

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGIA**  
**POSTGRADO DE ORTODONCIA**



**TESIS DE GRADO**

**“COMPARACION IN VITRO DE LA RESISTENCIA AL  
CIZALLAMIENTO DE TRES AGENTES CEMENTANTES  
ORTODONTICOS”**

**MAESTRANTE** : **DRA. DANIA JESLI MENGOA**

**TUTOR** : **NELSON VARGAS ARZE**

**LA PAZ – BOLIVIA**  
**2009**

# INDICE

## **RESUMEN**

<b>I.- INTRODUCCION .....</b>	
<b>II.- MARCO TEORICO.....</b>	
2.1 ANTECEDENTES.....	
2.2 ESTUDIOS COMPARATIVOS.....	
2.3 BASES TEORICAS.....	
2.3.1 ADHESION .....	
2.3.2 TIPOS O MECANISMOS DE ADHESION .....	
2.3.3 ADHESIVO.....	
2.3.4 CLASIFICACIÓN DE LOS ADHESIVOS CONTEMPORANEOS.....	
2.3.5 ADHESION AL ESMALTE.....	
2.3.6 ADHESION EN ORTODONCIA.....	
2.3.7 TIPOS DE ADHESIVOS EN ORTODONCIA.....	
2.3.8 ADHESIÓN DE LOS BRACKETS.....	
2.3.8.1 PROCEDIMIENTO PARA LA ADHESIÓN .....	
2.3.9 MECANISMOS DE ADHESIÓN AL ESMALTE.....	
2.3.9.1 RESINAS .....	
2.3.9.2 IONOMEROS.....	
2.3.9.3 CEMENTOS RESINOSOS.....	
<b>III.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION.....</b>	
3.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA.....	

3.2	FORMULACION DEL PROBLEMA.....
3.3	HIPOTESIS.....
3.3.1	HIPOTESIS GENERAL.....
3.3.2	HIPOTESIS DE TRABAJO.....
3.4	OBJETIVOS.....
3.4.1	OBJETIVOS GENERALES.....
3.4.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS.....
3.5	TIPO DE ESTUDIO.....
3.6	UNIVERSO.....
3.7	MUESTRA.....
3.8	UNIDAD DE ANALISIS.....

**IV.- INTERVENCION O METODOLOGIA**

4.1.	DEFINICION DE VARIABLES.....
4.1.1	VARIABLE DEPENDIENTE.....
4.1.2	VARIABLES INDEPENDIENTES.....
4.2	OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES.....
4.3	MATERIALES UTILIZADOS.....
4.4	METODO Y PROCEDIMIENTO.....
4.5	PREPARACION DE LAS MUESTRAS.....
4.6	PRUEBA MECANICA DE CIZALLAMIENTO.....
4.7	RECOLECCION DE DATOS.....

**V.- RESULTADOS .....**

4.1	ANALISIS.....
-----	---------------

4.1.1 ANALISIS ESTADISTICO.....

**VI.- DISCUSION .....**

**VII.- CONCLUSIONES .....**

**VIII.- RECOMENDACIONES.....**

**IX.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFIA.....**

**X.- ANEXOS.....**

**COMPARACION IN VITRO DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE TRES  
AGENTES CEMENTANTES ORTODONTICOS  
RESUMEN**

El objeto de este estudio in vitro fué comparar la resistencia al cizallamiento de brackets unidos con tres diferentes agentes cementantes: una resina fotopolimerizable (Transbond XT), cemento ionómero de vidrio modificado con resina (FUJI OrthoLC) y cemento resinoso dual ( RelyX U100), en cuarenta piezas dentarias que fueron divididas en cuatro grupos. En cada grupo, los brackets fueron unidos con los agentes cementantes a la superficie vestibular dentaria según las instrucciones del fabricante. Para medir la resistencia al cizallamiento se utilizó una maquina de ensayo, calibrado por el Servicio de Aseguramiento Metrologico. Los resultados mostraron que la resistencia al cizallamiento es significativamente mayor de la resina fotopolimerizable (Transbond.XT)  $8,21 \pm 1,03$  [Mpa] en relación a los otros agentes cementantes; que la resina fotopolimerizable (Transbond.XT)  $8,21 \pm 1,03$  [Mpa] es relativamente comparable con cemento resinoso dual (RelyX U100) con previo grabado ácido  $7,31 \pm 1,34$  [Mpa]; que el cemento ionómero de vidrio modificado (Fuji Ortho LC)  $6,21 \pm 1,32$  con [Mpa] es relativamente comparable con el cemento resinoso dual (RelyX U100) con previo grabado ácido  $7,31 \pm 1,34$  [Mpa] y que el cemento resinoso Dual (RelyX U100) sin previo grabado ácido  $3,71 \pm 1,25$  [Mpa] dió una significativa baja resistencia al cizallamiento, que con previo grabado ácido y también en relación a los otros agentes cementantes.

