



**Universidad Andina Simón Bolívar**

**Programa de Maestría en Odontología con  
Especialidad en Ortodoncia**

**Gestión del Programa 2007-2008**

**COMPARACIÓN DEL ESFUERZO A LA TRACCIÓN DE  
BRACKETS NUEVOS, ARENADOS POR PRIMERA VEZ  
Y REACONDICIONADOS CON TECNICAS DE  
FLAMEADO EN PREMOLARES EXTRAIDOS  
(ESTUDIO IN VITRO)**

**Alumna: Dra. Carla Córdova Arce**

**Tutor: Dr. Jorge Daniel Aguirre**

**La Paz - Bolivia**

**2011**

## INDICE

	Pág.
RESUMEN	
INDICE.....	1
RESUMEN.....	5
I INTRODUCCION.....	8
II MARCO TEORICO.....	11
2.1 ANTECEDENTES.....	11
2.2 BASES TEORICAS.....	15
2.2.1 ADHESION DE LOS BRACKETS.....	15
2.2.2 PROCEDIMIENTOS PARA LA ADHESION.....	16
2.2.3 ADHESION.....	20
2.2.4 MECANISMO DE ADHESION AL ESMALTE.....	21
2.2.4.1 RESINAS.....	21
2.2.4.2 IONOMEROS.....	21
2.2.5 BRACKETS.....	21
2.2.5.1 CLASIFICACION.....	22
2.2.5.2 CARACTERISTICAS.....	23
III DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....	27
3.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	27
3.2 FORMULACION DEL PROBLEMA.....	28
3.3 HIPOTESIS.....	28
3.3.1 HIPOTESIS GENERAL.....	28
3.3.2 HIPOTESIS DE TRABAJO.....	28
3.4 OBJETIVOS.....	29
3.4.1 OBJETIVOS GENERALES.....	29
3.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	29
3.5 TIPO DE ESTUDIO.....	29
3.6 UNIVERSO.....	30
3.7 MUESTRA.....	30

3.8 UNIDAD DE ANALISIS.....	30
IV MATERIAL Y METODOS.....	31
4.1 DEFINICION DE VARIABLES.....	32
4.1.1 VARIABLE DEPENDIENTE.....	32
4.1.2 VARIEBLES INDEPENDIENTES.....	33
4.2 MATERIALES UTILIZADOS.....	34
4.3 METODO Y PROCEDIMIENTO.....	34
4.4 PREPARACION DE LAS MUESTRAS.....	36
4.5 RECOLECCION DE DATOS.....	37
V PRUEBAS.....	38
5.1 PROPIEDADES MECANICAS.....	39
5.2 ENSAYO DE TRACCION.....	40
5.3 EQUIPO.....	41
5.4 PREPARACION DE MUESTRAS.....	43
5.5 ADECUACION DE PROBETAS.....	43
5.6 PROCEDIMIENTO DE ENSAYO.....	43
5.7 RESULTADOS.....	44
5.7.1 GRUPO I.....	44
5.7.2 GRIPO II.....	48
5.7.3 GRUPO III.....	51
5.8 ANALISIS DEL RESULTADO DEL ENSAYO DE TRACCION NORMAL.....	54
VI ELABORACION DE RESULTADOS ESTADISTICOS.....	56
6.1 ELABORACION DE RESULTADOS.....	57
6.2 DESCRIPTORES ESTADISTICOS.....	58
6.2.1 PROMEDIO.....	58
6.2.2 DESVIACION ESTANDAR.....	59
6.3 REPRESENTACION GRAFICA DE LAS ESTADISTICAS.....	61

VII DISCUSION.....	68
7.1 DISCUSION.....	69
7.2 CONCLUSIONES.....	70
7.3 RECOMENDACIONES.....	71
VIII REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	72
NEXOS.....	75

# CAPITULO I

## INTRODUCCION

## RESUMEN

El fracaso en la adhesión de brackets es algo que ocurre frecuentemente durante el tratamiento ortodóntico, debido a diferentes circunstancias y requiere el uso de aditamentos nuevos, para volver adherir el mismo bracket o uno nuevo. Con la introducción del microarenado, se pretende reutilizar los brackets sometiéndolos a un proceso de limpieza de sus bases, mejorando así la calidad de adhesión.

El objetivo del estudio fue comparar la variación de la fuerza de adhesión de brackets nuevos, brackets nuevos y arenados por primera vez y brackets reacondicionados con técnicas de flameado pudiendo así comparar el esfuerzo de tracción de los brackets, en 60 premolares sanos extraídos agrupados aleatoriamente en 3 grupos: grupo I brackets nuevos como control; grupo II: brackets nuevos reacondicionados con técnica de microarenado y grupo III: brackets con técnica de flameado. Todos los brackets fueron adheridos con resina de fotopolimerizado Transbond XT - 3M UNITEK según instrucciones del fabricante. Para obtener la diferencia de la fuerza de tracción se utilizó una máquina universal de fuerzas ZWICK 1474, marca Amler 221. Los resultados mostraron que los brackets microarenados nuevos no mostraron significativamente mayor fuerza de adhesión que los brackets flameados y nuevos.

## SUMMARY

The failure in the attachment of brackets is something that occurs during orthodontic treatment due to different circumstances and requires the use of new additions to return the same bracket or attach a new one. With the introduction of microarenado, reuse the brackets is to under go a process of cleaning their bases, there by improving the quality of adhesion.

The objective was to compare the change in bond strength of brackets new brackets and new sanded first and reconditioned brackets flamed techniques may well compare the tensile strength of brackets in 60 healthy premolars extracted randomly grouped 3 groups: group I control new and brackets, group II: new brackets reconditioned with microarenado technique and group III: brackets with flame technique. All brackets were bonded with Transbond XT light-cured resin - 3M Unitek according to manufacturer's instructions. For the difference in tensile strength using a universal force machine Zwick 1474, Amler mark 221. The results showed that new microarenados brackets no showed significantly higher bond strength than the brackets flamed and new.

# INTRODUCCION

## INTRODUCCIÓN

Existen informes en la literatura del alto porcentaje de desprendimiento de brackets en el transcurso del tratamiento ortodóncico. Reportes indican que el 36% de brackets cementados inicialmente se desprenden<sup>1-2</sup>. Sin contar que durante el tratamiento se tienen que estar retirando algunos brackets en forma intencional para ser reubicados. Esto puede llegar a ser altamente lesivo para la superficie del esmalte dental debido a que es necesario retirar los restos de resina que quedan en ella y descalcificar nuevamente con ácido ortofosfórico. Ambos procedimientos van disminuyendo la calidad y cantidad de esmalte que posee el paciente. Además, la re-cementación implica pérdida de tiempo, aumento de costos, estrés, mayor tiempo del tratamiento e incomodidad para el ortodoncista y el paciente. En los tratamientos de Ortodoncia, es necesario considerar pautas para mejorar la adhesión del bracket a la superficie del esmalte para obtener mayor y mejor unión entre ambos, y así conseguir el éxito buscado en el tratamiento a realizar.

Por lo cual nosotros buscamos encontrar el bracket con mejor retención a la superficie dental y así tener mayor efectividad de tratamiento sin lesionar la pieza dental al colocar varias veces el bracket desprendido.

Es así que en la presente investigación se da a conocer en el marco teórico, que sirve como base para el análisis e interpretación del tema, identificamos los antecedentes, estudios comparativos previos, bases teóricas, hipótesis y variables de la investigación se hace referencia al problema, donde se abordó los objetivos y las interrogantes de la investigación también se da a conocer las metodologías que se aplicó, universo, muestra y los materiales que fueron usados, la experimentación in Vitro y finalmente se muestran los resultados de

---

<sup>1</sup> Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of a composite resin orthodontic adhesive. *Angle Orthodontic*.2000; 70:435–441.

<sup>2</sup> Bishara SE, John F, Laffoon B, Leigh VonWald BA, John J. The effect of repeated bonding on the shearbond strength of different orthodontic adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2002; 121:521-5

la investigación, donde se analiza y compara cual de los brackets descritos utilizados tiene mayor resistencia a la tracción.

CAPITULO II

MARCO  
REFERENCIAL

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES

Desde que Buonocore<sup>3</sup> introdujo la técnica de grabado ácido en 1955, el concepto de adhesión comenzó a ser aplicado en todo el campo de la odontología, aunque los avances de adhesión han permitido adherir satisfactoriamente aditamentos como los brackets en la superficie adamantina, las fallas de adhesión y el desprendimiento de brackets acontece muy a menudo en el día a día. Esto puede deberse a fuerzas biomecánicas y/o masticatorias, poca retención de la base del bracket, del sistema adhesivo utilizado o falla en la técnica de adhesión.

Existen informes en la literatura del alto porcentaje de desprendimiento de brackets en el transcurso de tratamiento ortodóncico. Reportes indican que el 36% de brackets cementados inicialmente se desprenden<sup>4</sup>. Sin contar que durante el tratamiento se tienen que estar retirando algunos brackets en forma intencional para ser reposicionados. Esto puede llegar a ser altamente lesivo para la superficie del esmalte dental debido a que es necesario retirar los restos de resina que quedan en ella y desmineralizar nuevamente con ácido ortofosfórico. Ambos procedimientos van disminuyendo la calidad y cantidad de esmalte que posee el paciente. Además, la reposición implica pérdida de tiempo, aumento de costos, estrés, mayor tiempo del tratamiento e incomodidad para el ortodoncista y el paciente.

El fracaso en la adhesión de brackets es algo que ocurre comúnmente. Una de las teorías más difundidas es que la contaminación de la base de los brackets durante el procedimiento de cementación puede afectar drásticamente la

---

<sup>3</sup> Buonocore, MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. Journal of Dental Research. 1955; 34:849–853.

<sup>4</sup> Graber TM. Orthodontics. Current Principles and Techniques, 3a edición. USA: Editorial Mosby; 2000:539-624.

resistencia a la tracción de esos aditamentos, es decir disminuir la fuerza de unión entre el bracket y la superficie del esmalte dentario<sup>5</sup>.

Keiser y Col, estudiaron la unión entre esmalte, resina y bracket, tratando de determinar cuál de estas interfaces era la más débil y por tanto la responsable de la falla de la unión del bracket a la estructura dental. Encontraron que la interface esmalte/resina era más fuerte que la interface resina/bracket, siendo esta última la responsable en la mayoría de los casos, la causa del fracaso en la adhesión entre el diente y el bracket<sup>6</sup>.

Los fabricantes de materiales ortodónticos han tratado de modificar las características de los brackets para mejorar la fuerza de unión de la interface resina/bracket. Algunas modificaciones comprenden la perforación de las láminas de acero que servirán como base, de forma tal que la resina penetre en dichos orificios generando retención mecánica. Otra solución fueron las bases en caja, que a pesar de la buena retención que ofrecían, eran muy gruesas y alejaban mucho el bracket de la superficie del esmalte. Las bases de brackets que ha mostrado mejor retención son las propuestas desde 1973 por Retief, las cuales poseen una malla de acero inoxidable. Adicionalmente, a la modificación de la base del bracket, se han realizado distintos pre-tratamientos como la microabrasión, la silanización y el tratamiento con láser<sup>6-7</sup>.

Hasta hace solo algunos años, cuando un bracket de un paciente se desprendía, debía ser reemplazado por uno nuevo, ya que no existía un procedimiento que permitiera eliminar de una manera eficiente los restos de resina de la malla del bracket sin causarle un daño notable. Con el advenimiento de la técnica de microarenado con óxido de aluminio para eliminar los restos de resina de la malla, muchos clínicos han optado arenar los

---

<sup>5</sup> Grabouski JK, Staley RN, Jakobsen JR. The effect of microetching on the bond strength of metal brackets when bonded to previously bonded teeth: an in vitro study. *American Odontol. Sanmarquina* 2008; 11(2): 60-65.

<sup>6</sup> Interlandi. Adhesión directa de brackets en ortodoncia. En Scanavini, M. (Ed). *Ortodoncia, Bases para la iniciación*. 2002. 454-475.

<sup>7</sup> Peñarocha D, Pobo B, Moscardó P. Análisis comparativo de dos bases de bracket. Un estudio in vitro. *GACETA DENTAL*. 2005. Junio, 6-1

brackets que se han desprendido, sin embargo el reacondicionamiento de brackets con técnica de flameado es tal vez el método más usado para remover el adhesivo adherido en la base del bracket<sup>8</sup>.

La microabrasión es un procedimiento que consiste en proyectar un fuerte chorro de aire abrasivo sobre la superficie que se intenta adherir, de forma que se obtengan micro irregularidades donde un sistema adhesivo de baja viscosidad pueda fluir y generar retenciones micromecánicas una vez el adhesivo haya endurecido<sup>9</sup>.

La microabrasión altera la superficie del objeto a adherir y produce efectos favorables para la adhesión como una limpieza profunda, un aumento de la energía superficial, un aumento en el área de superficie a adherir, disminución del ángulo de contacto y formación de un relieve microretentivo<sup>9</sup>.

Cuando se va a recementar un bracket que se ha desprendido accidental o intencionalmente, se le realiza el procedimiento de arenado o micro abrasión, la cual es una técnica que usa una mezcla de aire comprimido con micro partículas de óxido de aluminio entre 50  $\mu\text{m}$  y 100  $\mu\text{m}$  aproximadamente, el que se aplica sobre la base del bracket descementado para eliminar los restos de resina que quedan en ella, pudiendo así reutilizarse<sup>5-8</sup>.

El microarenado remueve la resina residual de los brackets desprendidos y la base presenta una superficie rugosa e irregular que puede mejorar la resistencia mecánica<sup>9</sup>.

Se ha evidenciado que los brackets nuevos (9 Mpa) tienen una menor resistencia a la tracción que aquellos sometidos a arenado (10,8 Mpa). Otros

---

<sup>5</sup> Grabouski JK, Staley RN, Jakobsen JR. The effect of microetching on the bond strength of metal brackets when bonded to previously bonded teeth: an in vitro study. *American Odontol. Sanmarquina* 2008; 11(2): 60-65.

<sup>8</sup> Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *Angle Orthodontic*.2001; 71: 141-148.

<sup>9</sup> Sonis AL. Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996 Jul; 110(1): 96-8.

estudios han reportado que la resistencia a la tracción de brackets recementados sometidos a microarenado y brackets nuevos son muy similares pudiendo funcionar muy bien clínicamente<sup>7-9</sup>.

Algunos autores han comprobado que los aditamentos metálicos, como la base de los brackets, quedan contaminados con restos de óxido de aluminio y partículas metálicas que se desprendieron durante el proceso del microarenado. Estos residuos pueden llegar a disminuir la resistencia a la tracción de los brackets recementados ya que actúan como agentes contaminantes<sup>10</sup>.

La técnica de la microabrasión con óxido de aluminio o microarenado también se utiliza para preparar la superficie del esmalte donde irá ubicado el bracket y así mejorar la adhesión<sup>11-12</sup>.

Se usa de igual manera el arenado para mejorar la resistencia a la tracción de las bandas ortodóncicas y se ha encontrado que la aumenta hasta en un 75%, especialmente después de haber sido cementadas con Ionómero de Vidrio<sup>13-14</sup>.

---

<sup>7</sup> Peñarrocha D, Pobo B, Moscardó P. Análisis comparativo de dos bases de bracket. Un estudio in vitro. GACETA DENTAL. 2005. Junio, 6-1

<sup>9</sup> Sonis AL. Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 1996 Jul; 110(1): 96-8.

<sup>10</sup> Rosenstiel S. Contemporary fixed prosthodontics. 3rd Edition, Mosby Inc. 2001.

<sup>11</sup> Olsen M.E., Bishara S.E., Damon P., Jacobsen J.R. Comparison of shear bond strength and surface structure between conventional acid etching and air-abrasion of human enamel. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1997 Nov: 502-506.

<sup>12</sup> Reisner K.R., Levitt H.L., and Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: A comparison between the use of a sandblaster and current techniques. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1997 Apr: 366-373.

<sup>13</sup> Wood D.P., Paleczny G.J., Johnson L.N. The effect of sandblasting on retention of orthodontic bands. The Angle Orthodontist, 1996 3: 207-214.

