remplazado por algún defecto o daño. Es por esto que la resina debe ser lo suficientemente resistente para soportar adecuadamente la masticación, pero de igual manera permitir el retiro seguro de los brackets<sup>3</sup>.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### HISTOLOGÍA DEL ESMALTE:

Embriológicamente el esmalte deriva del órgano del esmalte y es de origen ectodérmico; es considerado el tejido más duro del organismo, y esto se debe a que está compuesto de 95% de material inorgánico y de un 0.36 a 2 % de material orgánico. Los cristales de hidroxiapatita son el componente principal del material inorgánico y están constituidos por fosfato de calcio. Sin embargo, estos cristales de hidroxiapatita son vulnerables a los efectos de los ácidos, lo que lo hacen susceptible a la caries dental<sup>4,5</sup>.

El esmalte maduro no contiene células ni prolongaciones celulares, por ello actualmente no se le considera como un tejido sino como una sustancia extracelular altamente mineralizada. Las células que le dan origen no quedan incorporadas a él y por ello el esmalte es una estructura acelular, avascular y sin inervación. El esmalte es incapaz de repararse, sin embargo, puede remineralizarse<sup>4</sup>.

Morfológicamente, el esmalte consiste de unidades microscópicas llamadas prismas. La gran masa del esmalte está compuesta por estos prismas, excepto por pequeñas micras de otros componentes. Estos rasgos anatómicos tienen gran significancia clínica. Los prismas del esmalte se extienden desde la unión amelo-dentinaria a toda la superficie y varían en distintos ángulos, difiriendo también de un diente a otro y de una superficie a otra incluso en el mismo diente<sup>6</sup>.

### ADHESIÓN A LA ESTRUCTURA DENTAL:

Cuando dos sustancias entran en contacto íntimo, las moléculas de una de ellas se adhieren o son atraídas por las moléculas de la otra. Esta fuerza se llama adhesión cuando diferentes moléculas son atraídas, y cohesión cuando son atraídas moléculas de igual tipo. El material o película que se agrega para producir la adhesión se conoce como adhesivo y el material que se aplica se llama adherente<sup>7</sup>.



En sentido amplio, la adhesión es simplemente el proceso de fijación, pero el término generalmente es calificado por especificación del tipo de atracción molecular que puede haber entre el adhesivo y el adherente<sup>7</sup>.

Cuando relacionamos la adhesión con la situación dental, tenemos que tomar en cuenta la humectabilidad del esmalte y la dentina, ya que el grado de esta puede influir marcadamente en la unión de los materiales. Esto es lo que sucede por ejemplo con las aplicaciones tópicas de fluoruros, las cuales pueden disminuir la adhesión de placa, pero a la vez de otros materiales como los adhesivos que requieran ser colocados sobre sus superficies<sup>7</sup>.

Para que la adhesión ocurra, es esencial, en primer lugar, que el adhesivo se ponga en estrecho contacto con el sustrato. La adhesión depende de una serie de principios generales que constituyen su fundamento, los cuales son:

- Tensión superficial: es el incremento de energía por unidad de superficie y esto depende de la capacidad de atracción que tengan dichas superficies.
- Humectancia: en ocasiones, cuando dos superficies entran en contacto, la unión entre ellos es más notoria en las crestas o puntos más altos de ellos, quedando algunos espacios. Por tanto es necesario proporcionar un material que sea capaz de cubrir dichos espacios y cubra ambas superficies rellenándolas. La característica de este material se denomina humedecimiento o humectancia.
- Ángulo de contacto y mojado o humectancia: Es el grado en que un adhesivo humedecerá la superficie de un adherente, determinado por el ángulo de contacto entre el adhesivo y el adherente.
- Retención mecánica: La atracción de una sustancia a otra puede acompañarse por un enlace o retención mecánica en lugar de una atracción molecular, involucra mecanismos como la penetración del adhesivo en irregularidades microscópicas y submicroscópicas, como por ejemplo, surcos y poros.

Estos factores son los que van a determinar los niveles y calidad de la adhesión de un material a otro<sup>7, 8</sup>.

Sin embargo, debemos considerar una serie de factores que pueden influir para que los principios antes mencionados no se cumplan por completo y estos pueden ser:

- Factores dentarios: estos incluyen tamaño y forma de lesiones presentes, estructura del esmalte y la dentina, flexibilidad y localización del diente.
- Factores dentinarios: se refiere a los aspectos microestructurales de la dentina envuelta en la adhesión.
- Factores del paciente: El grado de tensión oclusal y edad del paciente son factores esenciales que influyen en la adhesión, por ejemplo es el caso de pacientes con bruxismo y con respecto a la edad, se dice que los pacientes de edad mas avanzada presentan menos capacidad de adhesión, posiblemente por los cambios que se producen en la dentina y esmalte.
- Factores comerciales: los compuestos químicos empleados por las distintas casas comerciales pueden hacer la diferencia entre una adecuada adhesión o una mala<sup>8</sup>.

#### ADHESIÓN AL ESMALTE:

El esmalte es un cuerpo sólido, cristalino, con una alta energía de superficie, por no tener prácticamente agua en su composición, es fácil de limpiar y secar. Dadas sus características morfológicas fisicoquímicas, es capaz de absorber en su interior y adsorber en su superficie fluidos que lo rodeen. Si se encuentra limpio y seco se comportará como un cuerpo hidrófilo (ávido por ser humectado) y esto puede ser observado cuando se aísla de manera absoluta un diente. La estructura y propiedades físicas del esmalte, lo hace que sea de una dureza similar al acero, pero a la vez es frágil y propenso a micro y macrofracturas<sup>9</sup>.

La colocación de ácido fosfórico sobre la superficie del esmalte produce una activación del sustrato adamantino, el efecto que produce es de desmineralizar y disolver la matriz inorgánica de hidroxiapatita, dando lugar a la formación de microporos y microsurcos. Estos ácidos transforman la superficie del esmalte intacto

que es de baja tensión superficial, en un área activa, limpia, desmineralizada y de alta energía superficial<sup>9</sup>.

Los ácidos aplicados sobre el esmalte, actúan como donantes de protones y el esmalte actúa como receptor de protones, transformándose así el área de baja carga superficial en áreas de alta carga. Esta acción permite que el tejido se impregne del monómero empleado por el adhesivo y se retenga dentro de los microporos y microsurcos<sup>9</sup>.

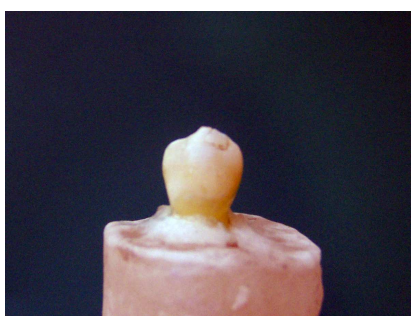


Figura 1

Diente antes de aplicar el ácido  
Fosfórico al 37%

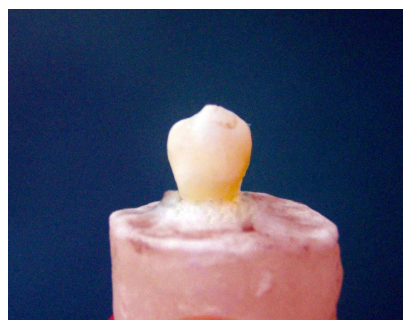


Figura 2

Diente luego de la aplicación del ácido  
Fosfórico al 37%

Muchos sistemas adhesivos cuentan con un *primer* y un *bond*; el primero, posee propiedades hidrofílicas, es decir, tiene afinidad por el agua lo que es muy eficaz al colocarlo sobre dentina, mientras que el *bond* por el contrario es hidrófugo es decir funciona solo si la superficie esta totalmente seca<sup>9</sup>. Este último es el más empleado en los sistemas adhesivos ortodónticos, ya que como se mencionó anteriormente el esmalte posee una mínima cantidad de agua en su composición, la cual con una adecuada técnica de secado puede ser removida y proporcionar una condición adecuada para recibir el adhesivo de manera muy eficaz.

#### ADHESIÓN EN ORTODONCIA:

Históricamente, podemos referirnos al francés Pierre Fauchard como el padre de la ortodoncia, cuando en el año 1728 refiere que es posible realizar movimientos dentales. Pierre Fauchard diseña una banda metálica con perforaciones que permiten el paso de hilos para sujetarla a dientes vecinos<sup>10</sup>.

Hunter en 1757 creó un aparato similar al de Fauchard pero de tipo metálico y se extendía a todos los dientes de la arcada.

En 1803 Fox diseña un aparato similar, construido en oro y en lugar de hilos, estaba sujeto por alambres. Agrega además bloques de marfil para linguoverciones de los molares

John N. Farrar en 1895 crea las bandas continuas para premolares y molares, y bandas para los incisivos, es el primero en tomar en cuenta los movimientos radiculares.

Pero es Edward Angle quien con sus contribuciones en el siglo XIX hasta su muerte en 1930 es considerado el padre de la ortodoncia moderna. En 1928, reemplaza las cintas metálicas por bandas individuales para cada diente y surge la técnica de arco de canto. Este sistema presentaba grandes desventajas, entre ellas el tiempo de trabajo, la poca estética y la necesidad del cierre de espacio al ser retiradas las bandas.

Desde entonces, comienza a evolucionar la técnica de adhesión con investigadores como Tweed, Merrifield, Begg y muchos otros y se produce la transición entre las bandas individuales para cada diente y la adhesión directa de brackets sobre la superficie vestibular de los dientes<sup>11,12</sup>.

La técnica de adhesión directa ofrece grandes ventajas con respecto a la técnica multibanda, entre ellas encontramos:

- Superior estéticamente.
- Más rápida y simple.
- Menos molestias para el paciente.
- Permite la aplicación más exacta de los brackets
- Más higiénicas que las bandas.
- Menor riesgo de caries.
- No quedan espacios luego de retirados los aparatos.
- No hace falta tener mayor inventario de bandas<sup>54</sup>.

A partir de este momento comenzaron a aparecer distintas formas y estilos de brackets, así como diferentes tipos de adhesivos que se van mejorando cada día para dar al ortodoncista más y mejores herramientas de trabajo y que funcionen de manera efectiva y eficaz para beneficio tanto del paciente como de él mismo.

Newman<sup>13</sup> en la década de los 60, estableció que el éxito de la adhesión de diferentes tipos de resina se basa en el sistema de grabado ácido que se emplee, y que este sistema de grabado puede ser aplicado a cualquier ciencia de la odontología, incluyendo ortodoncia y a partir de ese momento, comienzan a emplearse con excelentes resultados por parte de los profesionales, siendo una técnica empleada aun en la actualidad<sup>14</sup>.

Los avances en las técnicas adhesivas, han hecho que el ortodoncista incorpore nuevos sistemas adhesivos, resinas de composite y sistemas de pegado de brackets en su práctica diaria; si se obtienen buenos resultados, esto puede influenciar en una disminución del tiempo silla en el consultorio y por ende en un tratamiento más eficaz.

Con la utilización de aparatología ortodóncica fija por tiempo prolongado, pueden existir cambios patológicos a nivel del esmalte dentario, muchas veces representados por manchas blancas sobre el esmalte al finalizar el tratamiento ortodóncico, lo que lo ha motivado a la búsqueda del material ideal<sup>15</sup>.