## **I.- INTRODUCCION**

El presente trabajo fué realizado de forma experimental in vitro y tiene como propósito comparar e identificar que agente cementante en ortodoncia tiene mejor resistencia al cizallamiento o desplazamiento.

En los tratamientos de ortodoncia es necesario unir un bracket a la estructura dentaria para lo cual es necesario un agente cementante.

Existe en el mercado una variedad de agentes cementantes con características favorables y desfavorables en los cuales algunos tienen mayor resistencia al despegado, mayor susceptibilidad a las caries, menor resistencia al despegado y menor susceptibilidad a las caries

Para lo cual nosotros buscamos un agente cementante ideal que tenga mayor resistencia y menor susceptibilidad a las caries.

Es así que en la presente investigación se da a conocer el marco teórico, que sirve como base para el análisis e interpretación del tema, identificamos los antecedentes, estudios comparativos previos de diferentes agentes cementantes en ortodoncia bases teóricas, las hipótesis y las 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 la metodología que se aplicó, universo y muestra y los materiales que fueron usados en la experimentación in vitro y finalmente se muestran los resultados de la investigación, donde se analiza y compara cual de los agentes cementantes utilizados en la investigación tiene mejor resistencia al cizallamiento.

## **II.- MARCO TEORICO**

### **2.1 ANTECEDENTES**

Buncore <sup>(1)</sup> en 1955 demostró un aumento en la adhesión entre el esmalte del diente y materiales acrílicos cuando trató la superficie del esmalte con una solución ácida fosfórica al 85% por 30 segundos. Cuando el ácido fosfórico es aplicado al esmalte, ocurre una selectiva disolución de los cristales de hidroxyapatita. <sup>(2)</sup> Esta disolución produce la creación de microporos que permite la incorporación de pequeños “tags” de resina en la superficie del esmalte, mientras se crea un entrelace micromecánico entre el esmalte y la resina <sup>(3)</sup>

### **2.2 ESTUDIOS COMPARATIVOS**

Según la investigaciones los valores de la resistencia al cizallamiento de agentes cementantes varían de un autor a otro.

- En 1998, Cohen y colaboradores <sup>(4)</sup> compararon los promedios de adhesión de los CIV modificados con resinas FO y FOLC, con Concise (bis GMA) y CIV convencional Ketac Cem. Los resultados mostraron diferencias estadísticas entre los valores: Concise 13.08 MPa, FOLC 7.84 MPa, FO 5.89 MPa y Ketac Cem 3.6 MPa.

- Bishara y Colaboradores <sup>(5)</sup> evaluaron en 1999 la fuerza de adhesión del cemento ionómero de vidrio modificado con resina FOLC y la resina compuesta Transbond XT. Los resultados mostraron que la resina compuesta presentaba los mayores valores de adhesión seguido por FOLC.

- Shin y Lee, Caster y Mc Cabe, Scout y colaboradores en 1995 <sup>(6)</sup> han reportado usando ionómero vítreo modificado y resinas, que el pre tratamiento del esmalte con ácido fosfórico o ácido poliacrílico parece ser necesario para mejorar su adhesión

- Jobalia y colaboradores <sup>(7)</sup> en 1997 determinaron la fuerza de adhesión del FOLC de tubos cementados a molares bajo seis condiciones de pre tratamiento del esmalte. Los resultados fueron los siguientes 98.6N para el esmalte seco sin grabar, 133.7N grabado con ácido poliacrílico por 20 segundos y humedecido con

agua, 96.3N sin grabar y humedecidos con saliva artificial, 108.7N sin grabar y humedecidos con saliva humana y 101.6N sin grabar y humedecidos con agua. Estos resultados muestran que la humedad sobre la superficie del esmalte ya sea en forma de agua, saliva humana o artificial es necesaria para una óptima adherencia del cemento a la superficie del esmalte.

- Cohen y colaboradores 1998 <sup>(4)</sup> Encontraron tanto para el ionómero vítreo modificado con resina FO como para el FOLC que las muestras de dientes acondicionadas por 20 segundos con ácido poliacrílico al 10% con esmalte humedecido mostraban valores ligeramente mayores que las muestras no acondicionadas.