<sup>14</sup> Miller S., Zernik J.H. Sandblasting of Bands to Increase Bond Strength. Journal of Clinical Orthodontics, 1996 Apr: 217-222.

Diversos autores han utilizado la microabrasión para modificar la base de los brackets y mejorar la adhesión de los aditamentos ortodónticos<sup>15-16-17</sup>, los resultados de dichos estudios son contradictorios. Algunos investigadores han reportado que los valores en las fuerzas de adhesión aumentan considerablemente después de la microabrasión, otros reportan que no hay diferencias significativas y otros concluyen que el microarenado no tiene efectos consistentes.

## **2.2 BASES TEORICAS**

### **2.2.1 ADHESION DE LOS BRACKETS**

Desde 1994 (Zachrisson)<sup>18</sup>, el sistema de adhesión de brackets ortodonticos al esmalte fue aceptada como técnica clínica

Esta adhesión ofrece ventajas y desventajas:

Ventajas:

- 1.- Superioridad estética
- 2.- Rápida y simple
- 3.- Aplicación exacta del bracket
- 4.- Menos molestias al paciente
- 5.- La adhesión es más higiénica que las bandas, por ende mejor sellado marginal y periodontal.
- 6.- Es posible realizar reducción mesiodistal del esmalte durante el tratamiento.

---

<sup>15</sup> Peñarrocha D, Pobo B, Moscardó P. Análisis comparativo de dos bases de bracket. Un estudio in vitro. GACETA DENTAL. 2005. Junio, 6-10.

<sup>16</sup> MacColl G, Rossouw P, Titley K, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil- mesh bases. AJODO. 1998. 113 (3): 276-281.

<sup>17</sup> Willems G, Carels C, Verbeket G. In vitro peel/ shear bond strength evaluation of orthodontic brackets base design. Journal of dentistry. 1997. 25: 271-278.

<sup>18</sup> Bishara SE, VonWald L, Laffon JF, Jacobsen JR. Effect of altering the type of enamel conditioner on the shear bond strength of resin-reinforced glass ionomer adhesive. Am J Orthod DentofacialOrthop. 2000; 118: 288-294.8.

- 7.- Al concluir el tratamiento no existen espacios correspondientes a bandas que haya que cerrar.
- 8.- Se elimina riesgo bajo bandas flojas.
- 9.- Los brackets pueden ser reciclados, lo cual reduce los costos.
- 10.- Pueden usarse brackets por lingual o palatino.

Pueden presentarse algunas desventajas también en la adhesión.

- 1.- Un bracket adherido está fijado más débilmente en comparación de una banda cementada.
- 2.- Algunos adhesivos no forman una unión suficientemente fuerte.
- 3.- El exceso de adhesivo puede causar retención de placa bacteriana.
- 4.- No dispone protección de caries interproximales que ofrecen las bandas cementadas.
- 5.- Cuando se requiere administrados linguales o conexión con extraorales, la adhesión es más difícil.
- 6.- Para readherir brackets despegados se requiere más preparación que para re-cementar una banda.
- 7.- El despegado lleva más tiempo que el retiro de bandas, ya que la remoción del adhesivo es más difícil que la del cementado.

## **2.2.2 PROCEDIMIENTO PARA LA ADHESION**

### **Limpieza**

El procedimiento de adhesión comienza con la limpieza de la superficie dental con piedra pómez, que elimina la placa y película orgánica que normalmente recubre a todos los dientes.

Este procedimiento requiere de instrumentos rotatorios, por ejemplo, una taza de goma o cepillo para pulir. Un cepillo de cerda limpia más eficazmente pero

hay que tener cuidado para no traumatizar los márgenes gingivales e iniciar un sangrado<sup>4</sup>.

El movimiento de cepillado en sentido Cervico oclusal debe ser respetado, evitando el contacto de la encía ya que esta sobre el esmalte se torna oxidante formando una película aislante, haciendo difícil el condicionamiento ácido<sup>19</sup>.

#### Acondicionamiento del Esmalte

- Control de la Humedad. El control de la saliva y el mantenimiento de un agente operatorio seco son esenciales. En el mercado existen muchos dispositivos que puede cumplir con este propósito.

Expansores de labios y/o separadores de carrillos

Eyectores de saliva

Protectores linguales con bloques de mordida

Obstructores de conductos salivales

Dispositivos que combinan varios de los anteriores

Rollos de algodón o gasa

Antisialogogos

Pre tratamiento del Esmalte. Una vez aislado el campo operatorio, se aplica sobre la superficie del esmalte la solución o gel acondicionante por lo general ácido fosfórico al 37 % durante 15 o 60 segundos, la superficie del esmalte debe mantenerse húmeda. Al concluir el periodo de grabado, la sustancia utilizada se elimina de los dientes con abundante agua mejor si se utiliza como aerosol utilizando un evacuado de alta velocidad, para reducir la contaminación con la humedad, sin permitir contaminación salival de la superficie grabada,

---

<sup>4</sup> Graber TM. Orthodontics. Current Principles and Techniques, 3a edición. USA: Editorial Mosby; 2000:539-624.

<sup>19</sup> Interlandi Bases para la iniciación-Adhesión directa de brackets en Ortodoncia

Acto seguido se seca perfectamente la superficie del diente con fuentes de aire libre de humedad y de aceite para obtener el conocido aspecto mate o glacial<sup>20</sup>.

El acondicionamiento del esmalte con solución acida se hace con el fin de:

I.- Aumento de la Energía Superficial.- Newman 1964 y Bowen 1965 afirmaron que además de producir la remoción de la cutícula dentaria y de la placa bacteriana, se promueve también una alteración en la superficie dentaria con un agente activo. La superficie del diente que es hidrofóbica y con baja energía de superficie, cuando es tratada con un agente activador, con bajo PH, se transforma en hidrofilita y con alta energía, es así que resinas con baja energía, tienden a utilizar la alta energía escurriéndose fácilmente.

II.- Aumento de Área de Superficie.- Según Koppel en 1971, concluyó que las soluciones ácidas producen microporos en el esmalte, creando una extensa superficie para la adhesión, es espacios y aberturas en los que una resina compuesta puede escurrir y polimerizar.

III.-Retención Mecánica.- Este tipo de retención mecánica se logra, gracias al acondicionamiento ácido ya que produce irregularidades en la superficie del esmalte, donde las resinas compuestas las penetran.

El Ácido Fosfórico proporcionado por los fabricantes a una concentración del 35-37 % promedio, indican su utilización por 30 segundos. Pero existe variación del tiempo de aplicación y se da en función al tipo de esmalte, si este es de color blanco grisáceo, mostrando un esmalte grueso menos calcificado y opaco, el tiempo de preparación oscila alrededor de 20 segundos, si el color fuera blanco amarillento, mostrando un esmalte delgado, bien calcificado, el tiempo de aplicación será mayor, alrededor de 30 segundos.

---

<sup>20</sup> Graber TM. Orthodontics. Current Principles and Techniques, 3a edición. USA: Editorial Mosby; 2000:539-624.

Sin embargo en general las investigaciones están de acuerdo que el grabado ácido causa los efectos de iatrogenia a la superficie del esmalte, incluso pérdida del esmalte<sup>21</sup>.

El ácido debe provocar una descalcificación selectiva, actuar en corto plazo de tiempo, ni provocar destrucción en la profundidad máximo de 4 -5 micras<sup>19</sup>.

## SELLADO

Una vez que el diente se encuentra seco y aparece de color blanco glacial, puede pintarse una delgada capa de adhesivo sobre toda la superficie del esmalte, con un pincel en una sola dirección gingivo-incisal. La cubierta debe ser delgada y pareja, pues un exceso de sellador puede inducir, cuando polimeriza al desplazamiento del bracket y una topografía no tan natural del esmalte.

La aplicación de los brackets debe comenzar inmediatamente después de cubrir todas las superficies con sellador.

La Capa superficial del sellador no polimeriza, sin embargo no se debe retirar la capa de sellador, pues esta curará cuando se aplique el adhesivo en el paso siguiente.

El uso de selladores en adhesión en ortodoncia está rodeado de mucha confusión, para determinar la función exacta de la resina intermediaria en el procedimiento del grabado ácido se han dedicado algunas investigaciones, con resultados divergentes. Algunos autores llegaron a la conclusión de que falta una resina intermediaria para obtener una fuerza de unión adecuada: otros indican que es necesaria para mejorar la resistencia contra microfiltraciones; otros, que lo es por ambas razones y otros aun creen que la resina intermediaria es innecesaria.

---

<sup>19</sup> Interlandi Bases para la iniciación- Adhesión directa de brackets en Ortodoncia.

<sup>21</sup> Bishara SE, VonWald L, Laffon JF, Jacobsen JR. Effect of altering the type of enamel conditioner on the shear bond strength of resin-reinforced glass ionomer adhesive. Am J Orthod DentofacialOrthop. 2000; 118: 288-294.8.

### 2.2.3 ADHESION

Después del sellador, las piezas dentales deben recibir un elemento adherido y se procede a la adhesión propiamente dicha. En la actualidad, la mayoría de los clínicos adhieren los brackets con la técnica directa y no con la indirecta.

Al adherir uno por uno los brackets con una mezcla homogénea, el operador puede trabajar con precisión y relajado y así obtener una óptima fuerza de unión en cada bracket, el procedimiento recomendado para adherir brackets consiste en los siguientes pasos:

**Transferencia.-** El bracket se lo toma con pinza portabacket, se aplica adhesivo en la base del bracket y se coloca sobre la superficie del diente.

**Ubicación.-** Para la ubicación, se utiliza un posicionador con bordes paralelos, que posiciona a los brackets en sentido mesiodistal e incisivo-gingival correcta y le da la angulación exacta. El posicionador permite la visualización de la ranura del bracket en relación con el borde incisal y el eje mayor del diente. La posición correcta en sentido vertical puede mejorarse con distintos instrumentos de medida o guía de altura en los mismos brackets.

**Ajustes.-** Se empuja firmemente el posicionador de brackets con la ranura del bracket contra la superficie del diente, este tipo de ajuste íntimo da por resultado una unión resistente, colocar poco material para poder eliminarlo al despegar el bracket y un deslizamiento reducido cuando el material excedente se extruye periféricamente.

**Eliminación de los excesos.-** Un leve exceso del material resulta útil para minimizar la posibilidad de espacios vacíos y para asegurarse de que quedara untado por toda la malla de la base cuando se ajuste el bracket, el exceso es particularmente útil en dientes con morfología

anormal. Los excesos deben retirarse antes de endurecerse ya que no se desprenderán ni desgastarán por el cepillado y fuerzas mecánicas.

Es importante eliminar el exceso para prevenir irritaciones gingivales y la formación de placa bacteriana a la periferia de la base. Esto reduce el daño periodontal y la posibilidad de descalcificación<sup>22</sup>.

## **2.2.4 MECANISMO DE ADHESION AL ESMALTE**

### **2.2.4.1 RESINAS.-**

Cuando el ácido fosfórico es aplicado al esmalte, ocurre una selectiva disolución de los cristales de hidroxiapatita, esta disolución produce la creación de micro- retenciones que permite la incorporación de pequeños “tags” de resina en la superficie del esmalte mientras se crea un enlace mecánico microscópico entre esmalte y resina.

### **2.2.4.2 IONOMEROS.-**

La mezcla de los componentes polvo y líquido provoca una reacción *química ácido-base*, cuando esta mezcla es colocada en esmalte, ocasiona una exposición de iones Ca de los cristales de hidroxiapatita del esmalte dentario y se da una unión química con los radicales carboxílicos del ionomero formando carboxilos de Ca.

### **2.2.5 BRACKETS.-**

Son dispositivos que como función tienen la de guiar los movimientos que deseamos efectuar en un diente ayudados por la fuerza que ejercen los alambres sobre ellos.

---

<sup>22</sup> Graber TM. Orthodontics. Current Principles and Techniques, 3a edición. USA: Editorial Mosby; 2000:539-624.

### **2.2.5.1 CLASIFICACION.-**

#### **I POR SU FORMA DE ADHESION.-**

- A) Soldables a bandas
- B) Adhesión directa (retención en base)

#### **II POR SU TAMAÑO.-**

- A) Standard:
  - 4.2 mm de ancho mesiodistal en anterosuperiores.
  - 4.0 mm de ancho mesiodistal en caninos.
  - 3.8 mm de ancho mesiodistal en premolares.
  
- B) Medianos.-
  - 3.8 mm de ancho mesiodistal en anteriores superiores.
  - 3.6 mm de ancho mesiodistal en caninos.
  - 3.4 mm de ancho mesiodistal en premolares.
  
- C) Mini.-
  - 3.2 mm de ancho mesiodistal en anteriores superiores.
  - 3.0 mm de ancho mesiodistal en caninos.
  - 2.6 mm de ancho mesiodistal en premolares.

#### **III POR SU COMPOSICION.-**

- a) Metálicos.- (Acero Inoxidable)
- b) Estéticos.-
- c) Cerámicos (Fabricados en polímero de silicio)

d) Híbridos.- (Integración de dos o más materiales)<sup>23</sup>.

#### **IV POR SU DISEÑO.-**

a) Estandar Edgewise: Sin torque, sin angulación, sin rotación y normalmente sin in/out, en esta técnica es frecuente el uso de multiloops.

b) Pretorqueados y preangulados (ligables y de autoligado):

1. Torque en ranura: Ranura con inclinación vestíbulo palatina.
2. Torque en base: Ranura paralela a la base del bracket.
3. Angulación en ranura: Inclinación mesiodistal de la ranura.
4. Angulación en cuerpo: De diseño romboidal de las caras mesial y distal del cuerpo del bracket.
5. Rotacion: Expresada en la base del cuerpo del bracket<sup>23</sup>.

#### **2.2.5.2 CARACTERISTICAS.-**

A) Hooks.-

Estos aditamentos son de suma importancia, ya que permiten colocar con facilidad las cadenas elásticas, close coil, los elásticos intermaxilares, etc. Estos los encontramos generalmente en el ala distal de los caninos y premolares.

---

<sup>23</sup> Ortodoncia Contemporánea. Diagnostico y Tratamiento, Ezequiel E. Rodriguez Rodriguez añez, Rogelio Casasa Araujo. Editorial Amolca.2005.

B) Punto de orientación.-

Este es útil para ubicar con facilidad de que cuadrante es el bracket, los fabricantes los colocan en el ala distogingival de los bracket gemelos.

C) Slot.-

El calibre del slot (riel o ranura del bracket) puede variar en tres medidas: 0.018" x 0.025", 0.018" x 1.039" y 0.022" x 0.028".

D) Eje longitudinal.-

Es importante que este se encuentre señalado en el bracket, ya que juega un papel importante en la transmisión de la información del tip al diente; si ésta línea y el eje axial del diente coinciden en línea paralela, los resultados serán aceptables al final del tratamiento y no habrá necesidad de hacer dobleces compensatorios.

E) Aletas.-

Estas deben ser pequeñas y retentivas, ya que en estas se van a colocar los módulos, ligaduras, cadenas y todos nuestros aditamentos para llevar a cabo la mecanoterapia del tratamiento ortodóntico.

F) Base y Malla.-

Sin duda una de las partes más importantes de los brackets es la base y la malla, de su diseño depende la estabilidad

del bracket durante el tratamiento ortodóntico y varía de una casa fabricante a otra (número de rejillas en la malla, torque en base o en el slot, angulación, etc.). La malla es un tejido de hilos de acero inoxidable que dan retención a los adhesivos; se miden por la cantidad de espacios por cm<sup>2</sup>. Sus medidas más comunes son 60, 80, 100, 150, 200.

Existen las mallas soldadas a la base del bracket, otras que son coladas en una sola pieza, otras donde la superficie retentiva de la malla, esta constituida por pequeñas pirámides invertidas cuyo vértice está unido al bracket y la base de estas pirámides estará en contacto con la superficie dental; existen otros brackets donde la malla nace del cuerpo de éste como una sola unidad. La malla de GAC (Super Mesh), está basada en tres entramados de malla, lo cual proporciona una mayor retención del bracket a la resina<sup>24</sup>.