Pese a las recomendaciones realizadas por el ortodoncista y el odontólogo general, encontramos muchas de estas manchas blancas en los pacientes que han terminado el tratamiento ortodóncico, y estas no siempre deben ser atribuidas a defectos del material de adhesión o mala calidad del mismo, sino que también pueden atribuirse a fallas en la higiene oral que el paciente haya llevado durante el período de tratamiento ortodóncico.

Debe tenerse esto muy en cuenta cualquiera que sea la causa que la provoque, ya que un avance agresivo de estas lesiones, puede penetrar la superficie del esmalte y la dentina, transformándose en una caries que posteriormente deba ser desbridada y restaurada<sup>16,17</sup>

A través de los años, se han comprobado las propiedades anticariogénicas que posee el flúor sobre los dientes. En base a esto y en prevención de problemas de desmineralización producidos por las resinas ortodóncicas, se han comercializado muchos tipos de adhesivos que poseen en su constitución química elementos fluorados.

Desafortunadamente, estos sistemas adhesivos también presentaron ciertas desventajas que los hizo ser rechazados por el profesional, y era la baja afinidad que tenían los adhesivos con el esmalte dental, resultando en la baja fuerza a la adhesión y por su puesto, las caídas repetidas de los brackets durante el tratamiento y por consiguiente la prolongación del mismo<sup>18</sup>.

Underwood<sup>18</sup>, realizó un estudio clínico en 10 pacientes, durante 60 días y demostró que efectivamente los adhesivos que presentaban flúor en su composición química presentaron una disminución de hasta el 93% de daño al esmalte<sup>19</sup>.

Aunque la falla en el pegado de los brackets puede darse en cualquier lugar y en cualquier momento, ciertamente se ha dicho que la mayoría se caen en la segunda cita después del bondeado inicial. Esta falla inicial, tiene que ver muchas veces con la individualidad del paciente, es decir, forma del diente y ubicación dentro de la arcada. En este sentido podemos decir que los incisivos y caninos tienen menos falla que los premolares, al igual que los caninos maxilares se caen menos que los caninos mandibulares<sup>3</sup>.

Para establecer un concepto de adhesión al esmalte segura, es necesario crear una unión mecánica entre los prismas del esmalte grabado y la resina polimerizada. Una resina líquida intermedia de baja viscosidad, es esencial para lograr una resistencia de pegado adecuada. Pero es también de importancia el medio en el cual se encuentra, es decir los niveles de temperatura a los que son sometidos los adhesivos. Temperaturas elevadas producen que los niveles de tensión disminuyan<sup>20</sup>.

Los proveedores de  $H_3PO_4$  (ácido fosfórico) recomiendan rangos de concentración de 37% a 50% en gel del ácido tanto para realizar odontología preventiva, restauradora u ortodoncia. De cualquier manera, la separación o pérdida del calcio del esmalte ocurre con concentraciones de este tipo. Los estudios realizados por Wang,

demuestran que concentraciones de ácido fosfórico al 30% por 15 segundos, resultan adecuadas para un correcto grabado del esmalte, mientras que concentraciones bajas (2% a 5%) y altas (70% a 80%), resultan en una disminución en la fuerza de adhesión<sup>21</sup>.

La falla en el pegado de los brackets tanto con las resinas que requieren de luz para su polimerización como las autopolimerizables puede fallar por muchas razones y esto ocurre entre un 5% a un 7% de los casos<sup>22</sup>.

En la práctica ortodóncica por lo general encontramos 3 tipos diferentes de pegado de brackets:

1. Pegar el mismo bracket caído si la base no ha sido distorsionada.
2. Pegar un brackets nuevo.
3. Pegar un brackets a una banda si la resina se ha caído muchas veces<sup>18,22,,23</sup>.

Un bracket caído el cual no se encuentre alterado su base puede ser recolocado, siempre y cuando sea preparado de manera adecuada, sin embargo, se ha demostrado que la resistencia a la tensión que posee no es la misma, siendo esta mucho menor a la que obtendríamos con un bracket nuevo, aunque para muchos profesionales esto puede ser un ahorro en cuanto a costos se refiere<sup>22</sup>.

El estudio será centrado en el pegado de un bracket nuevo, el cual elimina fallas por el deterioro de la base, pérdida de propiedades del material, y por encontrarse libre de material residual que pueda alterar el resultado de la muestra.

Es necesario destacar que la fuerza de la masticación merece importante consideración al momento de evaluar las causas de la caída de dispositivos ortodónticos. La fuerza de la masticación en humanos que puede aplicarse a los dientes varía de un individuo a otro, sin embargo los varones ejercen mayores fuerzas que las mujeres, variando los niveles entre 44,9 Kg. y 35,8 Kg. respectivamente. No obstante, se han registrado niveles de fuerzas de hasta 443 Kg. Las fuerzas recibidas son más intensas en

la región posterior que en la anterior y pueden ser registrados valores de 41,3 a 89,8 Kg. para un primer molar y de 13,2 a 23,1 Kg. para un incisivo<sup>19</sup>.

Un bracket colocado sobre la superficie de un diente debe resistir fuerzas que cambian constantemente durante el tratamiento<sup>10</sup>. Las fuerzas producidas son muy variables con un rango de 50 Kg. y una fuerza controlada para mover un diente varía entre los 15 y 150 gr.<sup>20,4</sup>

Para lograr una mayor retención al momento del pegado de un bracket se debe realizar una adecuada desmineralización del esmalte, pues es necesario que la resina penetre al interior en proporciones adecuadas. Con una adecuada técnica de desmineralización puede conseguirse una profundidad de 10 a 30 $\mu$ m.<sup>14</sup>

Existen diversas técnicas para la desmineralización del esmalte dental antes de colocar un brackets, muchas resultan ser dañinas para el esmalte, tal es el caso del uso de la técnica de abrasión con aire. Este consiste en colocar presión de aire con partículas de óxido de aluminio (50/60  $\mu$ m) y el uso excesivo y la variación en el tamaño de las partículas podría llevar a cambios y desgastes innecesarios en el esmalte<sup>13</sup>. Casos tratados con este sistema dan buenos resultados, pero siguen siendo mejores cuando son acompañados por desmineralización con ácido<sup>26</sup>.

En la ortodoncia moderna, los adhesivos de aplicación directa resultan de gran ventaja para el ortodoncista, y es uno de los procedimientos más comunes en la práctica. Proporcionan una fácil, rápida y confortable técnica de aplicación al mismo tiempo que proporcionan grandes beneficios a la hora de retirar los brackets<sup>27</sup>.

Con la aparición del ionómero de vidrio, muchos ortodoncista comenzaron a aplicarlo como medio de adhesión entre el bracket y el esmalte sustituyendo así el uso de las resinas o composites.

Los brackets ortodóncicos pueden ser pegados a la superficie del diente empleando diversos tipos de cementos, pero las resinas poseen mejor adhesión que incluso muchos de los cementos de ionómero de vidrio, encontrándose una falla de



7.96% a favor de la resina en comparación a un 50.89% del ionómero, lo cual es un valor bastante significativo<sup>27</sup>

El ionómero de vidrio presenta grandes ventajas, entre ellos el hecho de que cuenta con flúor en su constitución, lo que disminuye las probabilidades de caries en los dientes. A pesar de esto, la menor resistencia del cemento de vidrio ionomérico crea por tanto una mayor falla en la adhesión anterior, lo que llevó a los profesionales a emplearlo solo como medio de unión para las bandas colocadas a nivel de los molares<sup>27</sup>.

La composición de algunos cementos de ionómero de vidrio, puede también llegar a ser perjudicial ya que muchos exceden la cantidad de elementos fluorhídricos, lo que puede llegar a presentar una desventaja. Estos actúan de manera dañina sobre el esmalte, produciendo su desmineralización. Se han encontrado cementos de este tipo que pueden llegar a contener hasta 44 veces más elementos fluorhídricos que las proporciones de las resinas convencionales<sup>28</sup>.

En definitiva, se ha probado que las resinas proporcionan mejor resistencia a la adhesión que los cementos de ionómero de vidrio y que ha habido mayores fallas en estos últimos que en los composites<sup>29</sup>.

Algunas resinas contienen además monómeros hidrofílicos para incrementar su capacidad de adhesión, ya que facilita su infiltración al esmalte dental, reduciendo la porosidad en la interfase y por tanto los defectos adhesivos, lo cual mejora grandemente la resistencia luego de la polimerización. Basados en estos conceptos se han introducido estos componentes a las resinas ortodónticas intentando mejorar la resistencia e integridad, y al mismo tiempo puede ser retirado el bracket de la superficie dental de manera segura sin dañar el esmalte<sup>30</sup>.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se emplearon 60 dientes de humanos, siendo seleccionados 30 premolares inferiores y 30 premolares superiores sin hacer distinción entre primeros o segundos. Dichos dientes fueron extraídos de diferentes consultorios odontológicos, y los mismos fueron preparados según los procedimientos de Joseph<sup>31</sup>, y Wang<sup>4</sup>. Inicialmente fueron colocados en solución fisiológica inmediatamente después de ser extraídos para prevenir su deshidratación, luego limpiadas las superficies vestibulares con piedra pómez con la ayuda de cepillos profilácticos colocadas sobre la pieza de mano de baja velocidad, esto para eliminar la placa bacteriana que persiste sobre la superficie dental luego de la extracción y que puede perdurar por muchos días aun sumergidos en la solución fisiológica<sup>28</sup>.

Para la selección de los dientes se optó por aquellos los cuales se encontraban sanas todas las superficies vestibulares, al igual que en ausencia de restauraciones, esto con el fin de eliminar variables en el estudio y al mismo tiempo porque dichas restauraciones pueden disminuir la resistencia o penetración de los composites. Las superficies con restauraciones requieren de elementos de adhesión extra que incluso pueden ser de uso no ortodóntico<sup>32</sup>.

De esta selección también fueron descartados dientes los cuales habían sido sometidos a materiales antioxidantes, como los empleados durante el blanquimiento dental, ya que esto puede disminuir la resistencia a la adhesión<sup>33,34</sup>.

En todos los casos fue necesario realizar una cuidadosa revisión de cada uno de los dientes empleados en la muestra del estudio, para verificar que dichos dientes se encontraran libres de cualquier material que pueda afectar la adhesión sobre el esmalte dental, como por ejemplo restos de cálculo o resinas producto de una ortodoncia previa, ya que esto alteraría los resultados del estudio de la muestra<sup>35</sup>.

En el mercado podemos encontrar una diversidad de brackets: metálicos, cerámicos, acrílicos, etc., al igual que pueden encontrarse variaciones en el diseño y forma, cada uno respaldado por respectivos estudios clínicos, sin embargo con el fin de lograr un estándar, se empleó solo un (1) tipo, siendo seleccionados los de

Orthoorganizers, de acero inoxidable, slot 0.022, con prescripción Roth e individualizados para premolares superiores e inferiores.

Los dientes fueron colocados sobre una base deacrílico, de tal forma que la superficie vestibular quedara perpendicular a la base, de manera que al colocar los brackets, la fuerza incidiera de manera paralela al eje axial del diente y disminuir así el error de la prueba<sup>12</sup> para luego ser llevados a la maquina de prueba universal de fuerzas.

La maquina empleada, fue la Tinius Olsen con capacidad de hasta 30 toneladas de fuerza, la cual posee cualidades similares a la Instron<sup>6</sup>. Dicha maquina fue facilitada por la facultad de Ingeniería de la Universidad Central del Ecuador según los protocolos y estatutos que la casa universitaria solicita.