- Lippitz y colaboradores <sup>(8)</sup> compararon en 1997 los valores de adhesión de la resina compuesta Concise con tres CIV modificados con resinas Advance, Fuji Duet y FOLC. Los resultados a las 24 horas fueron los siguientes: Concise 14,9 MPa; Advance 16,3MPa, Fuji Duet 16,4 MPa FOLC grabado 16.8 MPa; FOLC sin grabar 5,9 MPa. FOLC sin grabar presentó valores de adhesión significativamente mas bajos que el resto.

- Bishara y Colaboradores <sup>(5)</sup> evaluaron en 1999 la resistencia de adhesión de la resina compuesta Transbond XT grabado con ácido fosfórico al 37% comparado con un CIV modificado con resina Fuji Bond LC acondicionado con ácido poliacrílico al 20% Los valores encontrados fueron 10.4 MPa y 6,5 MPa respectivamente, hubo diferencias estadísticas significativas.

- Manuel Toledano y Colaboradores <sup>(9)</sup> evaluaron el 2003 resistencia de adhesión al cizallamiento de brackets unidos con diferentes cementos de auto y fotocurado: grupo (1) System One (resina de curado químico) (2) Light Bond (resina de fotocurado) (3)Vivaglass Cem (cemento ionomero de autocurado) (4) Fuji Ortho LC (cemento ionomero de fotocurado) después de haber grabado el esmalte usando ácido fósforico al 37% por 15 segundos (5) Fuji Ortho LC sin grabado ácido, Los resultados mostraron que la resistencia mas alta dió el System One , resina de curado químico 13.71 MPa, seguido del grupo con grabado ácido, resina de fotocurado Light Bond 6.91 MPa y resina modificada Fuji Ortho LC 6.62



MPa, y los valores mas bajos para el grupo sin grabado ácido Fuji Ortho LC 3.98 MPa y Vivaglass Cem 1.07 MPa.

- Ascensión Vicent y colaboradores <sup>(10)</sup> compararon el 2004 la resistencia la cizallamiento de brackets unidos con resinas de fotocurado Transbond XT y Light Bond (acondicionado con acido fosfórico al 37% durante 30 segundos) y un cemento resinoso de curado dual (RelyX Unicem) para la preparación de las muestras con los agentes cementantes se siguieron las instrucciones del fabricante, los resultados fueron: Cemento resinoso RelyX Unicem 7.66MPa mostró significativamente menos resistencia que las dos resinas y el Light Bond 14.27MPa significativamente mejor resistencia que el Transbond XT 11.30MPa (Velocidad de 1mm/min)

- Samir E. Bishara y colaboradores <sup>(11)</sup> el 2005 determinaron el efecto de los cambios de velocidad de la máquina de ensayos para la resistencia al cizallamiento, se utilizaron dos grupos . (1)Adhesión con Transbond XT, velocidad de cizallamiento 5.0 mm/min (2) Adhesión con Transbond XT, velocidad de cizallamiento 0.5 mm/min. Los resultados mostraron una significativa diferencia primer grupo 7.0+-4.6 MPa, segundo grupo 12.2+- 4.0 MPa

- Samir E. Bishara y colaboradores <sup>(12)</sup> el 2006 determinaron si el cemento universal autoadhesivo, RelyX UNICEM puede usarse para unir brackets, utilizaron dos grupos para la adhesión (1) RelyX UNICEM (2) Transbond XT, ambos decementados en 30 minutos después de la adhesión inicial, los resultados: RelyX 3.7+- 2.1 MPa significativamente bajo en relación a Transbond XT 5.97+- 4.2 MPa (velocidad 5.0mm/min)

- Andreas Faltermeier y colaboradores <sup>(13)</sup> compararon el 2007 la resistencia al cizallamiento de (1) RelyX UNICEM 1 componente adhesivo 7.12+- 0.69 MPa (2) Maxcem 1 componente adhesivo 7.06 +-0.74 (3) Multilink autograbado 2 componentes adhesivo 9.40+-0.74 (4) Transbond XT 2 componentes adhesivo 8.67 +-1.21 (5) grupo Control Transbond XT convencional de tres componentes 9.84+-1.43MPa, los resultados mostraron que no existe significativa diferencia de la resistencia al cizallamiento entre los de 2 y 3 componentes de sistema

adhesivo, significativa baja resistencia en los de 1 componente en relación a los de 2 y 3 componentes

## **2.3 BASES TEORICAS**

### **2.3.1 ADHESION**

Según la American Society for Testing and Materials (ASTM, 1983) es el estado o fenómeno mediante el cual dos superficies de igual o distinta naturaleza se mantienen unidas por fuerzas interfaciales, sean estas físicas, químicas o por interacción de ambas. <sup>(14)</sup>

Dicc Salvat: Fenómeno por el cual dos superficies colocadas en contacto se mantienen unidas por fuerzas de atracción establecidas entre sus moléculas// Unión química o mecánica entre materiales mediante un adhesivo.