---

<sup>24</sup> Ortodoncia Contemporánea. Diagnostico y Tratamiento, Ezequiel E. Rodriguez Rodriguez añez, Rogelio Casasa Araujo. Editorial Amolca.2005.

# CAPITULO III

## DISEÑO DE LA INVESTIGACION

### **III DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.-**

Desde la introducción de la técnica de adhesión en ortodoncia, se han venido haciendo investigaciones hasta la actualidad, para obtener una buena unión en la interfase bracket – diente , que permitan realizar tratamientos adecuados, en los cuales los brackets permanezcan adheridos a las superficies de las diferentes piezas dentales, para así poder transferir fuerzas necesarias y obtener los movimientos dentarios deseados.

El fracaso y las fallas en la adhesión de brackets es algo que ocurre frecuentemente, los brackets siguen cayendo debido a diferentes circunstancias y requieren el uso de aditamentos nuevos, para volver adherir el mismo bracket y/o uno nuevo. Situaciones indeseables donde el bracket se despegaba una, dos o hasta tres veces hacen mucho más crítico volver adherir un bracket. Si consideramos que en un tratamiento ortodóntico eficaz sólo están permitidos muy pocos errores, volver adherir un bracket debe garantizar una adecuada fuerza de adhesión a fin de evitar nuevas fallas y desconfort en el paciente.

Por estas razones es importante conocer que tipo de preparación debe sufrir la base y malla del bracket que permitan obtener gran capacidad de adhesión entre el bracket y la superficie dentaria.

En los últimos tiempos debido a la demanda de “tratamientos estéticos”, se han ido cambiando diseños y tamaños de los brackets que influyen en la adhesión de las piezas dentarias, a medida que el área retentiva de la base de los brackets ha ido disminuyendo otras variables han cobrado vital importancia, de ellas el tipo de preparado de la base y la malla del bracket ha cobrado vital importancia, con la introducción del microarenado, se pretende reutilizarlos sometiéndolos a un proceso de limpieza mejorando así la adhesión.

El propósito del presente estudio in Vitro es comparar la resistencia a la tracción en una maquina de pruebas universales de brackets nuevos, brackets nuevos arenados y brackets con técnica de flameado

Como se sabe, durante el tratamiento ortodóntico, los brackets adheridos a dientes en cavidad oral están sujetos a sufrir fuerzas de diversos tipos. En el laboratorio es muy complicado crear situaciones y fenómenos físicos que produzcan todas las diferentes fuerzas, y obtener así una situación exacta de lo que ocurre con un bracket dentro de la boca de un paciente durante el tratamiento ortodontico, se recomienda producir y estudiar estas fuerzas por separado. Por lo anterior expuesto, en el presente trabajo se limitó a estudiar la resistencia a la tracción de tres grupos de brackets antes nombrados.

### **3.2 FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cual de los tres grupos de brackets (I nuevos; II nuevos arenados y III con técnica de flameado), tiene mayor resistencia a la tracción?

### **3.3 HIPOTESIS**

#### **3.3.1 HIPOTESIS GENERAL**

El grupo de brackets nuevos sometidos a arenado, tiene mayor resistencia a la tracción que el grupo de brackets nuevos y del grupo de brackets sometidos a técnicas de flameado.

#### **3.3.2 HIPOTESIS DE TRABAJO**

Ho: Los tres grupos de brackets tienen la misma resistencia a la tracción.

H1: Alguno de los tres grupos de brackets tiene un promedio de resistencia diferente que el resto.

### 3.4 OBJETIVOS

#### 3.4.1 OBJETIVOS GENERALES

“Determinar que tipo de bracket (nuevo, arenado nuevo y sometido a técnica de flameado) tiene mayor resistencia a la tracción”

#### 3.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- A.** Determinar la resistencia a la tracción, obtenido después de adherir con resina fotopolimerizable en ***brackets nuevos***.
- B.** Determinar la resistencia a la tracción, obtenido después de adherir con resina fotopolimerizable en ***brackets nuevos y arenados***.
- C.** Determinar la resistencia a la tracción, obtenido después de adherir con resina fotopolimerizable en ***brackets sometidos a técnicas de flameado***.
- D.** Comparar los resultados obtenidos en los objetivos anteriormente descritos.

### 3.5 TIPO DE ESTUDIO

El tipo de estudio es experimental comparativo ya que es un estudio in Vitro y se observó la resistencia a la tracción de tres grupos de brackets que posteriormente se compararon, fue del tipo transversal porque los acontecimientos ejecutados y los datos recabados fueron dados en un determinado momento.

### **3.6 UNIVERSO**

El tamaño de la muestra se determinó mediante técnica no probabilística, determinándose un total de 60 piezas dentales, de los cuales se incluyeron primeros premolares y segundos premolares humanos superiores e inferiores sin caries, ni fracturas o restauraciones que afecten la cara vestibular, que tampoco presenten fluorosis, hipoplasias o algún defecto de esmalte, extraídos por indicaciones ortodónticas, y enfermedad periodontal, recolectados de diferentes centros odontológicos particulares y transportados en suero fisiológico, evitando su deshidratación

### **3.7 MUESTRA**

El número de muestra se determinó por el tipo de muestreo no probabilístico y por conveniencia. Debido a que se trata de un trabajo experimental-comparativo en el cual se puede controlar la población del universo, la muestra estuvo conformada por las 60 piezas dentarias, con las características anteriormente descritas; es decir el número de componentes de la muestra coincide con el número del universo.

### **3.8 UNIDAD DE ANALISIS**

La unidad de análisis fueron los tres grupos de brackets anteriormente descritos con resina fotopolimerizable a las superficies dentarias, que posteriormente fueron sometidas a una prueba física de tracción.

# CAPITULO IV

## MATERIAL Y METODOS

## **MATERIAL Y METODOS**

### **4.1 DEFINICION DE VARIABLES**

#### **4.1.1 VARIABLE DEPENDIENTE**

##### **TRACCION O DESPLAZAMIENTO**

Definida como la fuerza o grupo de vectores físicos aplicados a un cuerpo que tratan de desplazarlo en sentido vertical.

Este tipo de fuerza en ortodoncia es aplicada a las piezas dentales para producir su movimiento en sentido de su eje axial, probando procesos de remodelación en la estructura alveolar y periodontal. Esta fuerza es aplicada a los dientes para lograr movimientos como extrusión e intrusión, además los brackets constantemente son sometidos a estas fuerzas durante la función masticatoria principalmente<sup>25</sup>.

La tracción se denomina tensión T y esta se define como la fuerza F por unidad de área A:  $T: F/A$ , donde F es la fuerza aplicada uniformemente a una pequeña superficie de área.

##### **RESISTENCIA A LA TRACCION.-**

Este tipo de resistencia a la tracción en ortodoncia es la máxima tensión que puede soportar un material antes de romperse bajo el efecto de una carga de tracción.

---

<sup>25</sup> Ortodoncia Contemporánea. Diagnostico y Tratamiento, Ezequiel E. Rodriguez Rodriguez añez, Rogelio Casasa Araujo. Editorial Amolca.2005.

Este parámetro tiene una importancia muy especial en el estudio de la superficie de unión entre dos materiales. Para medir la resistencia a la tracción se puede emplear el método de la perforación o la punción, que consiste en aplicar una carga axial para intentar separar un material a través del otro<sup>26</sup>.

#### **4.1.2 VARIABLES INDEPENDIENTES**

##### **BRACKETS**

Dispositivos que como función tienen la de guiar los movimientos que deseamos efectuar en un diente ayudados por la fuerza que ejercen los alambres sobre ellos.

##### **BRACKETS NUEVOS.**

Brackets nuevos sin ningún sistema aplicado sobre ellos, técnica Roth con ranura 18 x 22

##### **BRACKETS NUEVOS ARENADOS**

A este grupo de brackets nuevos, se los sometió a la técnica de arenado con partículas de óxido de aluminio de 50 µm a una distancia entre la base del bracket y la punta de de 5 mm. El microarenador utilizado fue Bio – Art SN 16754.

##### **BRACKETS SOMETIDOS A TECNICAS DE FLAMEADO**

Este grupo de brackets fue sometido a flameado en un mechero de alcohol y limpiados con un explorador de punta fina.

---

<sup>26</sup> Robert G. Craig, Marcus L. Ward Materiales de Odontología Restauradora.

## **4.2 MATERIALES UTILIZADOS**

1. Transbond XT – 3M UNITEK, Composite Fotopolimerizable.
2. Brackets técnica Roth 18 x 22
3. Lámpara de fotopolimerización Vivadent Heliomat 115V-50/60 Hz.
4. Acido fosforico al 37 %
5. Piedra pómez
6. Vasos Dapen
7. Escobillas para profilaxis
8. Instrumental para pegado de brackets

## **4.3 METODO Y PROCEDIMIENTO**

Las superficies vestibulares de las piezas dentales se limpiaron con escobillas para profilaxis y piedra pómez con baja velocidad durante 15 segundos, luego fueron enjuagados durante 10 segundos con abundante agua. (Fig. 5)

Las 60 piezas fueron conservadas en frascos de vidrio con solución fisiológica hasta el momento de su ejecución, las cuales ya se encontraban en cubos de acrílico de 8 x 3.5 mm, medida establecida por el Ingeniero a cargo de la maquina universal por estar ya definida la mordaza del equipo de prueba, dejando solamente la corona del diente expuesta. La muestra fue dividida en 3 grupos de forma aleatoria, cada uno conformado por 20 piezas dentales.

Los brackets fueron adheridos en la cara vestibular de las piezas dentales a una distancia de 4 mm del plano oclusal, siguiendo las indicaciones del fabricante:

- 1.- Profilaxis de la superficie del diente con piedra pómez y enjuague con agua (Fig. 5)
- 2.- Secado con una fuente de aire libre de aceite y humedad.
- 3.- Aplicación del grabado ácido al 37% durante 20 segundos. (Fig 6)
- 4.- Enjuague con agua y secado completamente con aire. (Fig. 7-8)
- 5.- Aplicación de una capa delgada y uniforme de adhesivo, aplicación de un chorro de aire suave por 2 segundos. (Fig.9)
- 6.- Polimerización con la lámpara fotopolimerizable durante 30 segundos. (Fig. 10)
- 7.- Aplicación de pasta adhesiva Transbond XT en la base del bracket. (Fig. 11)
- 8.- Colocación del bracket en la superficie del diente, ajustado en su posición final y presionando contra el diente, retirando el exceso de adhesivo con una sonda alrededor de la base del bracket, sin mover este. (Fig. 12)
- 9.- Fotopolimerización de cada bracket durante 10 segundos por cada lado, de oclusal a mesial y distal a gingival. (Fig. 13).
- 10.- Base de acrílico con bracket enlazado con su ligadura metálica. (Fig. 14)

El ensayo se realizó en laboratorio utilizando una máquina universal de fuerzas marca Amler 221. La prueba fue supervisada por el Ingeniero Mecánico Orlando Limachi, Jefe de la unidad del laboratorio de Materiales y ensayos de la Facultad de Física. (Fig. 20)

#### **4.4 PREPARACION DE LAS MUESTRAS.-**

60 dientes premolares con ápices cerrados, sin ningún tipo de lesión ni restauración, extraídos por indicación ortodóntica fueron recolectados y transportados en suero fisiológico evitando en todo momento su deshidratación, fueron almacenados con agua destilada y suero fisiológico, dependiendo el lugar de origen, conservados en ambientes oscuros hasta el día de la prueba de tracción.

Se realizó un molde de inclusión para cada una de las muestras (rectángulos de lata), tomando una medida de 8 mm x 3.4 mm, la muestra se hizo de acuerdo a la mordaza del aparato universal para que pueda sostener las muestras sin desplazarlas. (Fig. 3)

Cada diente fue sumergido en los bloques de acrílicos dejando solamente la corona del diente expuesta. (Fig. 4)

Los brackets fueron adheridos en la cara vestibular del diente a una distancia de 4 mm del plano oclusal con el sistema adhesivo de fotocurado Transbond XT – 3M UNITEK, siguiendo las indicaciones del fabricante.(Fig. 11)

El ensayo se realizó en el Laboratorio de Propiedades Mecánicas en la unidad de Materiales y Ensayos de la facultad de Física de la Universidad Mayor de San Andrés, siguiendo las normas estandarizadas. Se utilizó una máquina universal de fuerzas ZWICK 1474, marca Amler 221 de procedencia alemana. La prueba fue supervisada por el Ingeniero Orlando Limachi, Jefe del laboratorio de dicha facultad. (Fig. 15-20)

Los bloques de acrílico con el diente embebido fueron colocados en una máquina universal de fuerzas con la cara vestibular y la base del bracket paralelo a la mordaza (Fig.17-18) La máquina se programó a una velocidad de

ensayo de 1 Newton por segundo, y una Escala de fuerza de 0 a 100 Newton. La velocidad y la escala de carga están en el punto 5.6. (Fig. 15)

#### **4.5 RECOLECCION DE DATOS.-**

Los datos obtenidos en newtons, una vez realizada la prueba mecánica de tracción, fueron vaciadas a fichas computarizadas.

# CAPITULO V

## PRUEBAS

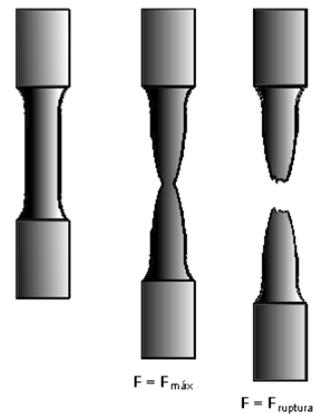
## 5.1. PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades mecánicas de los materiales son un conjunto de características de los diferentes materiales de reaccionar ante fuerzas aplicadas con la finalidad de deformar dichos materiales.

Estas propiedades, se manifiestan mediante la RESISTENCIA ante la fuerza deformante o cortante, así tenemos:

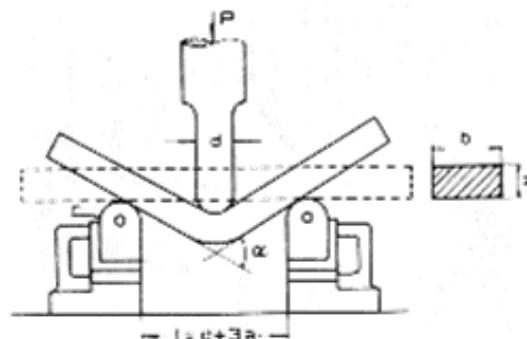
### - Resistencia a la tracción

Es la resistencia del material a la deformación y la rotura por efecto de aplicar una fuerza que provoca el estiramiento.



### - Resistencia al doblado

Es la resistencia del material a ser deformado por la aplicación de una fuerza intermedia entre dos apoyos



- **Resistencia a la compresión**

Resistencia del material a ser deformado y roto por aplastamiento.



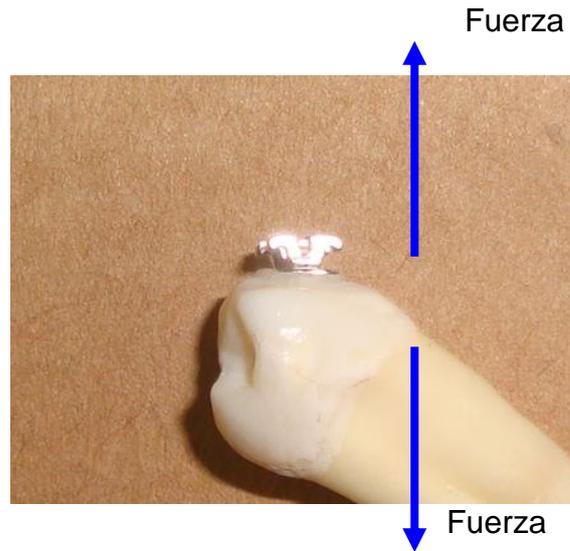
- **Resistencia a la fatiga**

Es la resistencia del material a ser deformado o roto por efecto de fuerzas combinadas que provocan la vibración o un movimiento constante del material.

## 5.2. EL ENSAYO DE TRACCIÓN

Entre los diferentes ensayos que se pueden hacer para el estudio de las propiedades, el ensayo de tracción consiste en la extracción o elaboración de una probeta adecuada de modo que la fuerza se aplicará en el sentido del eje de la probeta, de manera que la deformación o rotura se producirá en la zona que se quiere hacer el estudio.