Figura 3  
Colocación del diente en la base  
De PVC y acrílico



Figura 4  
Vista oclusal de los dientes montados

En la Tinius Olsen pueden realizarse ensayos de materias primas tales como metales, polímeros, tejidos, gomas, adhesivos, comida o también en productos terminados. La variedad de ensayos a realizar es muy amplia e incluye: ensayos de tensión, de corte, de compresión, de flexión, curvatura, perforación, estallido, de desgarre, y cisallamiento, de índice de fluidez (melt flow), de impacto Charpy e Izod, de fricción, rigidez, distorsión por calor, penetración Vicat y de torsión, los mismos que pueden realizarse cumpliendo con todas las normas internacionales requeridas<sup>36</sup>.



Figura 5  
Maquina de pruebas universales  
de fuerza; vista panorámica



Figura 6  
Maquina de pruebas universales  
de fuerza; vista lateral

Uno de los aspectos esenciales para la colocación de un bracket es la preparación profiláctica, ya que debido al hecho de que los dientes poseen placa bacteriana en su superficie, esta actúa como un factor directo en la falta de adhesión. La decisión de emplear cepillo profiláctico colocado en la pieza de mano de baja velocidad, en lugar de limpieza con cepillo convencional, fue basada en el estudio de Hansen y Killooy<sup>37</sup>, quienes demostraron que había mejor eficiencia en la remoción de placa bacteriana con los cepillos rotatorios que con los cepillos convencionales

Para realizar la preparación profiláctica se empleó piedra pómez, colocada sobre la superficie vestibular de cada uno de los dientes y mediante el empleo de cepillos profilácticos colocados en la pieza de baja velocidad, se procedió a hacer la limpieza de la superficie. Este procedimiento fue llevado a cabo en cada diente de manera individual por un lapso de 60 segundos. Luego fueron lavados y secados con presión de aire libre de agua o aceites, para producir un medio totalmente seco.



Figura 7

Preparación profiláctica con piedra  
Pómez y cepillo vista vestibular



Figura 8

Preparación profiláctica con piedra  
Pómez y cepillo; vista oclusal

Luego de la preparación profiláctica de los dientes se procedió a realizar la desmineralización de la superficie labial del diente, empleando ácido fosfórico, al 37% por un lapso de 60 segundos, para luego ser lavado y colocarle presión de aire libre de aceite o agua por un tiempo de 15 segundos para no producir deshidratación al secar.

El proceso de colocación del ácido, disuelve el componente inorgánico del esmalte, creando porosidades y hendiduras microscópicas y submicroscópicas, que ayudan a mejorar la retención de los composites a la superficie del esmalte que se sabe que aumentan la porosidad del esmalte lo que resulta en un incremento en el área de retención mecánica<sup>38</sup>

Wolfgang señala que una concentración de ácido del 5% aplicado sobre la superficie del diente, puede ser suficiente y que los resultados son óptimos<sup>39</sup>. Sin embargo, la mayoría de los estudios indican que es preferible una concentración de ácido un poco mayor que produce una profundidad adecuada, y que puede estar en un rango entre el 30% y 50%, en ortodoncia la más empleada es la concentración de 37% y se recomienda dejar por un lapso de 30 a 60 segundos<sup>40,41,42</sup>.

Se establecieron diferencias significativas y estadísticas entre las resinas más utilizadas en la práctica diaria empleando 3 sistemas adhesivos diferentes. Con el objetivo de eliminar variables los sistemas se estandarizaron, siendo todos de autopolimerización, y las casas comerciales seleccionadas fueron: 3M-Unitek, Orthoorganizers y Master-Dent. Se emplearon estos 3 tipos de resinas debido a que son

las de uso común en la práctica ortodóncica por ser de fácil adquisición en el mercado en nuestro medio.



Figura 9

Adhesivo de la casa Orthoorganizers



Figura 10

Adhesivo de la casa Master Dent

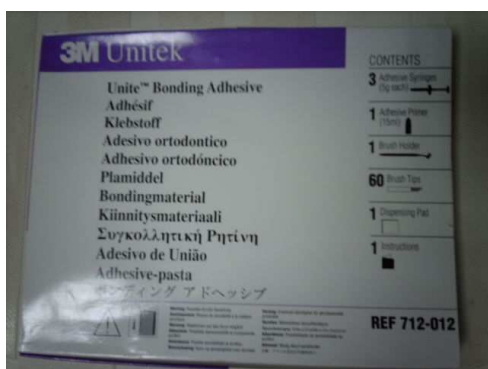


Figura 11-A



Figura 11-B

Adhesivo de la casa 3M-Unitek

Todos los dientes fueron preparados según las indicaciones del fabricante<sup>43</sup>, cada uno contaba con su primer, según indicación no debían ser mezcladas (no mix), y se emplearon brochas individuales para el primer para evitar la contaminación.

Los brackets seleccionados para el estudio fueron los Elite® OPTI-MIM® Mini-Twin®, de la mencionada marca Orthoorganizers, que entre sus características principales está la de que no poseen malla aislada, sino que la base forma parte del bracket y es micro-grabada con láser mediante el sistema CAD/CAM<sup>44</sup>.



Figura 12

Brackets de la casa Orthoorganizers



Figura 13

Base del Bracket de la casa Orthoorganizers

El diseño de cada bracket está hecho tomando en cuenta la anatomía dental para proporcionar una mejor adaptación de la base a la superficie vestibular del diente, lo que individualiza si es para premolares superiores o inferiores. Los brackets diseñados para los primeros y segundos premolares inferiores presentan  $22^\circ$  de torque y  $0^\circ$  de inclinación en cualquiera de los casos según la prescripción de Roth con la cual fueron diseñados los brackets y según esta, se hace indiferente si colocan en uno o en otro diente. De igual manera sucede en el caso de los primeros y segundos premolares superiores, ya que los mismos poseen mismo torque y misma inclinación ( $-7^\circ$  y  $0^\circ$ )<sup>44</sup>.

Los brackets empleados fueron todos de slot 0.022. Podemos encontrar 2 aleaciones distintas de los Elite® OPTI-MIM® Mini-Twin®: Acero inoxidable y Nickel-Lite®. Para evitar diferencia en los resultados, se eligió emplear solo un tipo, el de acero inoxidable, ya que es de más fácil adquisición en el mercado y por consiguiente, el más empleado<sup>44</sup>.

Otra de las características que presentan los brackets Elite® OPTI-MIM® Mini-Twin®, es que se encuentran en el mercado con o sin hook, lo cual no es más que un pin o extensión del mismo material del bracket, empleado durante el tratamiento ortodóncico como apoyo a aditamentos adicionales pero los cuales no son indispensables para este estudio; sin embargo, se emplearon aquellos que los tuvieran para evitar variaciones en el peso del aditamento.

Un aspecto importante que debe ser señalado son los valores de presión a los cuales son sometidos los dientes durante las pruebas. Para realizar dichas pruebas, los dientes son sometidos a fuerzas y estas son expresadas en Kg. fuerza (Kgf). Para obtener medidas precisas, es necesario llevar estas unidades a megapascales (MPa), esto se debe a que los Kgf, solo representan la fuerza que recae sobre toda la estructura, en este caso el brackets completo, y no refleja la resistencia del adhesivo.

Para obtener los valores exactos de la resistencia del adhesivo, es necesario calcular el área de la base del bracket, ya que en este sitio donde va a estar la resistencia a la fuerza, y debido a la forma de la base, para obtener el valor del área tomamos la fórmula para un trapecio que es la siguiente:

$$A = \frac{(a+b) \times h}{2}$$

Donde:      A= área  
                  a= longitud lado gingival  
                  b= longitud lado oclusal  
                  h= altura ocluso-gingival

Dadas las circunstancias, tendríamos 2 valores registrados, Kgf y milímetros cuadrados (mm<sup>2</sup>); para que estos datos sean compatibles se llevan los Kgf a Newton fuerza (Nf) multiplicándolo por 10.

Por tanto al dividir los Newton fuerza (Nf) entre el área en milímetros del bracket, obtenemos el valor de la presión ejercida sobre el adhesivo y el resultado lo obtenemos N/mm<sup>2</sup> lo que es igual a megapascales (MPa) Los megapascales (Mpa) son medidas de presión o tensión, y por esto es la importancia de determinar su valor en la investigación.

Para obtener los valores del área de la base del bracket, se empleó un calibrador electrónico, el mismo que ofrece valores exactos hasta de 3 decimales y que fue empleado para medir cada uno de los lados del bracket. Obtenidos los valores y aplicada la fórmula, obtuvimos un área de la base del bracket de 0.2 mm<sup>2</sup>.





Figura 14  
Calibrador electrónico

Todos los brackets fueron colocados en la superficie vestibular de los dientes tomando en cuenta su eje longitudinal y en el centro de la corona anatómica. El exceso de resina fue retirado con un explorador sin alterar la posición original del brackets<sup>40</sup>. Fueron todos colocados por el mismo operador.

La cantidad de resina que debe ser colocada sobre el bracket no presentó una variable a considerar en el estudio, esto se debe a que según las investigaciones realizadas por Mckay<sup>45,46</sup> en los cuales evalúa la influencia del espesor de resina comparada con la adhesión química de las resinas autocuradas, concluye que un aumento o disminución de resina de hasta 0.5 mm. de espesor, no tiene un efecto estadísticamente significativo en los niveles de adhesión, y esta diferencia puede conseguirse con una presión adecuada sobre el bracket y retirando los excesos.

Los dientes empleados como muestras fueron seleccionados y divididos en 3 grupos, cada uno de los cuales contaba con 10 premolares inferiores y 10 premolares superiores. A cada diente se les pegaron bracket con resina autopolimerizable de las 3 casas comerciales elegidas para el estudio y se dividieron los grupos de la siguiente manera:

- Grupo 1-A: brackets pegados con adhesivo de la casa Master Dent,
- Grupo 2-A, brackets pegados con adhesivo de la casa Orthoorganizers
- Grupo 3-A brackets pegados con adhesivo de la casa 3M-Unitek.

Cada grupo de premolares fue colocado en 6 recipientes separados y debidamente identificados; todos los dientes que previamente fueron mantenidos en solución fisiológica posterior a su extracción, fueron trasladados a una solución de agua destilada para ser transportados<sup>6</sup> y acomodados de tal forma que los dientes no choquen

entre si, eliminando las posibilidades golpes, fatiga o se unieran unos a otros durante la transportación e interfiera en la resistencia del composite.

Los brackets fueron todos pegados el mismo día en un consultorio privado, siguiendo los procedimientos antes mencionados, y permanecieron sumergidos en la solución de agua destilada por 3 días antes de ser llevados a la maquina de pruebas universales de fuerzas, donde el procedimiento fue llevado acabo en un lapso de tiempo de 8 horas.



Figura 15  
Grupos muestrales

Se llevaron todas las muestras a la maquina de pruebas universal de fuerza Tinius Olsen y se les hizo pasar una espada sobre el bracket a una velocidad de 0.5 mm/seg.<sup>47</sup> La fuerza para despegar los brackets fue registrada en Kg. Los datos obtenidos fueron traducidos a megapascales, según el procedimiento descrito anteriormente.

Esta conversión debe llevarse a cabo, ya que los Kg. fuerzas obtenidos solo representan la presión que recae sobre el bracket, al llevar dichos kilogramos a megapascales estamos tomando en cuenta el área donde se encuentra el adhesivo y por consiguiente la presión que se realiza sobre él y no sobre el bracket en general. Es por esto que todos los registros de presión y torsión deben ser evaluados en megapascales<sup>2</sup>.