En el caso, de la junta por adhesión entre la superficie de la pieza dentaria y la superficie del bracket, existen diferentes esfuerzos, la de tracción, cizallamiento y torque; los cuales tienen su complejidades para su estudio, sin embargo, de acuerdo a la experiencia en el trabajo de la ortodoncia, se determina que el principal esfuerzo al que se encuentra sometida la junta es la de Tracción Normal, como se muestra en la figura:



### 5.3. EQUIPO

#### - Equipo de ensayos universal ZWICK 1474

Este es un equipo de Ensayos Universal de origen alemán, diseñado y fabricado con la finalidad de hacer estudios de las propiedades mecánicas de los materiales, como ser: ensayo de tracción, ensayo de plegado, ensayo de flexión y ensayo de compresión.



La potencia es proporcionada por un motor eléctrico que acciona un dispositivo mecánico de engranajes y tornillos sin fin, para transmitir

dicha ponencia en desplazamientos lineales de estiramiento y compresión.

El gabinete de ensayos de: compresión, plegado y flexado, cuenta con un sensor de fuerza con capacidad de 6.000 Kg.

El gabinete de ensayo de tracción cuenta con un sensor con capacidad máxima de 100 Kg y una sensibilidad de 0,001 gramo de fuerza, por que el sensor de dispositivo piezoeléctrico que detecta los cambios dimensionales de una barra y produce variaciones de potencial eléctrico que mediante un amplificador produce una señal eléctrica analógica.

Todo lo anterior gobernado por un sistema electrónico que comanda los tipos de ensayos, regula las escalas y la velocidad de ensayo

Originalmente los resultados se observaban en los visores de fuerza y deformación en tiempo real y el resultado se obtenía mediante un graficador analógico sobre un papel milimetrado.

#### - **Interfase analógico-digital**

En la actualidad, para mejorar la adquisición de los datos de resultados se cuenta con un conversor análogo-digital (CAD), que convierte la señal analógica en milivolts de la salida al graficador.



El CAD convierte las variaciones de milivolts analógicos en pulsos digitales que se reciben en un PC mediante un programa propio del DAC y se almacena en formato de texto, que posteriormente se procesa mediante un utilitario como el EXCEL de Wiondows MS.

#### **5.4. PREPARACION DE MUESTRAS**

La preparación de muestras se hizo de acuerdo a las técnicas descritas en metodología, en piezas dentarias de acuerdo a procedimiento normalizado, con la finalidad de aplicar el ensayo descrito con el cuidado de aplicar la fuerza de ensayo en el eje perpendicular a la superficie de contacto diente- -bracket

#### **5.5. ADECUACIÓN DE PROBETAS**

Las probetas se prepararon de modo que el conjunto pueda ser sujeto por los sujetadores del equipo sin cambios de posición que alteraran los resultados, es decir, la forma y las dimensiones de las probetas se ajustaron a las dimensiones y características del dispositivo de fijación del equipo de ensayos.

#### **5.6. PROCEDIMIENTO DE ENSAYO.**

En el presente ensayo donde convergieron el objetivo de ensayo, capacidad de equipo y su maniobrabilidad adecuada al tamaño, la escala fuerza y velocidad de ensayo, se realizó la ruptura de la adhesión de unión entre brackets y piezas dentarias bajo los siguientes parámetros:

Velocidad de ensayo: 1 Newton por segundo

Escala de fuerza: 0 a 50 Newton

Dimensiones de mordaza del equipo:

Ancho de mordaza de sujeción: 3.9 mm

Abertura de sujeción: 9 mm

Dimensiones de dispositivo sometido a ensayo:

Base de montaje de pieza dentaria y Bracket:

Ancho de base de montaje: 3.4 mm

Altura de base de montaje: 8 mm

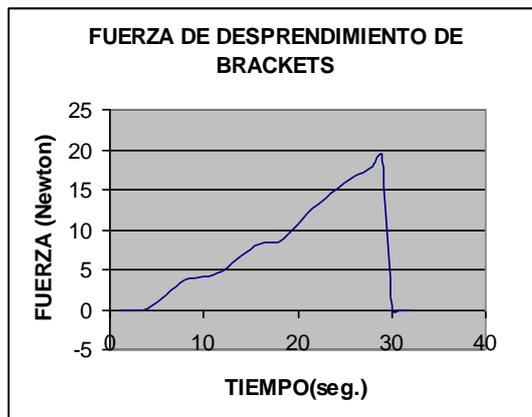
Las dimensiones dan una idea de la manipulación de los dispositivos sometidos a ensayo con la finalidad de evitar errores de manipulación que pudieran afectar a los resultados.

## 5.7. RESULTADOS

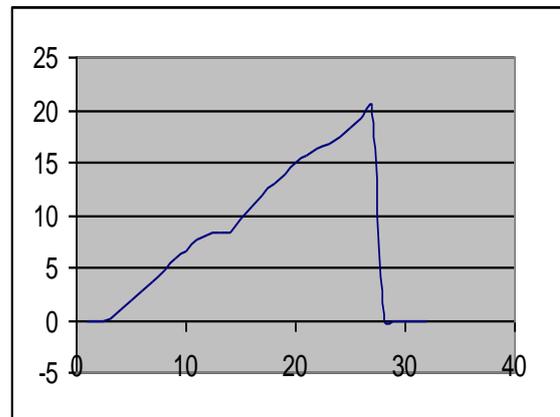
Los resultados se registraron mediante el programa de adquisición de datos de la interfase análogo-digital. La correlación de los resultados se muestra en las siguientes figuras construida con los valores obtenidos del ensayo sobre los tres grupos de piezas con los brackets adheridos.

Donde el eje de la ordenada muestra la variación de la fuerza de ensayo en unidades de Newton y el eje horizontal muestra el tiempo que resiste la junta en segundos.

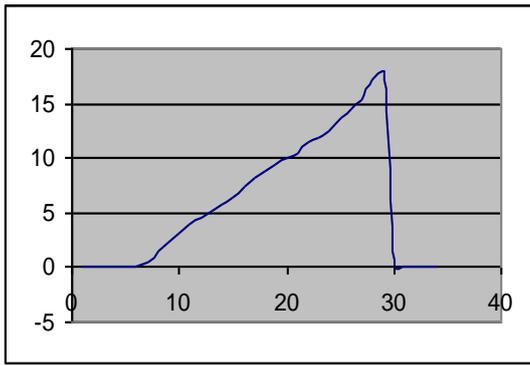
### 5.7.1 GRUPO I.



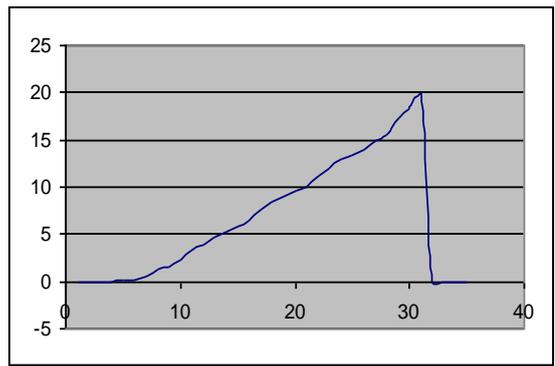
MUESTRA 001



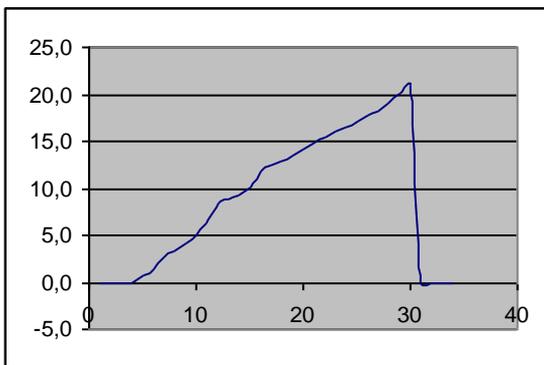
MUESTRA 002



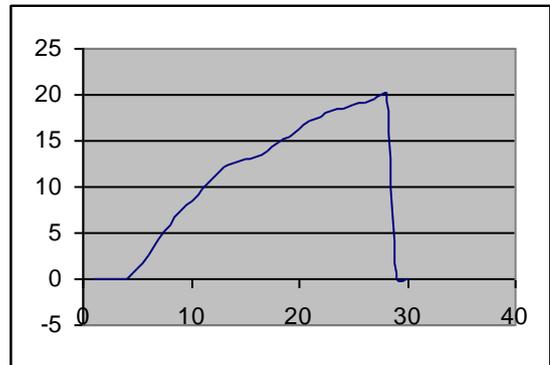
MUESTRA 003



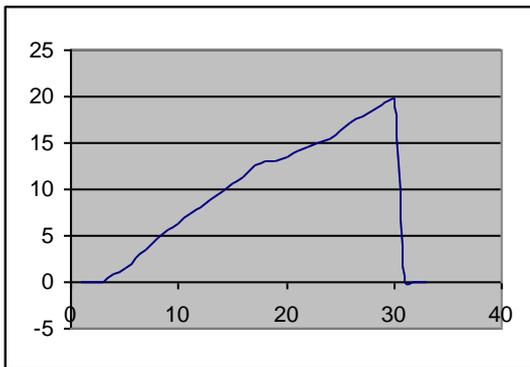
MUESTRA 004



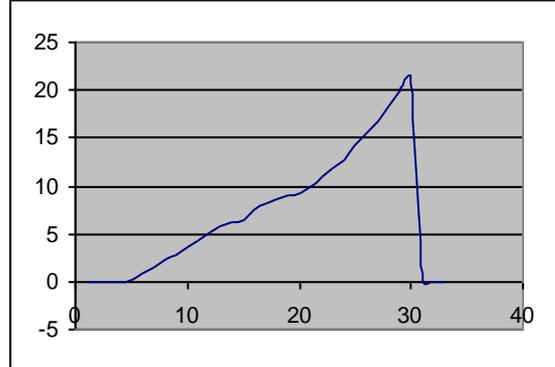
MUESTRA 005



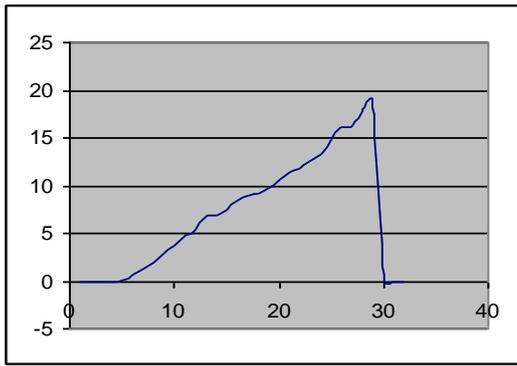
MUESTRA 006



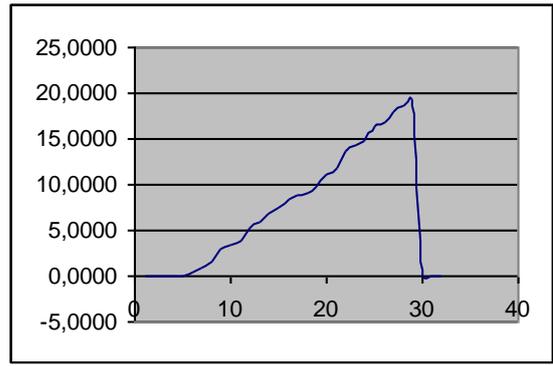
MUESTRA 007



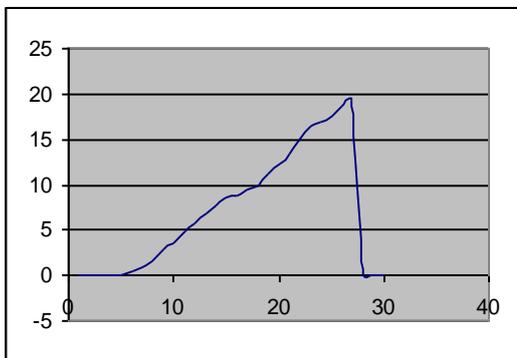
MUESTRA 008



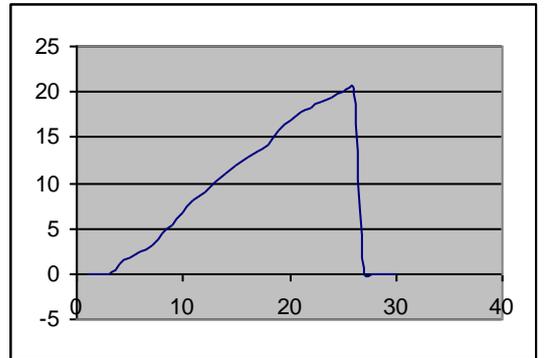
MUESTRA 009



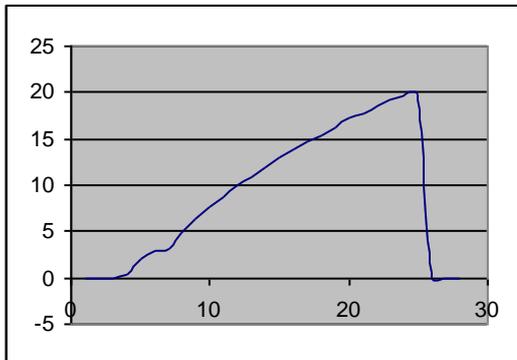
MUESTRA 010



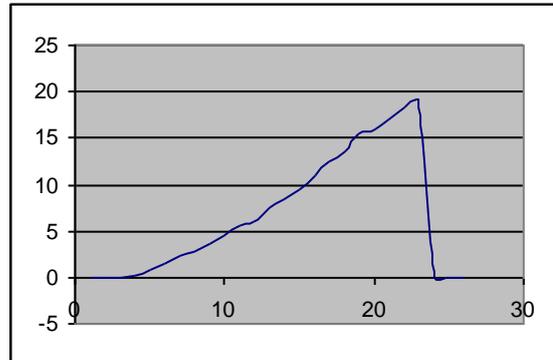
MUESTRA 011



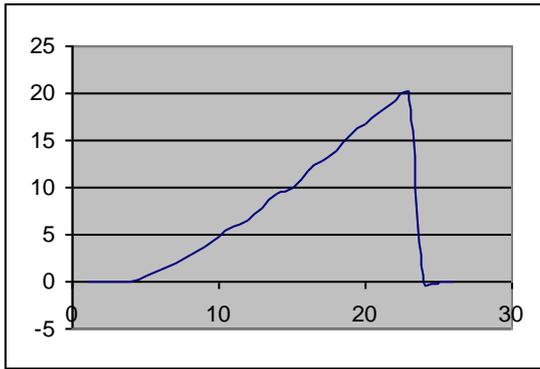
MUESTRA 012



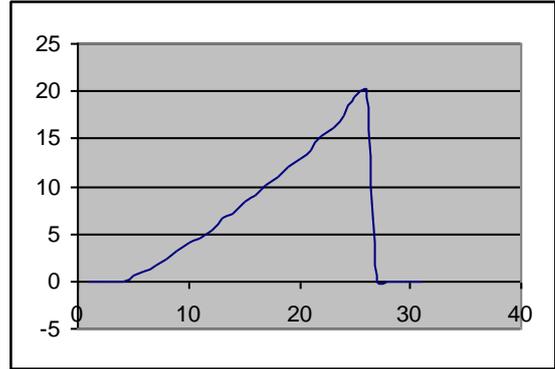
MUESTRA 013



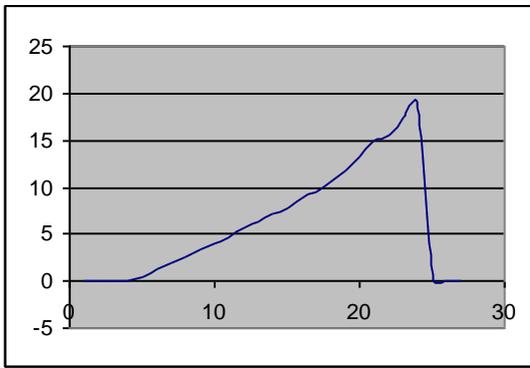
MUESTRA 014



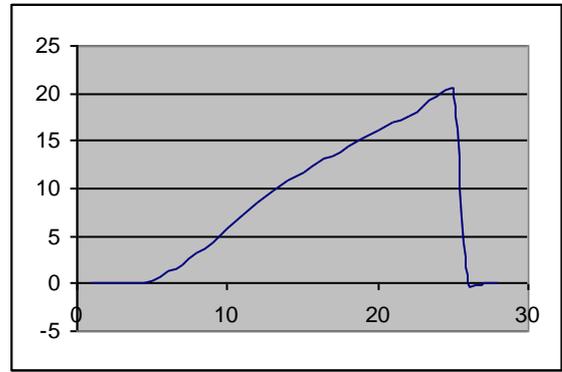
MUESTRA 015



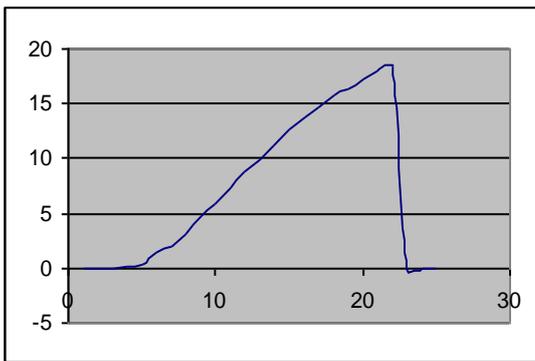
MUESTRA 016



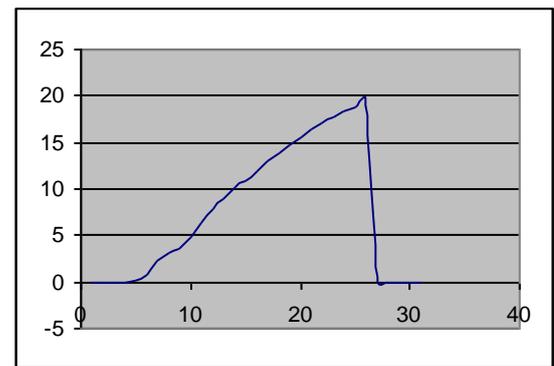
MUESTRA 017



MUESTRA 018

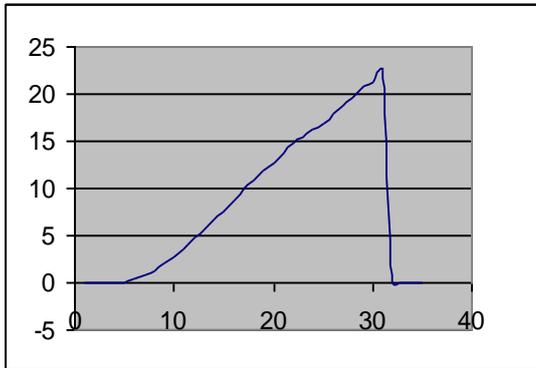


MUESTRA 019

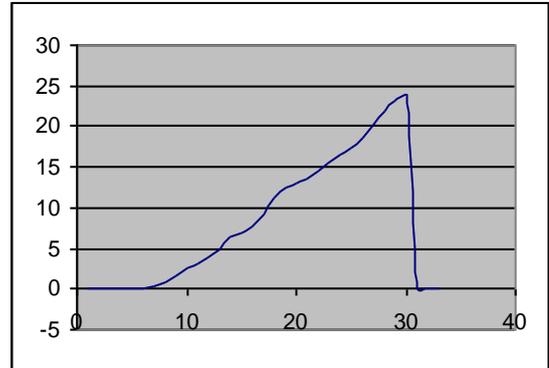


MUESTRA 020

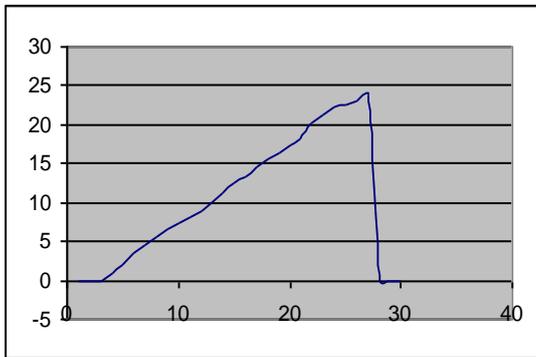
### 5.7.2. GRUPO II.