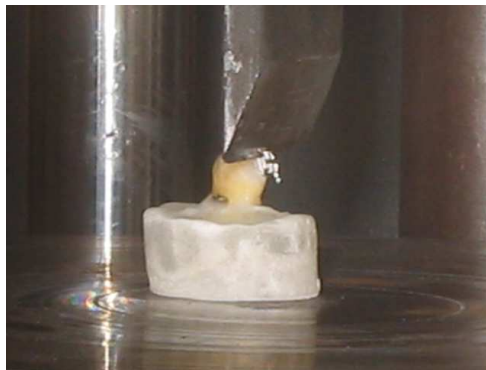


Figura 16

Espada de la Tinius Olsen sobre la el bracket

Los resultados obtenidos en los diferentes grupos fueron comparados individualmente para determinar si existía diferencia entre los grupos dentarios superiores e inferiores y al mismo tiempo fueron comparados dichos resultados entre las distintas casas comerciales, para evaluar la eficiencia de cada uno de los sistemas adhesivos.

Para determinar si existió error en el método de estudio, se prepararon 3 grupos extra de dientes a los cuales se aplicó exactamente los mismos procedimientos utilizados en la muestra inicial para determinar los niveles de error en las mediciones realizadas. Estos grupos fueron divididos de la siguiente manera:

- Grupo 1-B: comprobación de error de la casa Master Dent
- Grupo 2-B: comprobación de error de la casa Orthoorganizers
- Grupo 3-B: comprobación de error de la casa 3M-Unitek

Cada grupo contaba con una muestra de 4 dientes, con un total de 12 dientes para el error muestral. Los métodos de evaluación fueron los mismos para todos los dientes del grupo A como del grupo B para luego ser comparados entre sí.

## RESULTADOS

El análisis estadístico utilizado comprende dos fases; la primera fase corresponde a las medidas descriptivas comúnmente aplicadas en el estudio de datos extraídos de una población, son las referentes a las medidas de centralización: media, mediana y moda y las medidas de dispersión: varianza y desviación estándar. La segunda fase corresponde a la aplicación de la inferencia estadística, por lo tanto los datos obtenidos fueron sometidos a las pruebas estadísticas “t” de Student y “F” de Snedecor; con el objeto de contrastar las medidas descriptivas de los tres grupos analizados y constatar si presentan una diferencia estadísticamente significativa entre ellos. El intervalo de confianza aplicado fue del 95%, en consecuencia el nivel del valor crítico de “p” utilizado fue del 0,05.

La primera etapa del análisis, comparación individual de los grupos, arrojó como resultado en la prueba “t” de Student que no existe diferencia estadísticamente significativa entre premolares superiores e inferiores de todos los grupos. Los valores de p para cada grupo son los siguientes: grupo 1-A Master Dent  $p(1)=0.2934$ ; grupo 2-A Orthoorganizers  $p(2)=0.1009$  y grupo 3-A 3m-Unitek  $p(3)=0.2498$ . De igual manera, se observó que la mayor desviación estándar la presentaron los premolares inferiores del grupo 3-A 3M-Unitek que fue de 18,47 Kg. (92.37 MPa); indicando la gran variabilidad que existe en estas muestras con respecto a su media, representada en 157.50 MPa.

Tabla 1

**Análisis Estadístico**  
**Muestra de Premolares utilizando MASTER-DENT**  
**En MPa**

PREMOLARES	MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESV EST	Prueba F	T - Student
SUPERIOR	98.00	101.25	#N/A	1,894.17	43.52	<b>0.4723</b>	<b>0.2934</b>
INFERIOR	122.25	125.00	115.00	3,107.57	55.75		

n= 20  
**p >0.05**

Tabla 2

**Análisis Estadístico**  
**Muestra de Premolares utilizando ORTHOORGANIZERS**  
**En MPa**

PREMOLARES	MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESV EST	Prueba F	T - Student
SUPERIOR	90.50	85.00	#N/A	1,062.22	32.59	<b>0.0230</b>	<b>0.1009</b>
INFERIOR	135.75	120.00	#N/A	5,454.24	73.85		

n: 20  
**p >0.05**

Tabla 3

**Análisis Estadístico**  
**Muestra de Premolares utilizando 3M-UNITEK**  
**En MPa**

PREMOLARES	MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESV EST	Prueba F	T - Student
SUPERIOR	120.00	105.00	150.00	2,565.28	50.65	<b>0.0880</b>	<b>0.2498</b>
INFERIOR	160.00	157.50	#N/A	8,531.94	92.37		

n: 20  
**p >0.05**

Al unir todos los datos de un mismo grupo y comparándolos entre si (segunda etapa del análisis estadístico); se observó en primer lugar que la media más alta fue representada por las muestras del grupo 3-A de la 3M Unitek con un valor de 140 MPa (28 Kg.).

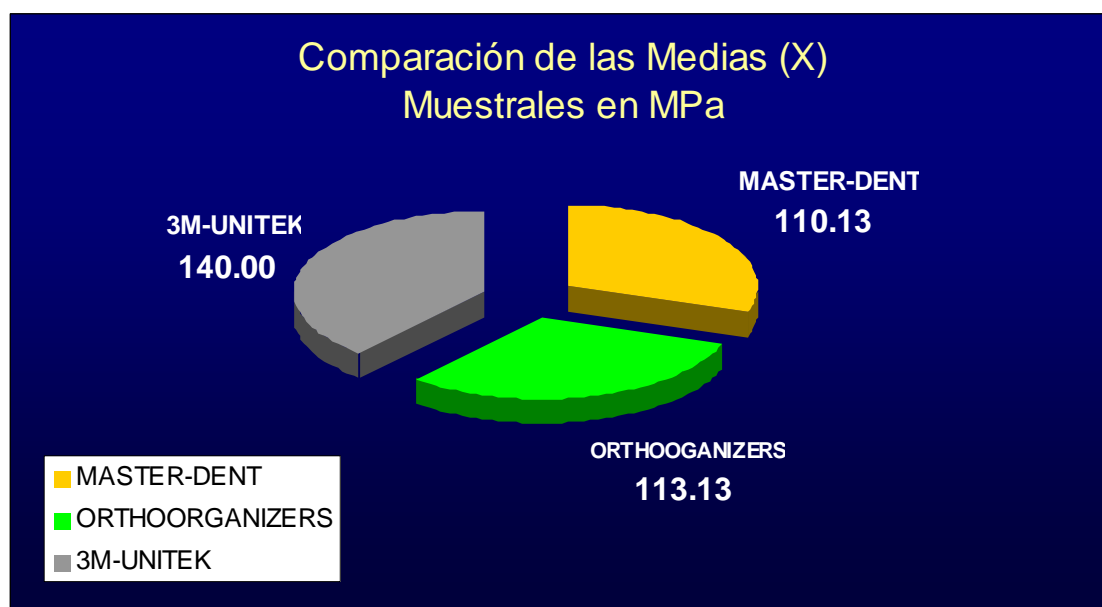


Gráfico 1

Comparación de las medias entre los grupos 1-A Master Dent, 2-A Orthoorganizer y 3-A 3M- Unitek en MPa

Tabla 4

**Análisis Estadístico de las Muestras estudiadas  
Comparación entre los 3 grupos adhesivos  
en MPa.**

MUESTRA	MASTERDEN T Grupo 1-A	ORTHOORGANIZER Grupo 2-A	MASTERDENT Grupo 1-A	3M-UNITEK Grupo 3-A	ORTHOORGANIZER Grupo 2-A	3M-UNITEK Grupo 3-A
<b>MEDIA</b>	110.13	113.13	110.13	140.00	113.13	140.00
<b>MEDIANA</b>	115.00	95.00	115.00	118.75	95.00	118.75
<b>MODA</b>	115.00	#N/A	115.00	240.00	#N/A	240.00
<b>VARIANZA.</b>	2523.99	3625.57	2523.99	5677.63	3625.57	5677.63
<b>DESV EST.</b>	50.2394	60.2128	50.2394	75.3501	60.2128	75.3501
<b>Error Estadístico de la X</b>	11.2339	13.4640	11.2339	16.8488	13.4640	16.8488
<b>Prueba F</b>		0.4372		0.0852		0.3366
<b>t - Student</b>		0.8651		0.1496		0.2207

n: 40

**p > 0.05**

Nota: #N/A : Ningún dato se repite en la muestra

En cuanto a las medidas de dispersión se detectó nuevamente que el grupo 3 (3M-Unitek) presentó los resultados más altos; obteniendo una desviación estándar de 75.35; reflejándose el mayor grado de dispersión de los datos de todas las muestras analizadas.

Por su parte, el grupo 1-A Master Dent, obtuvo los resultados más bajos; con una varianza de 2523,9967 y una desviación estándar = 50.2394; reflejando ser las muestras con mayor concentración de los datos alrededor de su media (110.13 MPa); esto se confirma con el resultado arrojado por el error estándar de la media, el grupo 1-B fue de un 11.2339; seguido por el grupo 2-B Orthoorganizers con un error estándar de la media de 13.4640 y por último el grupo 3-B correspondiente a la 3M-Unitek con un 16.8488.

En cuanto a los datos estadísticos de pruebas utilizadas en esta segunda etapa del estudio, se observó que ninguno de los grupos presentó diferencias estadísticamente significativas entre sí; todas las comparaciones arrojaron un  $p > 0.05$  en la prueba “t” de Student; cuando se comparó el grupo 1-A y 2-A presentaron un  $p = 0,8651$ , el grupo 1-A y el grupo 3-A mostraron una  $p = 0,1496$ ; mientras que la comparación entre el grupo 2-A y 3-A arrojó una  $p = 0,2207$ . Cabe destacar en la prueba referida como la F de Snedecor que los valores más pequeños se obtuvieron al comparar la muestra del grupo 1-A Master Dent con el grupo 3-A Unitek, lo que representa la mayor diferencia entre los 3 grupos estudiados.

Con respecto a los valores de fuerza registrados por cada grupo, el grupo 1-A de la casa Master Dent, presentó niveles más bajos que iban desde 4.0 Kg. (20 MPa) a 39 Kg. (197.50 MPa). El grupo 2-A correspondiente a Orthoorganizers presentó una mínima de 8.50 Kg. (42.50 MPa), con una máxima de 49.50 Kg. (247.50 MPa). Los valores más elevados, fueron los mostrados por el grupo 3-A correspondiente a la 3m-Unitek, representados por una mínima de 11.00 Kg. (55.00 MPa) y una máxima de 69 kgs. (345.00 MPa).