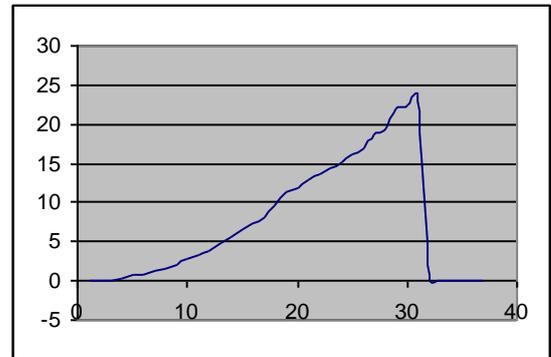
MUESTRA 001



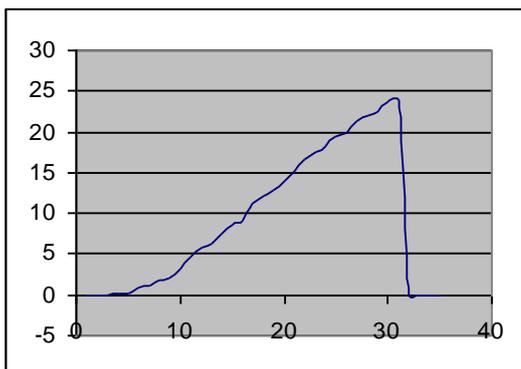
MUESTRA 002



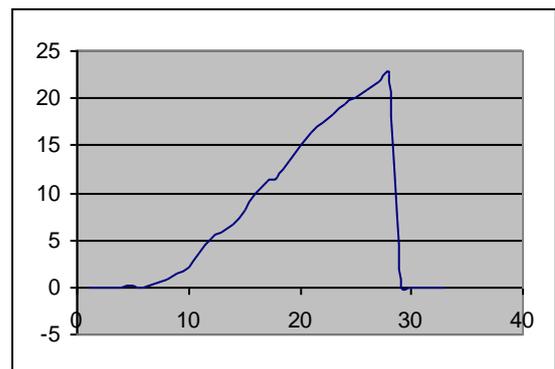
MUESTRA 003



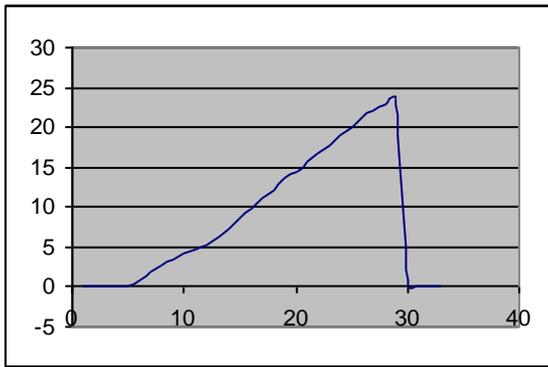
MUESTRA 004



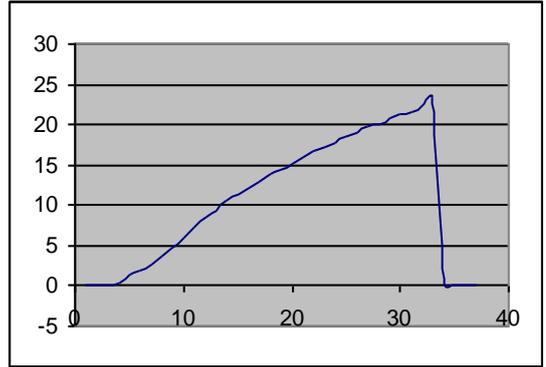
MUESTRA 005



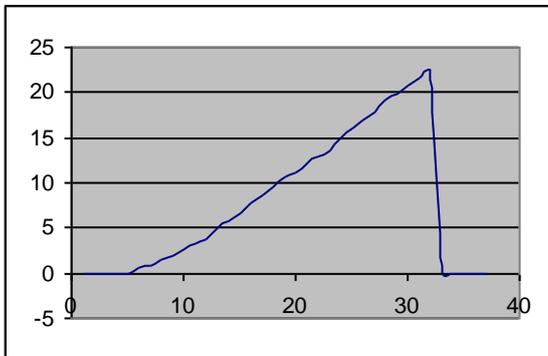
MUESTRA 006



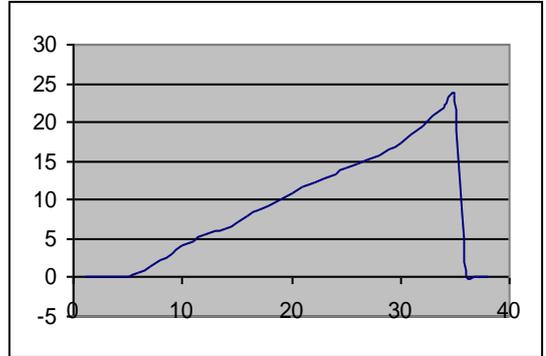
MUESTRA 007



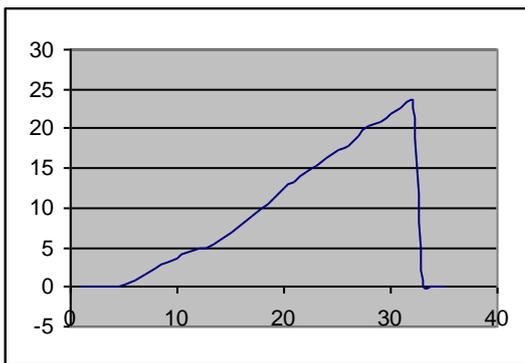
MUESTRA 008



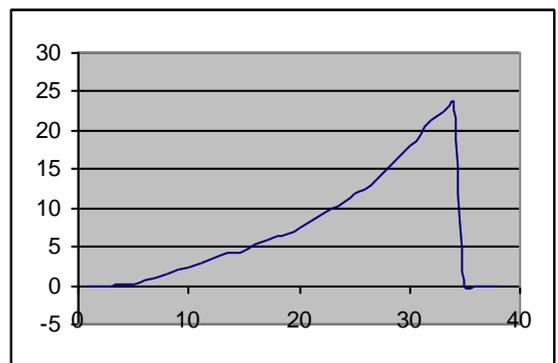
MUESTRA 009



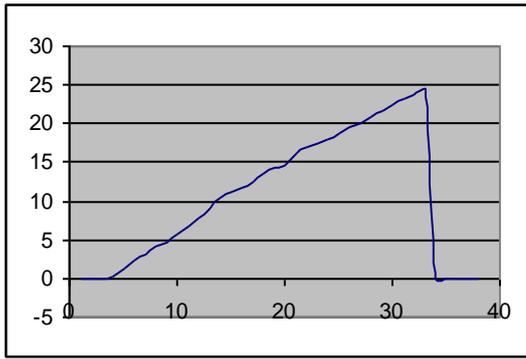
MUESTRA 010



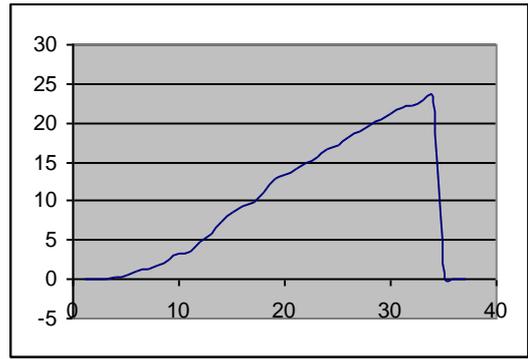
MUESTRA 011



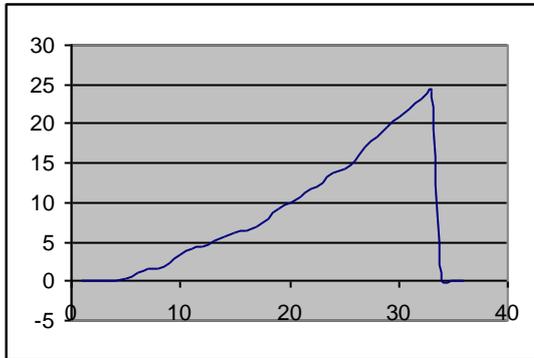
MUESTRA 012



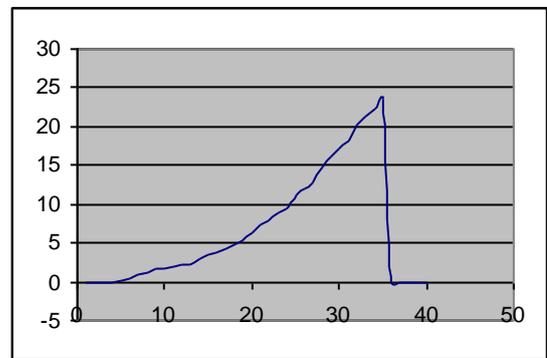
MUESTRA 013



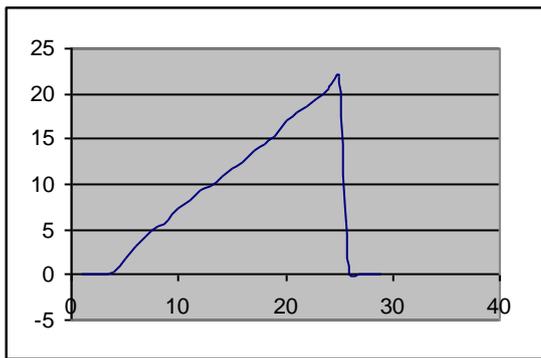
MUESTRA 014



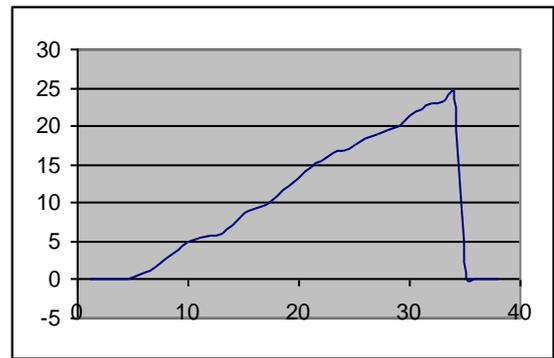
MUESTRA 015



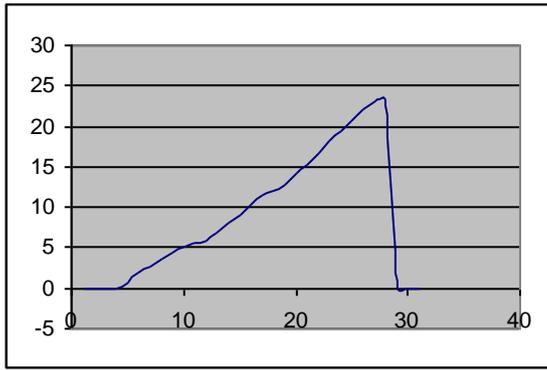
MUESTRA 016



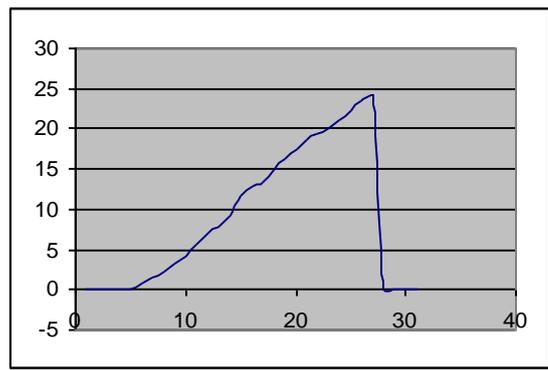
MUESTRA 017



MUESTRA 018

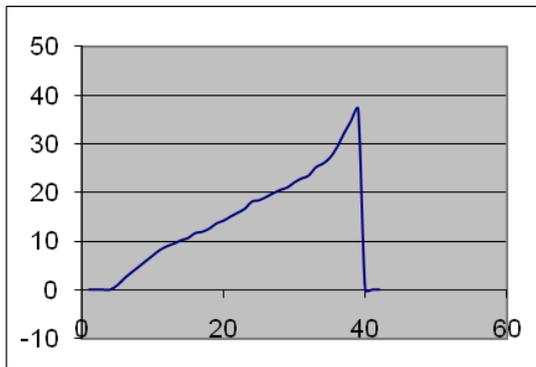


MUESTRA 019

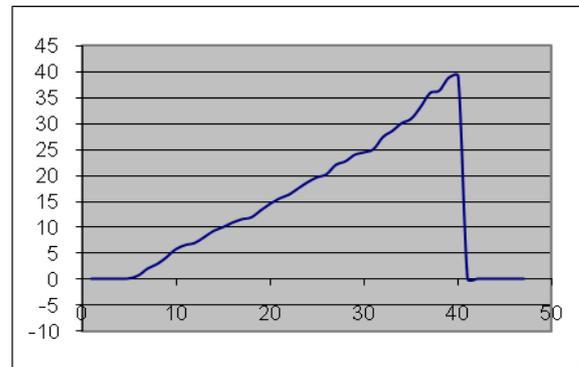


MUESTRA 020

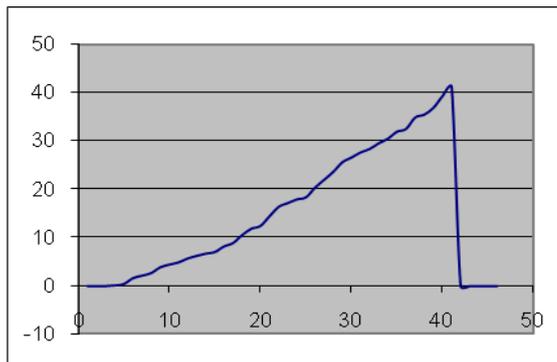
**5.7.3. GRUPO III**



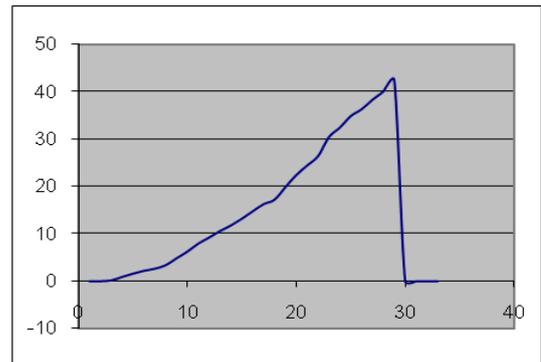
MUESTRA 001



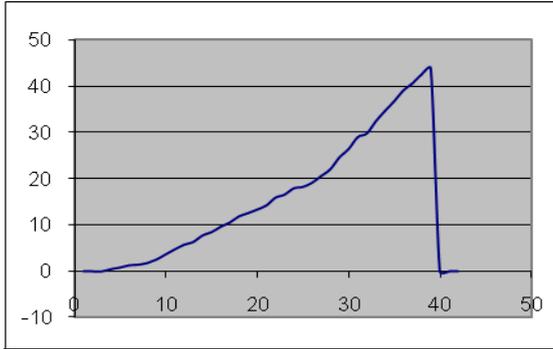
MUESTRA 002



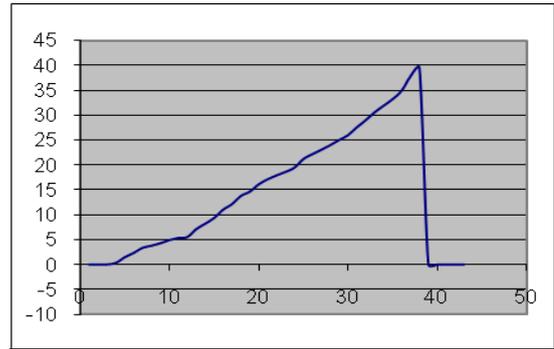
MUESTRA 003



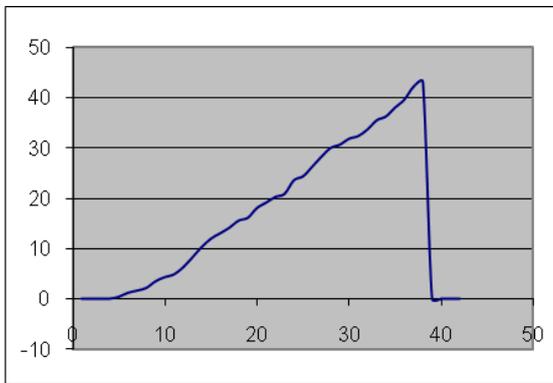
MUESTRA 004



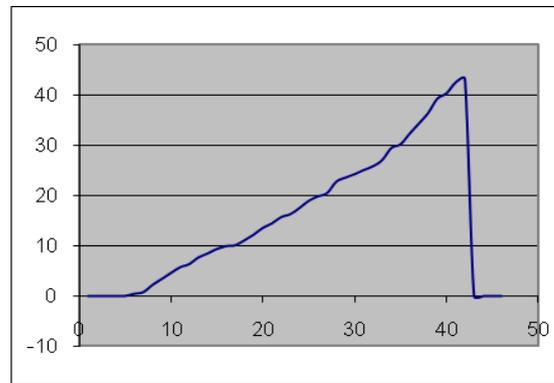
MUESTRA 005



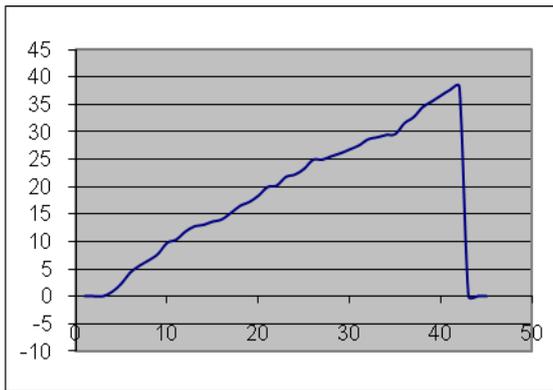
MUESTRA 006



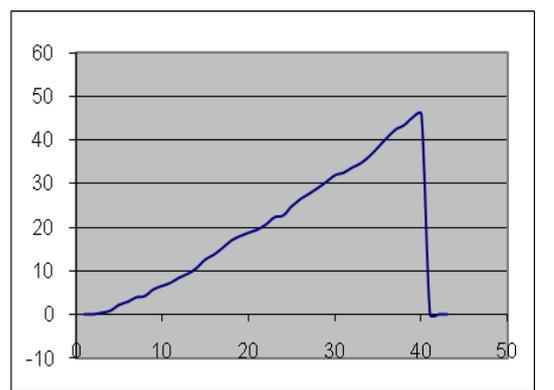
MUESTRA 007



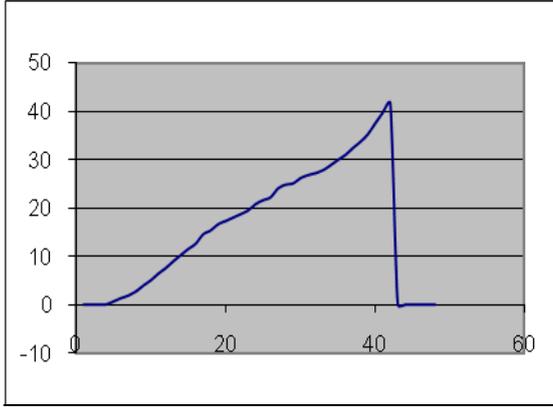
MUESTRA 008



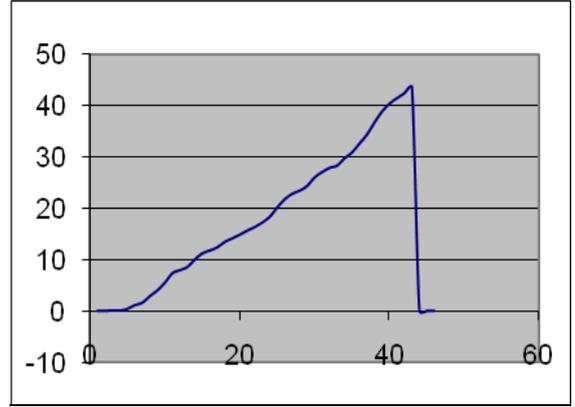
MUESTRA 009



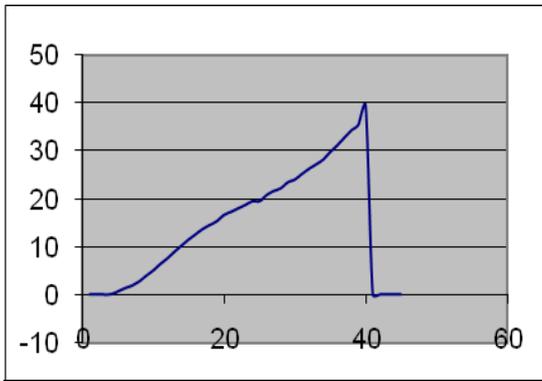
MUESTRA 010



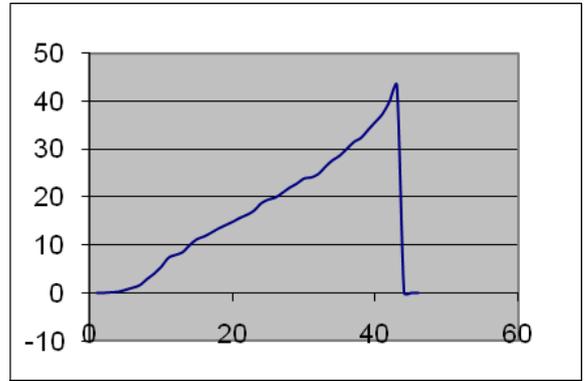
MUESTRA 011



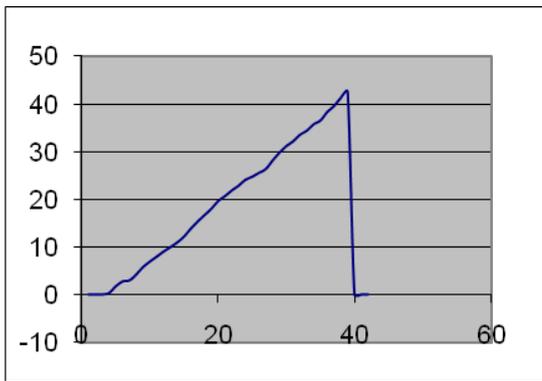
MUESTRA 012



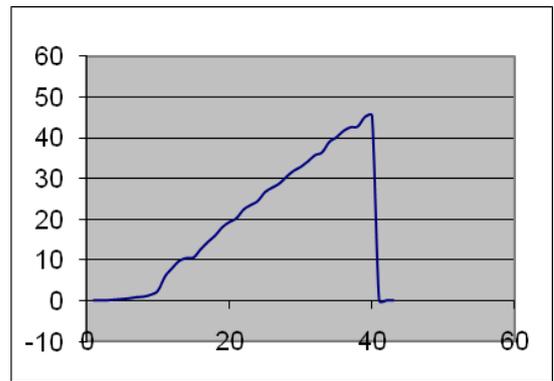
MUESTRA 013



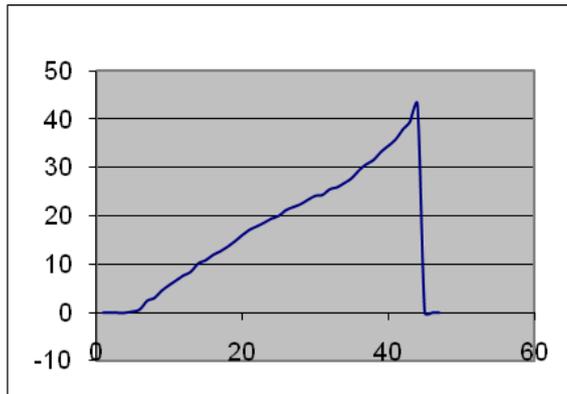
MUESTRA 014



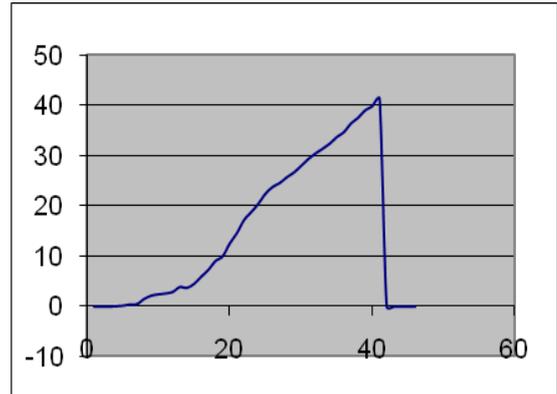
MUESTRA 015



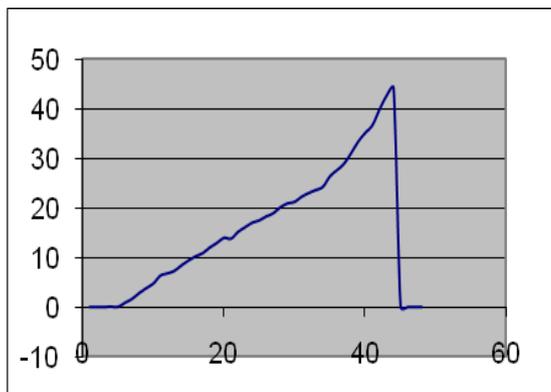
MUESTRA 016



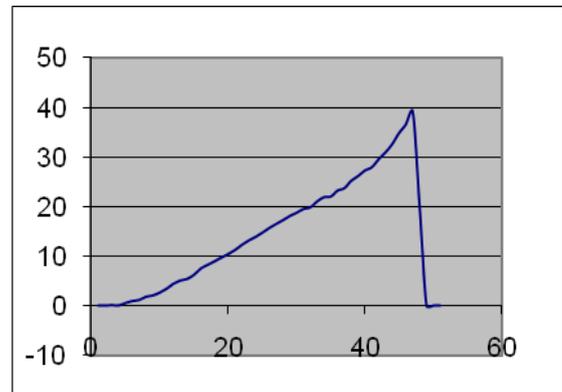
MUESTRA 017



MUESTRA 018



MUESTRA 019



MUESTRA 020

## 5.8. ANALISIS DEL RESULTADO DEL ENSAYO DE TRACCIÓN NORMAL

Los gráficos muestran el aumento de la fuerza de tracción en el transcurso del tiempo, donde:

- Mediante una observación de los gráficos se ve que los mismos no tienen un patrón definido ni características similares lo cual es característico de los materiales frágiles como la resina utilizada y que se comporta en forma no-elástica; es decir, el pegamento absorbe energía en forma no homogénea ni proporcional por lo que el gráfico no sigue un patrón definido: no tiene características elásticas

- La característica común se presenta en que cada grupo tiene un valor de fuerza similar en el momento de rotura.
- No existen roturas parciales, cuando se llega al punto máximo de resistencia se produce la rotura y el valor de la fuerza cae a cero, lo cual representa al colapso del pegamento entre la pieza dentaria y el bracket.

# CAPITULO VI

## ELABORACION DE RESULTADOS Y ESTADÍSTICAS

## 6.1. ELABORACIÓN DE RESULTADOS

Una vez adquirido los datos provenientes de la unidad de conversión analógico-digital son almacenados en un archivo texto en la PC. Mediante el uso del utilitario EXEL de Windows se convierte a unidades de fuerza y tiempo, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 1  
FUERZA DE DESPRENDIMIENTO  
DE BRACKETS DE PIEZAS DENTARIAS

<b>MUESTRA</b>	<b>GRUPO A</b> (Newton)	<b>GRUPO B</b> (Newton)	<b>GRUPO C</b> (Newton)
<b>M-001</b>	19,25	22,45	37,05
<b>M-002</b>	20,26	23,58	39,15
<b>M-003</b>	17,81	23,75	41,22
<b>M-004</b>	19,63	23,82	42,42
<b>M-005</b>	20,94	23,95	43,84
<b>M-006</b>	19,95	22,73	39,53
<b>M-007</b>	19,64	23,71	43,16
<b>M-008</b>	21,34	23,28	43,17
<b>M-009</b>	19,04	22,36	38,35
<b>M-010</b>	19,37	23,43	45,90
<b>M-011</b>	19,27	23,50	41,73
<b>M-012</b>	20,54	23,43	43,44
<b>M-013</b>	19,86	24,23	39,45
<b>M-014</b>	19,02	23,53	43,24
<b>M-015</b>	20,03	24,18	42,68
<b>M-016</b>	20,13	23,57	45,34
<b>M-017</b>	19,21	21,97	43,15
<b>M-018</b>	20,34	24,45	41,36
<b>M-019</b>	18,34	23,35	44,22

MUESTRA	GRUPO A (Newton)	GRUPO B (Newton)	GRUPO C (Newton)
M-020	19,55	23,89	39,36

## 6.2. LOS DESCRIPTORES ESTADÍSTICOS: PROMEDIO, DESVIACIÓN ESTANDAR

### 6.2.1.1. PROMEDIO.

Expresada de forma más intuitiva, podemos decir que la media (aritmética) es la cantidad total de la variable distribuida a partes iguales entre cada observación.

Dados los  $n$  números  $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ , la **media aritmética** se define simplemente como:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + \dots + a_n}{n}$$

En matemáticas y estadística, la **media aritmética** (también llamada **promedio** o simplemente **media**) de un conjunto finito de números es igual a la suma de todos sus valores dividida entre el número de sumandos.

La media aritmética está comprendida entre el valor máximo y el valor mínimo del conjunto de datos

En el caso del ensayo de ruptura de la unión de los brackets sobre las piezas dentarias, las tres columnas de la Tabla 1 muestran los diferentes valores de fuerza de ruptura de las juntas de 20 muestras cada grupo.

Se observa que para cada grupo los valores varían entre un valor mínimo y otro máximo, entre los cuales se distribuyen otros valores que por ser

experimentales son dispersos y no existe modo de elegir cuál es el valor representativo a ese conjunto de valores.

En este sentido, se recurre a los descriptores estadísticos como el promedio que es el valor resultante de la suma de los valores experimentales divididos por el número de muestras. Este Valor Promedio se utiliza como el valor representativo a ese conjunto de datos experimentales. Estos Valores Promedio se muestran en la primera línea de la Tabla 2, para cada grupo de ensayos.

### 6.2.2. DESVIACIÓN ESTÁNDAR.

La **desviación estándar** o **desviación típica** ( $\sigma$ ) es otro descriptor estadístico que se utiliza como medida de centralización o dispersión para variables distribuidos en un intervalo

Se define como la raíz cuadrada de la suma de los cuadrados de las diferencias entre cada valor experimental y el valor promedio, divididos entre el numero de las muestras. Es una medida (cuadrática) que informa de la media de distancias que tienen los datos respecto de su media aritmética, expresada en las mismas unidades que la variable.

$$\sqrt{\sigma^2} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (X_i - \mu)^2}{N}}$$

Para conocer con detalle el comportamiento de un conjunto de datos, no basta con conocer las medidas de tendencia central, sino que se necesita conocer también la desviación que representan los datos en su distribución respecto de la media aritmética de dicha distribución, con objeto de tener una visión de los mismos más acorde con la realidad al momento de describirlos e interpretarlos si los datos son muy dispersos o convergen a un valor central.

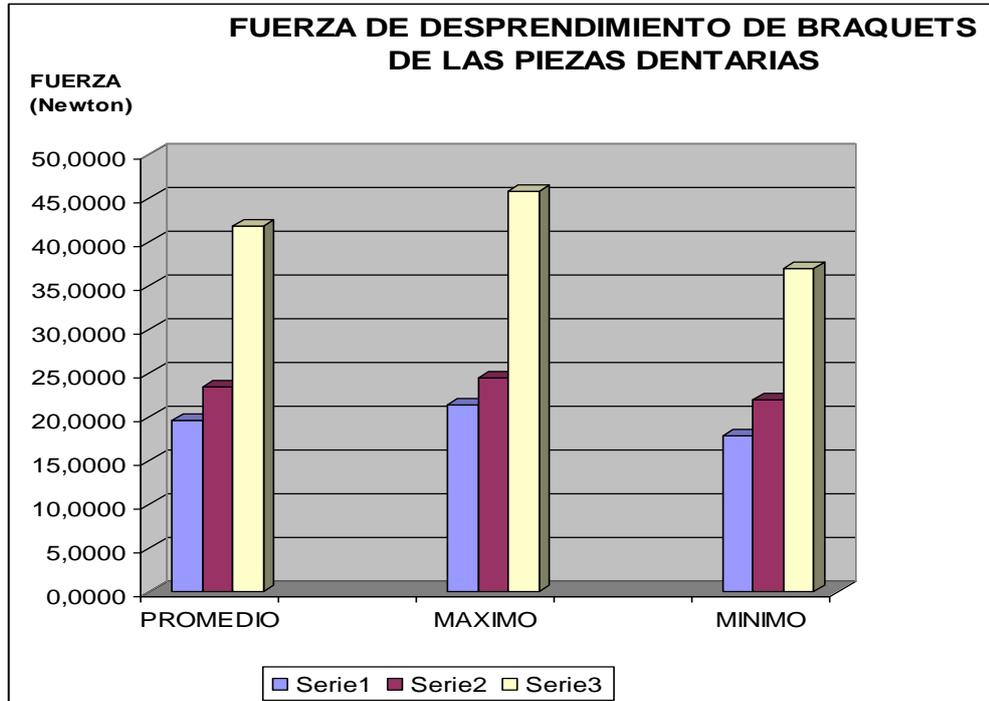
Para el caso del ensayo de ruptura de la unión de los brackets sobre las piezas dentarias, dichos valores de Desviación Estándar se muestran en la última línea de la Tabla 2 para cada grupo de datos experimentales.

TABLA 2

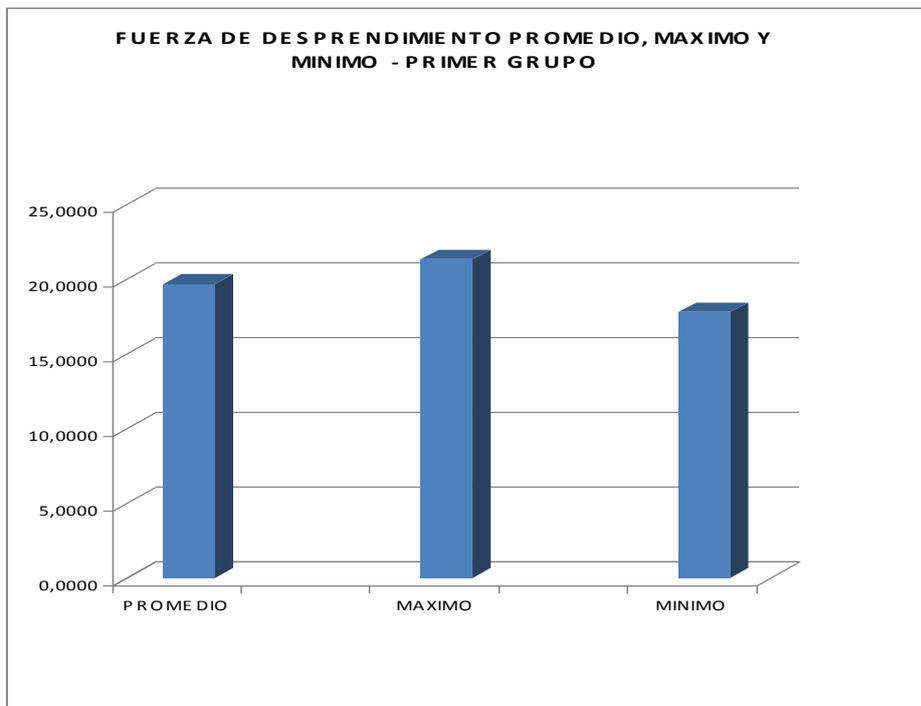
	<b>GRUPO A</b>	<b>GRUPO B</b>	<b>GRUPO C</b>
<b>PROMEDIO</b>	19,6761	23,4577	41,8899
<b>MAXIMO</b>	21,3390	24,4500	45,9000
<b>MINIMO</b>	17,8130	21,9670	37,0540
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	0,8306	0,6429	2,3988

### 6.3. REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LAS ESTADÍSTICAS

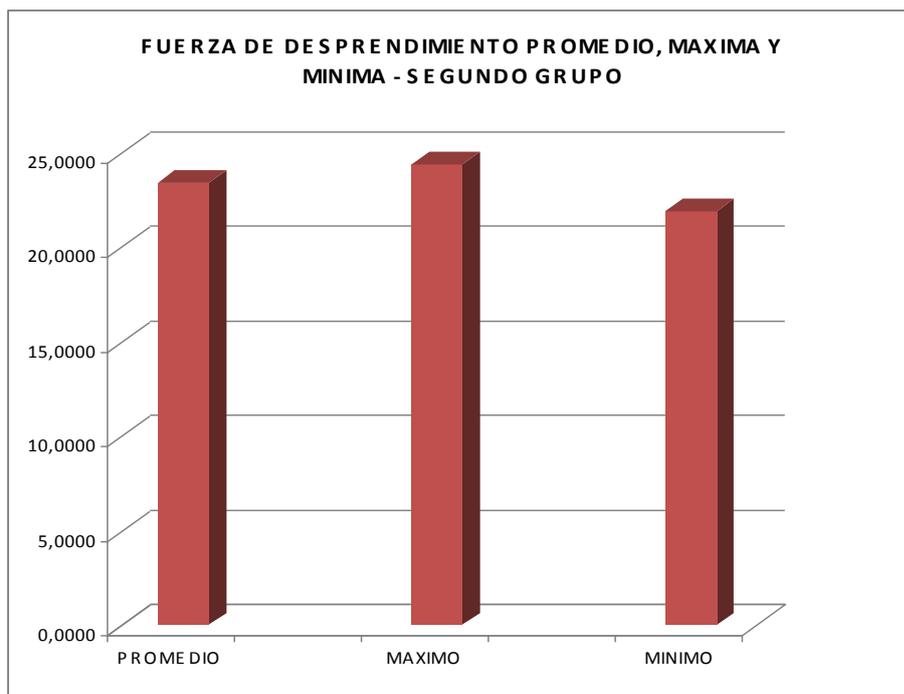
#### 6.3.1. PROMEDIO, MÍNIMO Y MÁXIMO PARA LOS TRES GRUPOS DE BRACKETS



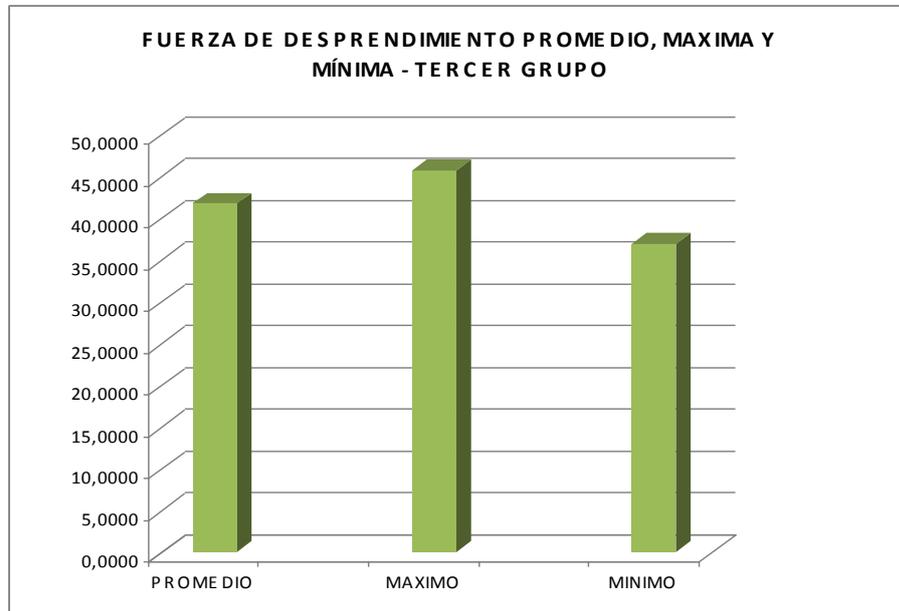
### 6.3.2. PROMEDIO, MÍNIMO Y MÁXIMO PARA EL PRIMER GRUPO DE BRACKETS



### 6.3.3. PROMEDIO, MÍNIMO Y MÁXIMO DEL SEGUNDO GRUPO DE BRACKETS



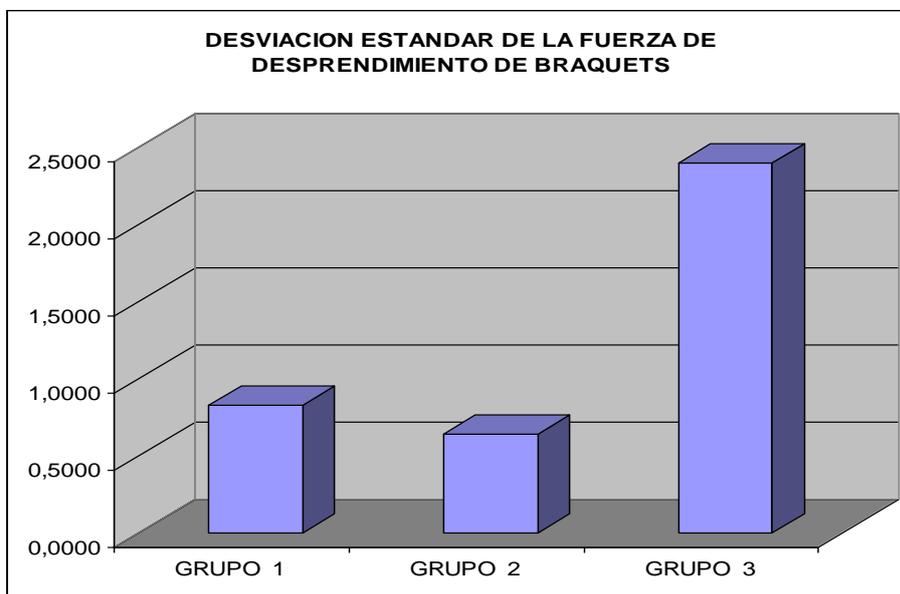
#### 6.3.4. PROMEDIO, MÍNIMO Y MÁXIMO PARA EL TERCER GRUPO DE BRACKETS



En los 3 gráficos anteriores se observa los valores mínimos y máximos del intervalo de variación de la fuerza con la que se desprenden los brackets desde las piezas dentarias. Se observa por la diferencia de alturas de las columnas la diferencia que existe entre esos valores mínimos y máximos, la dispersión de los valores en un intervalo amplio o reducido y donde se ubica el valor promedio.

Sin embargo ese valor promedio es sólo un valor que representa a ese conjunto de cifras que resultan de los ensayos efectuados, no indica cuál es el conjunto de valores que se aproxima a una certeza de que tanto el procesos de los ensayos y sus resultados conduzcan a afirmar cuál de los conjuntos de resultados representa a la realidad y con una medida de exactitud.

### 6.3.5. DESVIACIÓN ESTANDAR DE LOS TRES GRUPOS DE RESULTADOS



En el análisis estadístico de conjuntos de resultados experimentales realizados bajo el mismo procedimiento, luego de conocer el valor promedio, es necesario saber cuál es el grado de dispersión de los valores experimentales del intervalo de cada conjunto de datos respecto al valor promedio. El gráfico anterior muestra esos tres valores de la Desviación Estándar de cada uno de los conjuntos de resultados experimentales.

De acuerdo a los valores de Desviación Estándar, se observa que la columna representativa del segundo grupo tiene la menor altura y ello conduce a concluir que de los tres resultados experimentales obtenidos bajo las mismas condiciones el segundo grupo de valores tiene mayor exactitud.

Mediante el conocimiento y análisis de estos valores de Desviación Estándar, pueden conducir a hacer un análisis de relacionamiento de las variables involucradas y su correspondiente propagación de errores de procedimiento de montaje del dispositivo que se trata de ensayar, además de hacer un análisis de la manipulación de dicho dispositivo sometido a ensayo en el equipo de

ensayo y su adquisición de resultados, de manera que se reduzcan los errores incluidos en las variables y de este modo reducir la dispersión en la obtención de los resultados definitivos.