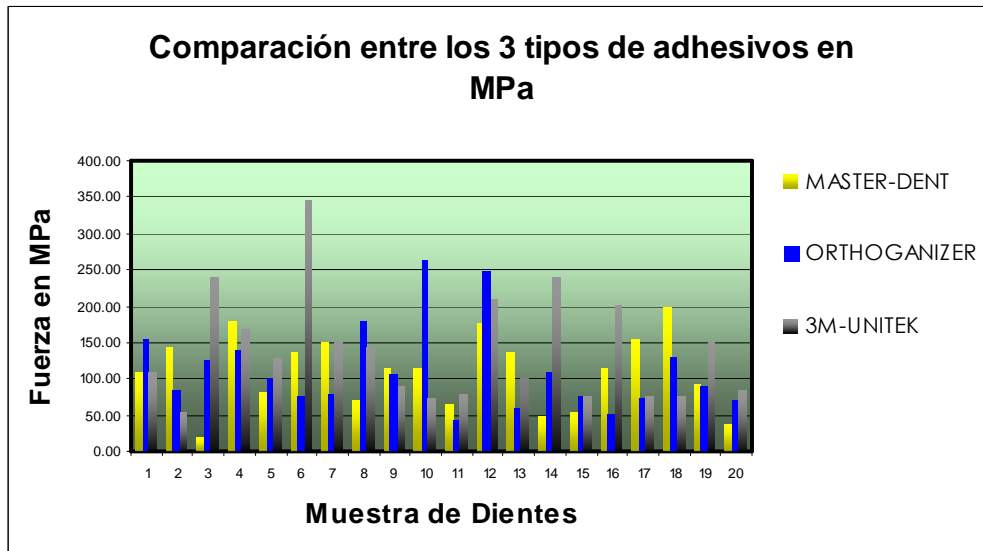


Grafico 2

Niveles de Fuerza en Mpa a la cual falla la adhesión de los brackets. Comparación entre los 3 grupos adhesivos

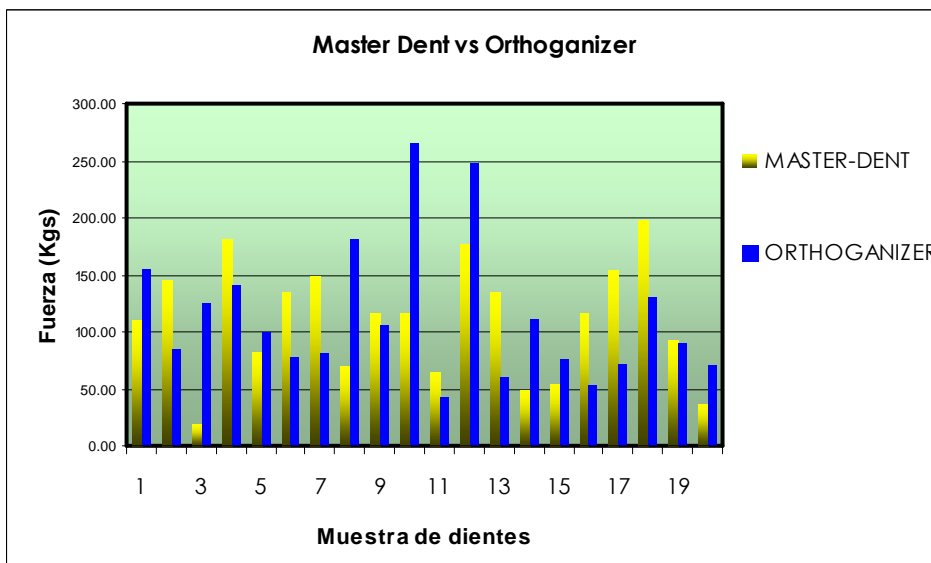


Grafico 3

Niveles de Fuerza en Mpa a la cual falla la adhesión de los brackets. Comparación entre el grupo 1-A Master Dent vs el grupo 2-A Orthoorganizers



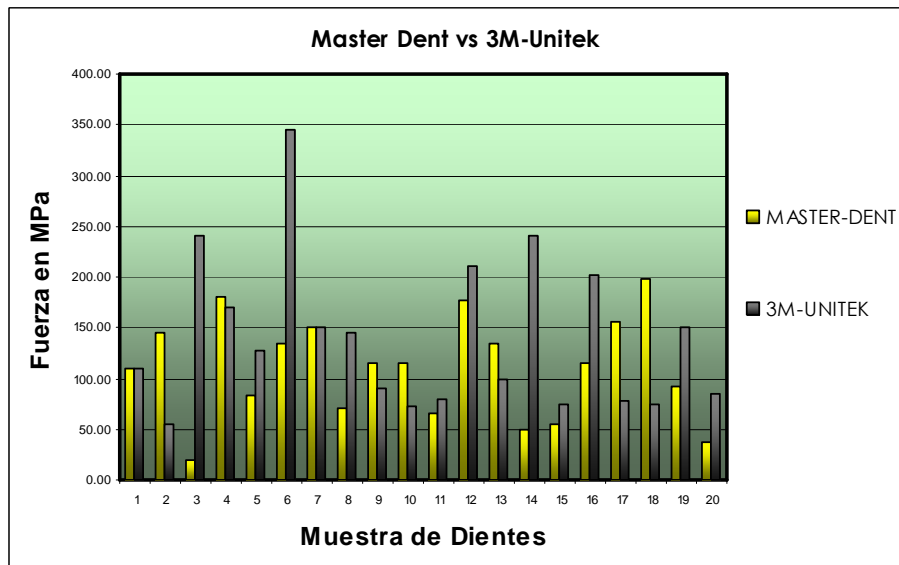


Grafico 4

Niveles de Fuerza en Mpa a la cual falla la adhesión de los brackets. Comparación entre los grupos adhesivos 1-A Master Dent vs y 3-A 3M-Unitek

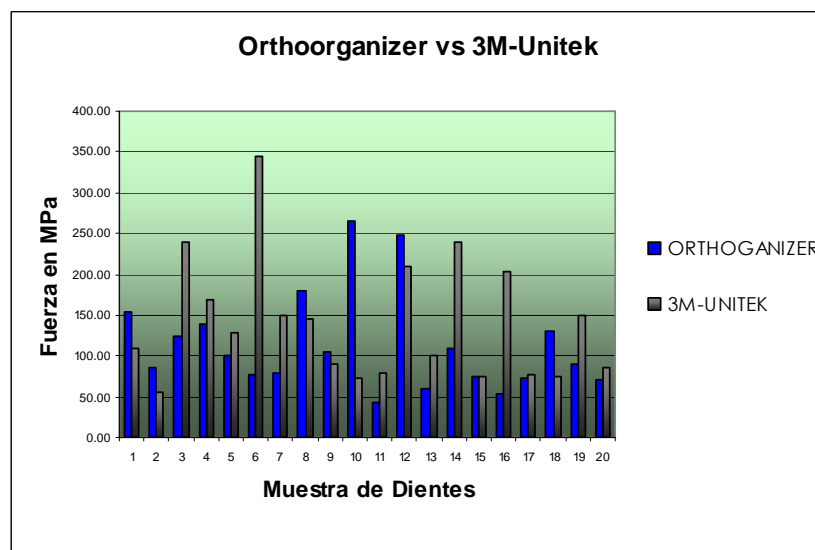


Grafico 5

Niveles de Fuerza en Mpa a la cual falla la adhesión de los brackets. Comparación entre el grupo 2-A Orthoorganizers y 3-A 3M-Unitek

Los resultados fueron confirmados al realizar una “prueba del error muestral”, el mismo fue realizado con una muestra de 04 datos para cada grupo; representando un 20% del total de la muestra del estudio realizado. Se observó que los valores más bajos de la media, varianza y la desviación estándar los presentó el grupo 1-B Master Dent; seguido por el grupo 2-B Orthoorganizers y posteriormente por el grupo 3-B 3M-

Unitek; corroborando que este último representa el grupo con mayor grado de dispersión y mayor utilización de fuerza al momento de despegar el bracket.

Estas cifras nos sugieren que en el procedimiento del error muestral, el promedio tendrá un margen de error mínimo cuando se utilice la marca Master Dent; aumentando muy moderadamente cuando se trabaje con la marca Orthoorganizers y el margen de error será un poco mayor cuando se trabaje con la marca 3M-Unitek.

Tabla 5

**Pruebas del Error Muestral  
Calculado en Mpa**

MUESTRA	MASTER DENT	ORTHO-ORGANIZERS	3M-UNITEK
1	57.50	95.00	187.50
2	130.00	142.00	112.50
3	37.50	185.00	242.50
4	57.50	72.50	175.00
<b>MEDIA</b>	70.63	123.63	179.38
<b>MEDIANA</b>	57.50	118.50	181.25
<b>MODA</b>	57.50	#N/A	#N/A
<b>VARIANZA</b>	1655.73	2512.56	2847.40
<b>DESV ESTANDAR</b>	40.69	50.13	53.36

n=4

Nota: N/A : Ningún dato se repite en la muestra

Representan el 20% del tamaño muestral del estudio

Tabla 6

**Comparación de las Muestras del Estudio vs Muestras del Error**

MASTER DENT			ORTHOORGANIZERS		3M-UNITEK			
ESTADISTICO	ESTUDIO	ERROR	ESTUDIO	ERROR	ESTUDIO	ERROR		
MEDIA	110.13	70.63	113.13	123.63	140.00	179.38		
MEDIANA	115.00	57.50	95.00	118.50	118.75	181.25		
MODA	115.00	57.50	#N/A	#N/A	240.00	#N/A		
VARIANZA	2,523.9967	1,655.7292	3,625.5757	2,512.5625	5,677.6316	2,847.3958		
DESV ESTANDAR	50.2394	40.6907	60.2128	50.1255	75.3501	53.3610		
DIF DESV EST		9.5487	DIF DESV EST		10.0873	DIF DESV EST		21.9891

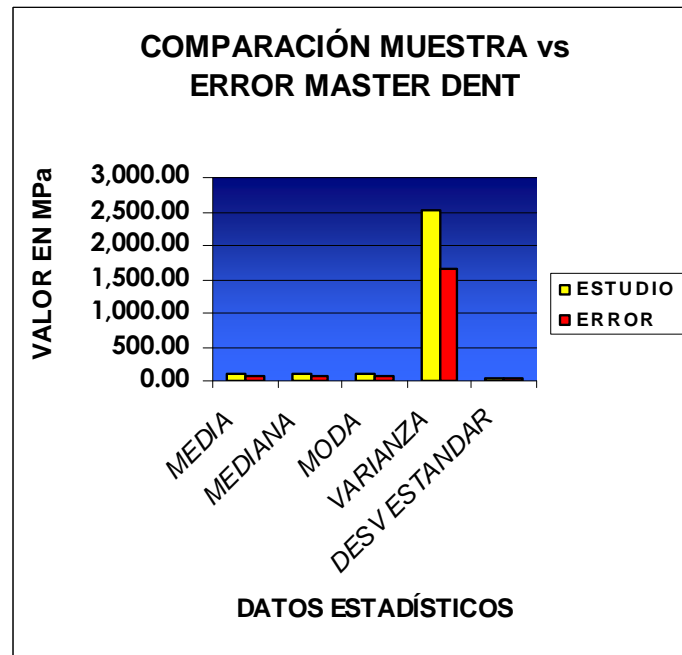


Grafico 6

Comparación estadística entre el grupo 1-A Master Dent B Estudio vs 1-B Master Dent Error

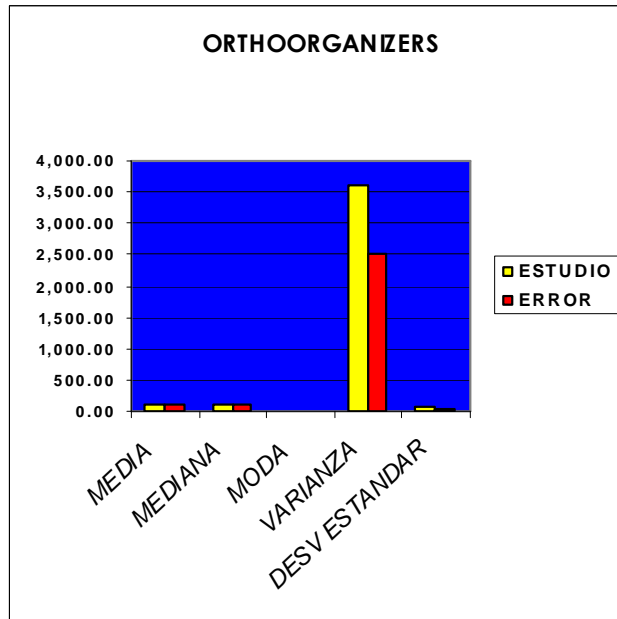


Gráfico 7

Comparación estadística entre el grupo 2-A Orthoorganizers estudio vs 2-B Orthoorganizers error

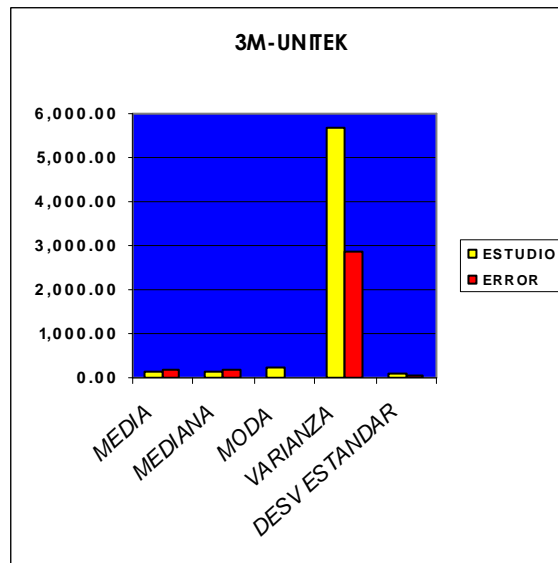


Gráfico 8

Comparación estadística entre el grupo 3-A Unitek estudio vs 3-B Unitek Error

## DISCUSIÓN

Los composites han sido uno de los materiales más usados para el pegado de brackets ortodónticos durante los últimos años. El ionómero de vidrio se desarrolló luego para mejorar las propiedades químicas y biológicas. Sin embargo los composites siguen demostrando ser más efectivos y con el mínimo daño al esmalte dental<sup>48</sup>.

El uso de ácido fosfórico sobre el esmalte ha sido asociado con un aumento en la aspereza de la superficie del diente y a través de esto, con un aumento de la retención del mismo lo que a su vez permite que la resina penetre de mejor manera y produzca una mayor superficie de adhesión<sup>49</sup>.

El estudio consistió en evaluar tres (3) diferentes sistemas adhesivos de autocurado y compararlos entre si para determinar cual de ellos mostraba una mayor resistencia a la adhesión demostrado mediante la medición de la fuerza a la cual se despegan los brackets en dientes individuales.

Los resultados obtenidos en esta investigación mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los grupos del estudio, pero si se establecieron diferencias numéricas entre los diferentes sistemas adhesivos.

Con respecto a los valores independientes de cada marca estudiada, ninguno presentó diferencias estadísticamente significativas cuando se relacionaron los premolares superiores e inferiores, sin embargo es de hacer notar que numéricamente en todos los casos ofrecieron mayor resistencia los premolares inferiores que los superiores para los 3 grupos.

En tal sentido, podemos decir que el grupo 1-A (Master Dent), presentó valores de media de 122.25 MPa para inferiores y 98.00 MPa para premolares superiores; el grupo 2-A correspondiente a Orthoorganizers se obtuvieron valores de medias de 130.00 MPa para premolares inferiores y 90.00 MPa para superiores y en el grupo 3-A de 3M-Unitek obtuvimos medias de 157.50 MPa y 105.00 MPa respectivamente.

Al evaluar cada uno de los 3 grupos de muestra de manera individual se encontró que el grupo que mostró valores de media más elevados fue el grupo 3-A, (3M-Unitek), con un valor de (140.00 MPa) y siendo el requirió de mayor fuerza para desprender un bracket (345.00 MPa); el segundo valor de media más alto fue grupo 2-A de la marca Orthoorganizers con un valor de 113.13 MPa y su valor más elevado al momento de la falla del bracket fue de 265.00 MPa y en tercer lugar con respecto a la media esta el grupo 1-A Master Dent con 110.13 MPa y 197.00 de valor máximo de resistencia.(ver anexo 2)

Reynolds<sup>50</sup> y Lopez<sup>51</sup> demostraron que los valores mínimos de resistencia de un brackets estudiado *in Vitro* podrían estar entre los 6 y 8 MPa de fuerza, lo que es un equivalente a 1.5 a 2 kgs de fuerza; valores conseguidos por encima de este nivel son considerados aceptables.

Sin embargo Reynolds también refiere que el valor óptimo de un bracket nuevo que es sometido a fuerza para su despegado debería estar cerca de los 60 Kgs cm<sup>2</sup>, tales valores son considerados exitosos<sup>3</sup>.

Existe una gran variabilidad en los niveles de fuerzas recomendados por los estudios, por ejemplo, en comparación con Reynolds, Chung<sup>1</sup> obtuvo valores entre 16 y 18 MPa, con un equivalente a 4 y 4.5 Kg.

Como se mencionó anteriormente, en esta investigación se emplearon brackets nuevos, ninguno de ellos fue reciclado ni “rebondado”; debido a que esto disminuye la fuerza de adhesión de los brackets y por ende daría como resultado registros aún más variables de los obtenidos en esta investigación y en su mayoría valores por debajo del promedio<sup>3,5</sup>.

El despegado de los brackets altera la secuencia del tratamiento ortodóntico resultando en incomodidad para el paciente y atraso en el tratamiento. Las fuerzas aplicada sobre los brackets son producidas principalmente por causa de la masticación; resultando en promedio entre 13 a 15 Kg. en el sector anterior y de aproximadamente 30 Kg. en el sector posterior<sup>18</sup>. La comida imprime fuerzas directas sobre los brackets que

pueden llevar a su caída y la correcta colocación y adecuada presión de pegado representan un gran cambio en la disminución de la caída de los aditamentos.

Existen otros factores clínicos que pueden alterar la resistencia de las resinas *in vivo* y es importante mencionar al momento de relacionar los valores obtenidos en este estudio en comparación a la práctica diaria, entre ellos podemos mencionar: contaminación al momento de hacer el grabado ácido, dientes parcialmente erupcionados, pobre cooperación del paciente, contactos oclusales entre otros<sup>19</sup>.

El factor dietético del paciente puede tener igualmente efectos en la resistencia a la adhesión, ya que por ejemplo la ingesta de bebidas como los refrescos de cola, pueden causar erosión sobre la superficie del esmalte aumentando el riesgo de su caída, bien sea que sean consumidos antes o durante el tratamiento<sup>50</sup>. Este elemento no fue considerado en la selección de los dientes para el estudio.

Un elemento importante de considerar es la variabilidad en la anatomía dental. Durante el estudio pudimos observar la gran variación que existe en la superficie vestibular de los dientes seleccionados, aun cuando los mismos fueron de un mismo grupo (premolares). Underwood<sup>37</sup> señala que la falla en el despegado de brackets entre incisivos centrales, laterales, caninos y primeros premolares, está en un rango del 4% al 10% y los segundos premolares presentan un valor mucho más alto a la fractura. Por consiguiente esta variación entre primeros y segundos premolares puede presentar una variable con respecto a la adaptación de la base del bracket a la superficie dental, lo que puede ser la causa de la diversidad de valores obtenidos en el estudio.

Al revisar nuevamente los datos obtenidos podemos establecer los siguientes criterios: primero, no hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de premolares superiores e inferiores, lo cual indica que la adaptación de los brackets seleccionados a la superficie del diente fue adecuada en ambos casos, y por consiguiente pudieron unirse ambos grupos para obtener muestras más grandes.

El hecho de que no exista una diferencia estadísticamente significativa en la fuerza a la cual se despegan los brackets adheridos con los tres sistemas adhesivos nos sugiere

que todos ellos pueden ser utilizados de manera confiable y eficaz en el consultorio dental.

En tercer lugar podemos encontrar que los niveles de dispersión de los datos determinados por la varianza, muestra valores muy elevados, acentuándose en los correspondientes al grupo 3-A de la 3M-Unitek. Esto nos indica que los valores obtenidos con respecto a la media son muy variables, por tanto tenemos niveles muy distintos de fuerza que podrían tolerar los brackets antes de ser despegados, lo cual indica la presencia de factores como anatomía dental u otros que pudieran influir en la exactitud de los resultados.

Al momento de realizar la recolección de los dientes en los consultorios, no se estableció un protocolo para llevar a cabo el procedimiento. Esto puede haber ocasionado que los dientes incluidos en la muestra contaran con una gran variabilidad en cuanto a forma anatómica, la edad de los pacientes, procedimientos odontológicos previos como fluorizaciones, hábitos y otros. Esta omisión pudo haber intervenido en la gran variabilidad de la fuerza de despegado de los brackets encontrado en este estudio en todos los grupos.



## CONCLUSIONES

Se realizó un estudio *in vitro* de la cantidad de fuerza requerida para despegar brackets adheridos a la superficie vestibular de 60 premolares superiores e inferiores con tres diferentes tipos de adhesivos de resina de autocurado correspondientes a 3 casas dentales (3M-Unitek, Orthoorganizers y Master-Dent). Al analizar y comparar los resultados obtenidos con respecto a los valores de falla de un bracket, se puede concluir lo siguiente:

- No hubo diferencias estadísticamente significativas entre los promedios de fuerza requeridos para despegar los brackets con los 3 diferentes tipos de resina estudiados.
- Los dientes del grupo 1-A (Master Dent) mostraron menor fuerza a la adhesión presentando una máxima de 197.00 MPa. (39.00 Kg.)
- Los dientes del grupo 3-A (3M-Unitek) requirieron la mayor fuerza para ser despegados de 345.00 MPa (69 Kg.).
- Los grupos premolares superiores e inferiores presentan diferencias numéricas, pero no estadísticamente significantes, observando en todos los casos mayor resistencia al despegado en los premolares inferiores que en los premolares superiores.
- Los resultados obtenidos en este estudio sugieren que cualquiera de los 3 sistemas adhesivos Master Dent, Orthoorganizers y 3M-unitek pueden ser utilizados en el consultorio de manera confiable, efectiva y eficaz, siendo más recomendada el adhesivo de 3M-Unitek por haber presentado en este estudio los valores de resistencia al despegado más elevados.
- En comparación con estudios previos, los valores obtenidos en MPa para despegar los brackets son óptimos para todos los casos, sin embargo el grado de dispersión presente es un indicativo también de las bajas cargas que pueden soportar algunos dientes dependiendo de su anatomía.

## CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES

Se ha discutido mucho acerca de la adhesión de los brackets al esmalte dental, pero al momento de realizar este tipo de estudios deben tenerse en consideración ciertos aspectos como la selección adecuada de los dientes, correcta manipulación de los dientes para evitar su deshidratación técnica profiláctica y la técnica de grabado ácido.

La recomendación en nuestro caso es realizar una profilaxis adecuada con pieza de mano a baja velocidad y piedra pómez, ya que la misma ofrece excelentes resultados sobre la superficie del diente y sin producir alteraciones en el esmalte dental<sup>18</sup>.