#### 6.4. ANALISIS DE RESULTADOS.

	<b>GRUPO A</b>	<b>GRUPO B</b>	<b>GRUPO C</b>
<b>PROMEDIO</b>	19,6761	23,4577	41,8899
<b>MAXIMO</b>	21,3390	24,4500	45,9000
<b>MINIMO</b>	17,8130	21,9670	37,0540
<b>DESVIACION ESTANDAR</b>	0,8306	0,6429	2,3988

**6.4.1.** El cuadro de resultados muestra cifras que son los indicadores de los datos de los ensayos en cada uno de los tres grupos. El principal indicadores una cifra que es el promedio de los valores de carga en los que se produce la ruptura de la unión de la resina y este valor representativo de los diferentes valores de carga en los que ocurrieron las rupturas.

En los trabajos de laboratorio, es normal que ocurra esa variación de resultados, por dos motivos: los errores sistemáticos y los errores fortuitos.

Los Errores Sistemáticos, son aquellos que se producen por efecto de instrumentos defectuosos, desconocimiento del manejo de los instrumentos, procedimientos equivocados en la preparación de las

probetas, falta de coherencia en las unidades de las medidas que se utilizan, etc.

En el caso presente, para los tres grupos de muestras se estandarizaron los procedimientos de preparación de las mismas, es decir cada grupo de muestras se preparó bajo las mismas condiciones, de manera que se redujo al mínimo cualquier variación que indujera a introducir errores.

En el trabajo de tracción normal para la rotura, el equipo utilizado entrega el resultado a la PC de adquisición de datos a través de una interface completamente aislado de la manipulación. Por otra parte, la manipulación de la muestras en la instalación de las mismas en el equipo se la hizo habiendo estudiado el mejor modo de hacerlo, sin que hubiera la posibilidad de variaciones.

En este sentido los resultados, no tuvieron la influencia de ningún error sistemático.

- 6.4.2.** Los errores fortuitos, son los que se comenten en forma aislada, este hecho puede ocurrir en cualquiera de las fases del trabajo: preparación de muestras o el ensayo de rotura. Esos errores son inevitables, esos errores son los que ocasionan las variaciones en las cifras de los resultados, como en el presente caso, sin embargo, su análisis estadístico ayuda a la toma de decisiones para tomar el camino correcto para elegir una metodología de trabajo como la más indicada.

En el caso de estudio, el indicador que da la pauta de la mejor metodología es la Desviación Estándar, ya que mostrando la cifra más pequeña, nos indica qué grupo de muestras tiene los resultados

con menor dispersión, es decir, habiendo eliminado las causas de los errores sistemáticos, los errores fortuitos son menores.

En el presente caso, ese valor de Desviación Estandar mínimo corresponde al segundo grupo de muestras, lo cual demuestra que este es el mejor modo de trabajo en la adhesión de brackets y piezas, y además, en los hechos ese resultado estadístico corrobora los resultados de la experiencia en el trabajo, puesto que como resultado previo a los ensayos de laboratorio realizado, ya se tenía como premisa que esa metodología era la mas indicada para el trabajo.

# **CAPITULO VII**

## **DISCUSSION**

## 7.1 Discusión.-

La mínima fuerza de adhesión clínicamente aceptable no es conocida, sin embargo, Keizer et al.<sup>27</sup>, sugiere que la adhesión clínica exitosa puede ser lograda con una fuerza de adhesión de 6-10 MPa. Pickett et al.<sup>28</sup> mencionan que la fuerza de adhesión del bracket debe ser lo suficiente para tolerar las fuerzas biomecánicas y funcionales, pero en un nivel que permita, al final del tratamiento, despegar el bracket sin dañar el esmalte, este último puede ocurrir cuando la fuerza de adhesión supera los 14 MPa. Por otro lado, cabe mencionar que la fuerza de adhesión observado in vitro puede ser más alta que la observada in vivo<sup>28</sup>, Reynolds<sup>29</sup>.

Autores como Black y Col.1950, Leas y Col. 1993,Andrew y Col. 1996, McColl y Col. 1998, Mui By Col. 1999, Basudan y Col. 2001, Quick y Col.2005, Peñarrocha y Col. 2005, Tavares y Col. 2006,concluyen que el proceso de microabrasión aumenta considerablemente las fuerzas de adhesión al compararlo con brackets no microarenados, mientras que otras investigaciones como la de Willems y Col. 1997, favorecen nuestros resultados concluyendo que los resultados de la microabrasion no tiene efectos consistentes, o simplemente que los resultados no son uniformes, dado a que puede o no incrementar significativamente las fuerzas de adhesión en los brackets de un mismo grupo de evaluación<sup>30\_31\_32\_33\_34\_35\_36</sup>.

---

<sup>27</sup> Keizer S, Ten Cate JM, Arends J. Direct bonding of orthodontic brackets. American Journal Orthodontic and Dentofacial Orthopedic.1976; 69:318-327.

<sup>28</sup> Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. Angle Orthodontic.2001; 71: 141-148.

<sup>29</sup> Reynolds IR.A review of direct orthodontic bonding.British Journal of Orthodontics 1975; 2:171-178.

<sup>30</sup> Ortodoncia Contemporánea. Diagnostico y Tratamiento, Ezequiel E. Rodriguez Rodriguez añez, Rogelio Casasa Araujo. Editorial Amolca.2005.

<sup>31</sup> Peñarrocha D, Pobo B, Moscardó P. Análisis comparativo de dos bases de bracket. Un estudio in vitro. GACETA DENTAL. 2005. Junio, 6-10.

<sup>32</sup> MacColl G, Rossouw P, Titley K, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil- mesh bases. AJODO. 1998. 113 (3): 276-281.

<sup>26</sup> Willems G, Carels C, Verbeket G. In vitro peel/ shear bond strength evaluation of orthodontic brackets base design. Journal of dentistry. 1997. 25: 271-278.

<sup>33</sup> Willems G, Carels C, Verbeket G. In vitro peel/ shear bond strength evaluation of orthodontic brackets base design. Journal of dentistry. 1997. 25: 271-278.

<sup>34</sup> Andrew L, Sonis A. Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. AJODO. 1996. 110(7): 96-98.

La decementación de un bracket durante el tratamiento de ortodoncia fija puede deberse a un fracaso del enlace a diferentes niveles: fractura cohesiva del bracket, falla en la interfase resina/bracket (90% o más de la base del bracket libre de resina), falla cohesiva de la resina, o fractura o crack de la superficie del diente<sup>31</sup>.

Los resultados del estudio no muestran una diferencia significativa entre los tres grupos, siendo que el segundo grupo (brackets nuevos arenados) del resto, muestra mas consistencia en los resultados estadísticamente hablando, mejor calidad de resultados por la menor desviación de los datos, la variación de los resultados ocurre en un rango estrecho.

## **7.2 CONCLUSIONES.-**

Comparando los resultados obtenidos, se llega a la conclusión que no existe una diferencia significativa al microarenar un bracket nuevo para que este tenga mejor adhesión que en bracket nuevos, pero si se observa una ligera disminución de adhesión con los brackets usados con técnica de flameado. Coincidiendo así con los estudios de Willems y Col. 1997<sup>33</sup> que favorecen nuestros datos concluyendo que los resultados de la microabrasion no tiene efectos consistentes, o simplemente que los resultados no son uniformes, dado a que puede o no incrementar significativamente las fuerzas de adhesión en los brackets de un mismo grupo de evaluación. A pesar de que los tres grupos presentaron fuerzas de adhesión aceptables para soportar las fuerzas a las que están sometidos los brackets en la cavidad oral; el proceso industrial del microarenado de la base de los brackets con el fin de aumentar las fuerzas de adhesión a la estructura dental, según este estudio no demuestra una diferencia significativa importante para realizarlo en consulta externa.

---

<sup>35</sup> Black R. Airbrasive: some fundamentals. JADA. 1950.41: 701-710.

<sup>36</sup> Leas T, Hondrum S. The effect of rebonding on the shear bond strength of orthodontic brackets- a comparison of two clinical techniques. AJODO. 1993. 103: 200-201.

### **7.3 RECOMENDACIONES.-**

Para futuras investigaciones se recomienda realizar la cementación de todos los brackets el mismo día, ya de dicha investigación se la realizo en tres días diferentes y pese a que estaban en las mismas condiciones vario el clima pudiendo influir en el fraguado tanto de la resina como en el adhesivo, tal ves a si se pueda obtener datos mas estables en los resultados obtenidos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bishara SE, VonWald L, Laffoon JF, Warren JJ. The effect of repeated bonding on the shear bond strength of a composite resin orthodontic adhesive. *Angle Orthodontic*.2000; 70:435–441.
2. Bishara SE, John F, Laffoon B, Leigh VonWald BA, John J. The effect of repeated bonding on the shearbond strength of different orthodontic adhesives. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2002; 121:521-5.
3. Buonocore, MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *Journal of Dental Research*.1955; 34:849–853.
4. Graber TM. *Orthodontics.Current Principles and Techniques*, 3a edición. USA: Editorial Mosby; 2000:539-624.
5. Grabouski JK, Staley RN, Jakobsen JR. The effect of microetching on the bond strength of metal brackets when bonded to previously bonded teeth: an in vitro study.*American Odontol. Sanmarquina* 2008; 11(2): 60-65
6. Interlandi. Adhesión directa de brackets en ortodoncia. En Scanavini, M. (Ed). *Ortodoncia, Bases para la iniciación*. 2002. 454-475.
7. Peñarrocha D, Pobo B, Moscardó P. Análisis comparativo de dos bases de bracket. Un estudio in vitro. *GACETA DENTAL*. 2005. Junio, 6-10.
8. Sonis AL. Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 1996 Jul; 110(1): 96-8.
9. Mooney B. Adhesión a la estructura dental. En Macchi, R. (Ed) *Operatoria Dental*. 1999. 567- 607.
10. Rosenstiel S. *Contemporary fixed prosthodontics*. 3rd Edition, Mosby Inc. 2001.
11. Olsen M.E., Bishara S.E., Damon P., Jacobsen J.R. Comparison of shear bond strength and surface structure between conventional acid etching and

- air-abrasion of human enamel. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1997 Nov: 502-506.
12. Reisner K.R., Levitt H.L., and Mante F. Enamel preparation for orthodontic bonding: A comparison between the use of a sandblaster and current techniques. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 1997 Apr: 366-373.
  13. Wood D.P., Paleczny G.J., Johnson L.N. The effect of sandblasting on retention of orthodontic bands. The Angle Orthodontist, 1996 3: 207-214.
  14. Miller S., Zernik J.H. Sandblasting of Bands to Increase Bond Strength. Journal of Clinical Orthodontics, 1996 Apr: 217-222.
  15. Newman GV, Sun BI, Ha JL, Ozsoylu SA. Adhesion promoters, their effects on the bond strength of metal brackets. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.1995; 108: 237-241.
  16. MacColl G, Rossouw P, Titley K, Yamin C. The relationship between bond strength and orthodontic bracket base surface area with conventional and microetched foil- mesh bases. AJODO. 1998. 113 (3): 276-281.
  17. Willems G, Carels C, Verbeket G. In vitro peel/ shear bond strength evaluation of orthodontic brackets base design. Journal of dentistry. 1997. 25: 271-278.
  18. Leas T, Hondrum S. The effect of rebonding on the shear bond strength of orthodontic brackets- a comparison of two clinical techniques. AJODO. 1993. 103: 200-201.
  19. Interlandi Bases para la iniciación-Adhesion directa de brackets en Ortodoncia.
  20. Ortodoncia Contemporánea. Diagnostico y Tratamiento, Ezequiel E. Rodriguez Rodriguez añez, Rogelio Casasa Araujo. Editorial Amolca.2005.
  21. Robert G. Craig, Marcus L. Ward Materiales de Odontologia Restauradora.
  22. Keizer S, Ten Cate JM, Arends J. Direct bonding of orthodontic brackets. American Journal Orthodontic and Dentofacial Orthopedic.1976; 69:318-327.
  23. Tavares SW, Consani S, Nouer DF. Shear bond strength of new and recycled brackets to enamel. Brazilian Dental Journal 2006; 17(1): 44-48.

24. Pickett KL, Sadowsky PL, Jacobson A, Lacefield W. Orthodontic in vivo bond strength: comparison with in vitro results. *Angle Orthodontic*. 2001; 71: 141-148.
25. Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *British Journal of Orthodontics* 1975; 2:171-178.
26. Interlandi Bases para la iniciación- Adhesión directa de brackets en Ortodoncia.
27. Andrew L, Sonis A. Air abrasion of failed bonded metal brackets: a study of shear bond strength and surface characteristics as determined by scanning electron microscopy. *AJODO*. 1996. 110(7): 96-98.
28. Black R. Airbrasive: some fundamentals. *JADA*. 1950.41: 701-710.
29. Bishara SE, VonWald L, Laffon JF, Jacobsen JR. Effect of altering the type of enamel conditioner on the shear bond strength of resin-reinforced glass ionomer adhesive. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2000; 118: 288-294.8.

## ANEXOS



**Figura 1. Instrumental Utilizado**



**Figura 2. Lámpara fotopolimerizável**



**Figura 3. Muestras de las piezas dentales en sus bases de acrílico**



Figura 4. Brackets utilizados en el estudio

**PROCEDIMIENTO DE ADHESION DE BRACKETS EN LAS PIEZAS DENTALES**



Figura 5. Profilaxis de la superficie dental    Figura 6. Grabado ácido al 37% durante 20sg.



**Figura 7. Lavado**



**Figura 8. Secado con la triple**



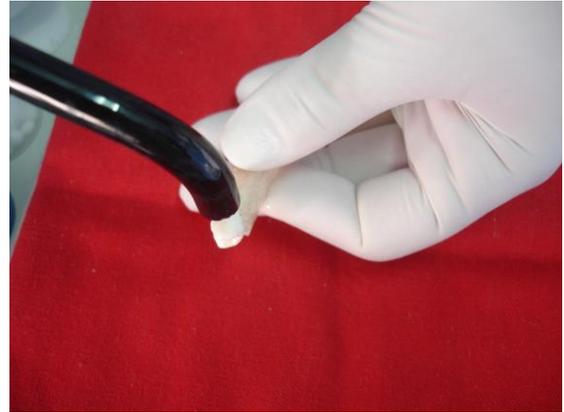
**Figura 9. Aplicacion de una capa de adhesión**



**Figura 10. Aplicacion de un chorro de aire suave por 2 seg**



**Figura 11. Aplicación de resina transbond en la base del bracket, colocado del bracket sobre la superficie dental, retirando el excedente**



**Figura 12 Polimerización durante 10 segundos por cada lado**



**Figura 13 Fotopolimerización por cada lado**



**Figura 14 Base con bracket ya cementado con ligadura metálica**



**Figura 15** Maquina universal de fuerzas ZWICK 1474, marca Amler 221, procedencia alemana, calibrada por el encargado del servicio



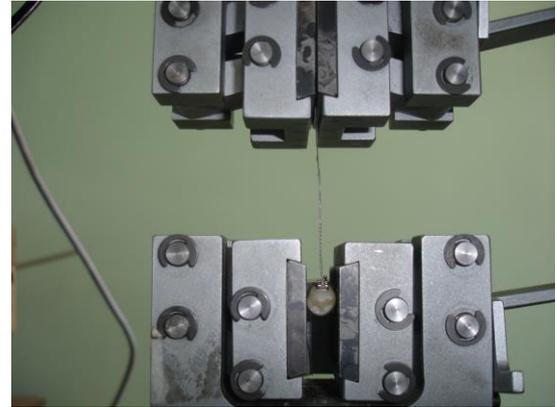
**Figura 16** Encargado del laboratorio de Física colocando las muestras en la maquina universal de fuerzas



**Figura 17 Colocado de muestras por cada grupo de piezas dentales**



**Figura 18 Inserción de las muestras con la mordaza de la maquina**



**Figura 19 Muestra tensada en la mordaza**



**Figura 20 Sr. Limachi encargado del laboratorio propiedades mecánicas de la facultad de física**