En tales circunstancias establecemos tres consideraciones como principales a tomar en cuenta en estudios similares:

- Se debe tener especial cuidado con respecto a la anatomía dental, ya que la variación individual entre las piezas dentarias puede influir en la adaptación del bracket a su superficie.
- Es recomendable para este tipo de estudio emplear grupos de dientes con mayores similitudes, es decir, solo 1<sup>eros</sup> premolares superiores, 1<sup>eros</sup> premolares inferiores, segundos premolares superiores o inferiores; para disminuir aun más las variables y obtener resultados aun más precisos.
- La edad del paciente puede influir, ya que los niveles de mineralización del esmalte y dentina pueden representar una diferencia, por lo tanto es recomendable utilizar dientes de similares grupos etéreos.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Katona T.R. y Long R.W. Effect of loading mode on bond strength of orthodontic brackets bonded with 2 systems. AJODO. 2006; 129:60-4.
2. Katona T.R. A comparison of the stresses developed in tension, shear peel, and torsion strength testing of direct bonded orthodontic brackets. AJODO. 1997;112:244-51.
3. Egan F.R., Alexander S.A. Cartwright G.E. Bond strength of rebounded orthodontics brackets. AJODO.1996;109:64-9.
4. Proffit W. R. Contemporary Orthodontics. 1era edición St Lois: CV Mosby 1986:229-36.
5. Gómez de Ferraris M<sup>a</sup>.E. y Campos A. Histología y embriología bucodental. 2<sup>da</sup> edición. 2003; 85-90.
6. Sheykholeslam Z. y Brandt S. Some factors affecting the bonding of orthodontic attachment to tooth surface. JCO. 1977 Noviembre:734-43.
7. Anusavice, K.J. Ciencia de los materiales dentales de Phillips. 10<sup>ma</sup> edición 1996;13-37
8. Coba J.L. Biomateriales dentales. 1<sup>era</sup> edición 2004;195-202.
9. Hinostroza G. Adhesión en odontología restauradora. 20<sup>a</sup> edición. 2003;72-9
10. Bishara S.E. Ortodoncia. 1<sup>o</sup> edición 2001; 203-20.
11. Mayoral J. Mayoral G. y Mayoral P. Ortodoncia, principios básicos y práctica. 6<sup>ta</sup> edición. 2004; 616-29.
12. Graber T.M. y Vanarsdall R.L. Ortodoncia, principios generales y técnica. 2<sup>da</sup> edición. 1997;520-40.
13. Newman G.V., Snyder W.H. y Wilson Ch.E. Acrylic adhesive for bonding attachments to tooth surface. Angle Orthodontics. 1968;enero:12-8.
14. Bishara S. E., VonWald L., Laffoon J.F. y Jakobsen J.R. Effect of altering the type of enamel conditioner on shear bond strength of a resin-reinforced glass ionomer adhesive. AJODO. 2000;118:288-94.

15. Neslihan A., Ayca A., Çağla S., Karabulut E., Ronca K y Saadet G. Shear bond strength of orthodontic brackets with 3 self-etch adhesives. AJODO. 2006;129:547-50.
16. Croll T.P. y Bullock G.A. Enamel microabrasion for removal of smooth surface decalcifications lesions. JCO. 1994;junio:365-70.
17. Ewoldsen N. Effects of enamel conditioning on Bond Strength with a restorative Light-Cure Glass Ionomer. 1995;octubre:621-24.
18. Underwood M.L., Rawls H.R. y Zimmerman B.F. Clinical evaluation of a fluoride-exchanging resin as an orthodontic adhesive. AJODO. 1989;96:93-99.
19. Okenson J. Oclusión y afecciones temporomandibulares. Harcourt Brace. 4ta edición. Madrid 1999; 45-54.
20. Tang A.T.H., Björkman L., Isaksson L., Lindbäck K.F., Sobocki A.A. y Ekstrand J. Retrospective study of orthodontics bonding without liquid resin. AJODO. 2000;118:300-06.
21. Wang N.W., Yeh Ch.L., Fang B.D., Sun K.T. y Arvystas M.G. Effect of H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> concentration on bond strength. Angle Orthodontics. 1994;64:337-82.
22. Chung Ch., Fadem B.W., Levitt H. y Mante F.K. Effect of two adhesion boosters on the shear bond strength of new and rebounded orthodontic brackets. AJODO. 2000;118:295-99.
23. O'Brien K.D., Read M.J.F., Sandison R.J. y Roberts C.T. A visible Light direct-bonding material: An in vivo comparative study. AJODO. 1989;95:346-51.
24. McCourt J.W., Cooley R.L. y Barnwell S. Bond strength of light-cure fluoride-releasing base-liners as orthodontic bracket adhesive. AJODO. 1991;100:47-52
25. Van Waveren W.L., Feilzer A.J. Pahl-Andresen B. The air-abrasion technique versus the conventional acid-etching technique: A quantification of surface enamel loss and a comparison of shear bond strength. AJODO. 2000;117:20-26.
26. Reisner K.R., Levitt H. y Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: A comparison between the use of a sandblaster and current techniques. AJODO. 1997;111:366-73.
27. Mendes M.J.A., Almeida M.A. y Chevitarrese O. Clinical comparison between a glass ionomer cement and a composite for direct bonding of orthodontic brackets. AJODO. 1995;107:484-87.

28. Wheeler A.W., Foley T.F., Mamandras A. Comparison of fluoride release protocols for *in vitro* testing of 3 orthodontic adhesives. AJODO. 2002;3:301-09.
29. McCarthy M.F. y Hondrum S.O. Mechanical and bond strength properties of light-cure and chemically cured glass ionómero cements. AJODO. 1994;105:135-41.
30. Ascensión V., Bravo L.A, Romero M., Ortiz A.J. y Canteras M. Effect of 3 adhesion promoters on the shear bond strength of orthodontic brackets: An *in vitro* study. AJODO. 2006;3:390-95.
31. Wang N.W. and Chau Lu a Tz. Bond strength with various etching times on young permanent teeth. AJODO. 1991;100:72-79.
32. Harai D. Aunni E., Gillis I. y Redlich M. A new multipurpose dental adhesive for orthodontic use: An *in vitro* Bond-strength study. AJODO. 2000;118:307-10.
33. Bulut H., Turkun M. y Dermibas Kayas A. Effects of antioxidizing agent on the shear bond strength of brackets bonded to bleached human enamel. AJODO. 2006;129:206-71.
34. Ewoldsen N. and Demke R. A review of orthodontic cements and adhesive. AJODO. 2001;120:45-48.
35. Bishara S.E., Laffon J.F., vonWald L. y Warren J.J. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of different orthodontic adhesives. AJODO. 2002;121:521-25.
36. Tinius Olsen. Fábrica de maquinaria universal especializada en tracción y/o compresión estática para ensayos de materiales. Obtenido en línea el 20 de abril de 2007. Disponible en <http://www.tiniusolsen.com/index-spanish.html>.
37. Hansen P.A., Killoy W., y Masterson K. Effects of brushing with sonic and counterrotational toothbrushes on the bond strength of orthodontic brackets. AJODO. 1999;115:55-60.
38. Coreil M.N., McInnes-Ledoux P., Ross Ledoux W., Weinberg R. Shear bond strength of four orthodontic bonding system. AJODO. 1990;97:126-29.
39. Carstensen W. Effects of reduction of phosphoric acid concentration on the shear strength of brackets. AJODO. 1995;108:274-77.
40. Newman G.V., Newman R.A., Sun B.I., Jack Ha J. y Ozsoylu S.A. Adhesion promoters, their effect on the bond strength of metal brackets. AJODO. 1995;3:237-41.

41. Armas H.R., Sadowsky L., Vlachos Ch., Jacobson A. y Wallace D. An in vivo comparison between a visible light-cured bonding system and a chemically cured bonding system. AJODO. 1998;113:271-74.
42. Arnold R.W., Combe E.C. y Warford J.H. Bonding of stainless steel brackets to enamel with a new self etching primer. AJODO. 2002;122:274-76.
43. Lindauer S.J., Browing H., Shoorff B. Marshall F. Anderson R.H.B. y Moon P.C. Effect of pumice prophylaxis on the bond strength of orthodontic brackets. AJODO. 1997;111:599-05.
44. Orthoorganizers. Catálogo de productos y materiales ortodóncicos. 2006;6-8
45. Bradburn G. and Pender N. An in vitro study of the bond of two light-cured composites used in the direct bonding of orthodontic brackets to molars. AJODO. 1992;102:418-26.
46. McKay F.A. The effect of adhesive thickness on the shear and tensile bond strength of concise. British Orthodontic Conference, Septiembre 1988 Glasgow.
47. Rosenbach G., Cal-Neto J.P., Oliveira S.R., Chevitaese O. y Almeida M.A. Effect of enamel etching on tensile bond strength of brackets bonded in vivo with a resin-reinforced glass ionomer cement. Angle Orthodontist. 2005;77:113-16.
48. Matheus M.P., dos Santos R.L., de Oliveira M.V., Oliveira A.C. y Romano F.L. Metallic brackets bonded with resin-reinforced glass ionómero cements under different enamel conditions. Angle Orthodontist. 2005;76:700-04
49. Cal-Neto J. y Miguel J.A.M. Scanning electron microscopy evaluation of the bonding mechanism of a self-etching primer on enamel. Angle Orthodontist. 2005;76:132-36.
50. Cozza P., Martucci L. De Toffol L. y Penco S.I. Shear bond strength of metal brackets on enamel. Angle Orthodontist. 2005;76:851-56
51. Lopez J.I. Retentive shear strengths of various bonding attachment bases. American Journal of Orthodontics. 1980;76:669-78.
52. Oncag G., Tuncer A.V. y Tosun Y.S. Acid soft drinks effects on the shear bond strength of orthodontic brackets and scanning electron microscopy evaluation of the enamel. Angle Orthodontist. 2004;75:247-53.
53. Mantilla S.D. Evaluación in vitro de la influencia en la resistencia adhesiva de la aplicación de hipoclorito de sodio sobre la superficie dentinaria usando dos tipos de sistemas adhesivos de generaciones diferentes: Optibond solo Plus y

Optibond self etch. Tesis de grado para obtención del título de Odontóloga.  
Junio 2005.

54. Reyes M.V. Evaluación *in Vitro* del grado de microfiltración en restauraciones con resina compuesta variando la técnica de aplicación de sistema adhesivo.  
Tesis de grado para la obtención del título de Odontóloga. 2006.

## Anexo 1

**Análisis Estadístico de las Muestras estudiadas  
Comparación entre las Resinas  
Kgf**

MUESTRA	MASTER DENT	ORTHO ORGANIZERS	MASTER DENT	3M-UNITEK	ORTHO ORGANIZERS	3M-UNITEK
1	22.00	31.00	22.00	22.00	31.00	22.00
2	29.00	17.00	29.00	11.00	17.00	11.00
3	4.00	25.00	4.00	48.00	25.00	48.00
4	36.00	28.00	36.00	34.00	28.00	34.00
5	16.50	20.00	16.50	25.50	20.00	25.50
6	27.00	15.50	27.00	69.00	15.50	69.00
7	30.00	16.00	30.00	30.00	16.00	30.00
8	14.00	36.00	14.00	29.00	36.00	29.00
9	23.00	21.00	23.00	18.00	21.00	18.00
10	23.00	53.00	23.00	14.50	53.00	14.50
11	13.00	8.50	13.00	16.00	8.50	16.00
12	35.50	49.50	35.50	42.00	49.50	42.00
13	27.00	12.00	27.00	20.00	12.00	20.00
14	10.00	22.00	10.00	48.00	22.00	48.00
15	11.00	15.00	11.00	15.00	15.00	15.00
16	23.00	10.50	23.00	40.50	10.50	40.50
17	31.00	14.50	31.00	15.50	14.50	15.50
18	39.50	26.00	39.50	15.00	26.00	15.00
19	18.50	18.00	18.50	30.00	18.00	30.00
20	7.50	14.00	7.50	17.00	14.00	17.00
<b>MEDIA</b>	22.03	22.63	22.03	28.00	22.63	28.00
<b>MEDIANA</b>	23.00	19.00	23.00	23.75	19.00	23.75
<b>MODA</b>	23.00	#N/A	23.00	48.00	#N/A	48.00
<b>VARIANZA</b>	100.9599	145.0230	100.9599	227.1053	145.0230	227.1053
<b>DESV ESTANDAR</b>	10.0479	12.0426	10.0479	15.0700	12.0426	15.0700
<b>Error Est de la X</b>	2.2468	2.6928	2.2468	3.3698	2.6928	3.3698
<b>Prueba F</b>	0.4372		0.0852		0.3366	
<b>T - Student</b>	0.8651		0.1496		0.2207	



Tamaño de la Muestra: 40

$p > 0.05$  No son significativamente distintos

## Anexo 2

### Análisis Estadístico de las Muestras estudiadas Comparación entre las Resinas MPA

MUESTRA	MASTER DENT	ORTHO ORGANIZERS	MASTER DENT	3M-UNITEK	ORTHO ORGANIZERS	3M-UNITEK
1	110.00	155.00	110.00	110.00	155.00	110.00
2	145.00	85.00	145.00	55.00	85.00	55.00
3	20.00	125.00	20.00	240.00	125.00	240.00
4	180.00	140.00	180.00	170.00	140.00	170.00
5	82.50	100.00	82.50	127.50	100.00	127.50
6	135.00	77.50	135.00	345.00	77.50	345.00
7	150.00	80.00	150.00	150.00	80.00	150.00
8	70.00	180.00	70.00	145.00	180.00	145.00
9	115.00	105.00	115.00	90.00	105.00	90.00
10	115.00	265.00	115.00	72.50	265.00	72.50
11	65.00	42.50	65.00	80.00	42.50	80.00
12	177.50	247.50	177.50	210.00	247.50	210.00
13	135.00	60.00	135.00	100.00	60.00	100.00
14	50.00	110.00	50.00	240.00	110.00	240.00
15	55.00	75.00	55.00	75.00	75.00	75.00
16	115.00	52.50	115.00	202.50	52.50	202.50
17	155.00	72.50	155.00	77.50	72.50	77.50
18	197.50	130.00	197.50	75.00	130.00	75.00
19	92.50	90.00	92.50	150.00	90.00	150.00
20	37.50	70.00	37.50	85.00	70.00	85.00
<b>MEDIA</b>	110.13	113.13	110.13	140.00	113.13	140.00
<b>MEDIANA</b>	115.00	95.00	115.00	118.75	95.00	118.75
<b>MODA</b>	115.00	#N/A	115.00	240.00	#N/A	240.00
<b>VARIANZA</b>	2,523.9967	3,625.5757	2,523.9967	5,677.6316	3,625.5757	5,677.6316
<b>DESV ESTANDAR</b>	50.2394	60.2128	50.2394	75.3501	60.2128	75.3501
<b>Error Est de la X</b>	11.2339	13.4640	11.2339	16.8488	13.4640	16.8488
<b>Prueba F</b>	0.4372		0.0852		0.3366	
<b>T - Student</b>	0.8651		0.1496		0.2207	

Tamaño de la Muestra: 40

$p > 0.05$

No son significativamente distintos

Nota  
#N/A : Ningún dato se repite en la muestra

## Anexo 3

**Pruebas del Error Muestral  
Cálculo en Kgf**

MUESTRA	MASTER DENT	ORTHO ORGANIZERS	3M-UNITEK
1	11.50	19.00	37.50
2	26.00	28.50	22.50
3	7.50	37.00	48.50
4	11.50	14.50	35.00
<b>MEDIA</b>	14.13	24.75	35.88
<b>MEDIANA</b>	11.50	23.75	36.25
<b>MODA</b>	11.50	#N/A	#N/A
<b>VARIANZA</b>	66.2292	100.7500	113.8958
<b>DESV ESTANDAR</b>	8.1381	10.0374	10.6722

Nota

#N/A : Ningún dato se repite en la muestra

Representan el 20% del tamaño muestral del estudio

**Comparación de las Muestras del Estudio vs Muestras del Error  
Kgf**

ESTADISTICO	MASTER DENT		ORTHOORGANIZERS		3M-UNITEK	
	ESTUDIO	ERROR	ESTUDIO	ERROR	ESTUDIO	ERROR
MEDIA	22.03	14.13	22.63	24.75	28.00	35.88
MEDIANA	23.00	11.50	19.00	23.75	23.75	36.25
MODA	23.00	11.50	#N/A	#N/A	48.00	#N/A
VARIANZA	100.9599	66.2292	145.0230	100.7500	227.1053	113.8958
DESV ESTANDAR	10.0479	8.1381	12.0426	10.0374	15.0700	10.6722
DIF DESV EST	1.9097		DIF DESV EST	2.0051	DIF DESV EST4.3978	

## Anexo 4

**Pruebas del Error Muestral  
Calculado en Mpa**

MUESTRA	MASTER DENT	ORTHO ORGANIZERS	3M-UNITEK
1	57.50	95.00	187.50
2	130.00	142.00	112.50
3	37.50	185.00	242.50
4	57.50	72.50	175.00
<b>MEDIA</b>	70.63	123.63	179.38
<b>MEDIANA</b>	57.50	118.50	181.25
<b>MODA</b>	57.50	#N/A	#N/A
<b>VARIANZA</b>	1655.73	2512.56	284740
<b>DESV ESTANDAR</b>	40.69	50.13	53.36

Nota

Representan el 20% del tamaño muestral del estudio

**Comparación de las Muestras del Estudio vs Muestras del Error**

ESTADISTICO	MASTER DENT		ORTHOORGANIZERS		3M-UNITEK	
	ESTUDIO	ERROR	ESTUDIO	ERROR	ESTUDIO	ERROR
MEDIA	110.13	70.63	113.13	123.63	140.00	179.38
MEDIANA	115.00	57.50	95.00	118.50	118.75	181.25
MODA	115.00	57.50	#N/A	#N/A	240.00	#N/A
VARIANZA	2,523.9967	1,655.7292	3,625.5757	2,512.5625	5,677.6316	2,847.3958
DESV ESTANDAR	50.2394	40.6907	60.2128	50.1255	75.3501	53.3610

DIF DESV EST

9.5487

DIF DESV EST 10.0873

DIF DESV EST: 21.9891

**Análisis Estadístico de las Muestras estudiadas  
Comparación entre las Resinas  
Kgf**

MARCA	PREMOLARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESV TIPICA	Prueba F	T – Student
MASTER-DENT	SUPERIOR	31.00	25.00	20.00	16.00	21.00	8.50	12.00	15.00	14.50	18.00	8.25	7.00	4.50	27.17	5.21	0.0000595	0.0094995
	INFERIOR	17.00	28.00	15.50	36.00	53.00	49.50	22.00	10.50	26.00	14.00							
ORTHO ORGANIZERS	SUPERIOR	6.50	25.00	7.50	16.00	21.00	8.50	12.00	15.00	14.50	4.00	17.78	14.75	#N/A	201.22	14.19		
	INFERIOR	17.00	28.00	15.50	36.00	53.00	49.50	22.00	10.50	26.00	14.00							
MASTER-DENT	SUPERIOR	31.00	25.00	20.00	16.00	21.00	8.50	12.00	15.00	14.50	18.00	8.25	7.00	4.50	27.17	5.21	0.0000170	0.0000826
	INFERIOR	17.00	28.00	15.50	36.00	53.00	49.50	22.00	10.50	26.00	14.00							
3M-UNITEK	SUPERIOR	22.00	48.00	25.50	30.00	18.00	16.00	20.00	15.00	15.50	30.00	25.55	21.00	30.00	237.29	15.40	0.7230371	0.1051104
	INFERIOR	11.00	34.00	69.00	29.00	14.50	42.00	48.00	40.50	6.50	17.00							
ORTHO ORGANIZERS	SUPERIOR	6.50	25.00	7.50	16.00	21.00	8.50	12.00	15.00	14.50	4.00	17.78	14.75	#N/A	201.22	14.19		
	INFERIOR	17.00	28.00	15.50	36.00	53.00	49.50	22.00	10.50	26.00	14.00							
3M-UNITEK	SUPERIOR	22.00	48.00	25.50	30.00	18.00	16.00	20.00	15.00	15.50	30.00	25.55	21.00	30.00	237.29	15.40		
	INFERIOR	11.00	34.00	69.00	29.00	14.50	42.00	48.00	40.50	15.00	17.00							
Tamaño de la Muestra:	40																	
Nota																		
#N/A : Ningún dato se repite en la muestra																		

**p > 0.05**



## Anexo 6

*Análisis Estadístico*  
**Muestra de Premolares utilizando MASTER-DENT**  
 MPa

PREMOLARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESV EST	Prueba F	T - Student
<b>SUPERIOR</b>	110.00	20.00	82.50	150.00	115.00	65.00	135.00	55.00	155.00	92.50	98.00	101.25	#N/A	1,894.17	43.52	<b>0.4723</b>	<b>0.2934</b>
<b>INFERIOR</b>	145.00	180.00	135.00	70.00	115.00	177.50	50.00	115.00	197.50	37.50	122.25	125.00	115.00	3,107.57	55.75		

Tamaño de la Muestra: 20

p&gt;0.05

*Muestra de Premolares utilizando ORTHOORGANIZERS*  
 MPa

PREMOLARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESV EST	Prueba F	T - Student
<b>SUPERIOR</b>	155.00	125.00	100.00	80.00	105.00	42.50	60.00	75.00	72.50	90.00	90.50	85.00	#N/A	1,062.22	32.59	<b>0.0230</b>	<b>0.1009</b>
<b>INFERIOR</b>	85.00	140.00	77.50	180.00	265.00	247.50	110.00	52.50	130.00	70.00	135.75	120.00	#N/A	5,454.24	73.85		

Tamaño de la Muestra: 20

p&gt;0.05

*Muestra de Premolares utilizando 3M-UNITEK*  
 MPa

PREMOLARES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MEDIA	MEDIANA	MODA	VARIANZA	DESV EST	Prueba F	T - Student
<b>SUPERIOR</b>	110.00	240.00	127.50	150.00	90.00	80.00	100.00	75.00	77.50	150.00	120.00	105.00	150.00	2,565.28	50.65	<b>0.0880</b>	<b>0.2498</b>
<b>INFERIOR</b>	55.00	170.00	345.00	145.00	72.50	210.00	240.00	202.50	75.00	85.00	160.00	157.50	#N/A	8,531.94	92.37		

Tamaño de la Muestra: 20

p&gt;0.05

Nota

#N/A : Ningún dato se repite en la muestra

**Anexo 7**

## CARTA DE DONACIÓN

Caracas 10 de septiembre de 2006

## Certificado de Donación

Yo, Dr. Pedro Napoleón Reyes Fernández, odontólogo, venezolano y de cédula de identidad número: v-3093128, a través de la presente certifico haber donado 60 dientes premolares, extraídos por indicación ortodóncica terapéutica a pacientes que acuden a la consulta del Ipas Me, para fines de investigación del odontólogo Luis A. Reyes R..

Atentamente;

Dr. Pedro N. Reyes Fernández