Es un fenómeno de naturaleza fisicoquímica donde intervienen fuerzas de atracción moleculares y atómicas que constituyen toda la porción de materia, cargas eléctricas, valencias y otros factores. Para que se ejerza la adhesión los cuerpos deben estar en íntimo contacto y con la máxima energía superficial posible <sup>(15)</sup>

### **2.3.2 TIPOS O MECANISMOS DE ADHESION**

Se puede reconocer los siguientes mecanismos de adhesión que permiten que dos partes se mantengan en contacto. <sup>(15)</sup>

**1.- ADHESIÓN MECANICA O FISICA.-** Las dos partes quedan trabadas en función a su morfología. Esta traba puede lograrse a nivel macroscópico o microscópico (traba mecánica en pequeñas irregularidades superficiales de las partes puestas en contacto)

**2.- ADHESIÓN QUIMICA O ESPECIFICA.-** Es la unión en función a fuerzas interatómicas o intermoleculares.

## SISTEMAS DE ADHESION

Mecánico	- Macromecánico	- Perlas	
		Hoyos	
		Mallas	
	-Micromecánicos	Arenado	
		Grabado electrolítico	
		Grabado químico	
Químico	Interfacial	Metal Poroso	
		Silinizacion pirogenica	
		Estañado	
	Adhesivo	Cementos	<i>Superbond</i>
			<i>Panavia</i>
		Adhesivos	<i>All Bond 2</i>
			<i>Clearfil</i>
Mixtas			

### 2.3.3 ADHESIVO.

Sustancia capaz de mantener adheridos dos materiales por unión superficial. En Ortodoncia, producto químico empleado para adherir brackets a la superficie del bracket.

#### REQUISITOS DE UN ADHESIVO <sup>(14)</sup>

- **Baja tensión superficial.**- Mientras menor sea esta, mejor posibilidad de que el adhesivo humecte (moje) a los tejidos dentarios, logrando con ello un mejor contacto que favorezca uniones físicas y químicas.

- **Alta humectancia o capacidad de mojado.-** Mas humectante el biomaterial mejor será el contacto favoreciendo sus potenciales uniones físicas y químicas.
- **Bajo angulo de contacto.-** Menor este mejor posibilidad de humectancia de contacto físico y de reactividad química.
- **Baja viscosidad** (Medida de la consistencia de un fluido o de su capacidad para fluir
- **Alta Estabilidad dimensional.-** Ya sea al momento de endurecer o una vez endurecido frente a tensiones que intenten deformarlo.
- **Alta resistencia mecánica química adhesiva – cohesiva .-** Que lo hagan soportar las fuerzas de oclusión funcional y el medio oral.
- **Compatibilidad biológica.-** Tanto en los dientes como en los tejidos orales y el paciente en sí mismo.

#### REQUISITOS DE LA SUPERFICIE <sup>(14)</sup>

- **En contacto íntimo.-** Lo mejor que se adapta a un solido es un liquido; por lo tanto, el Biomaterial o su medio adhesivo deberían serlo. Si no hay intimo contacto, las reacciones químicas y las trabas mecánicas no se producirán
- **Limpias y secas.-** Lo primero es obvio, lo segundo es relativo. El esmalte es fácil de limpiar y secar; en cambio, en la dentina encontramos dificultades para realizar ambas cosas. Difícil de secar por el liquido que exuda de los tubulos dentinarios contados, y de hacerlo significaría modificar el equilibrio hídrico del tubulo, lo cual es causa desde dolor postoperatorio hasta una mortificacion pulpar.
- **Alta energía superficial.-** Mientras mas alta mayor será la potencialidad de atraer hacia su superficie biomateriales.

- **Potencialmente receptivo a uniones químicas.-** El esmalte y la dentina lo son. El primero a través de los radicales hidroxilos de la hidroxiapatita, y el segundo a través de los mismos, más los radicales presentes en la fibra colagena: carboxilos, aminos y cálcicos
- **Superficie lisa vs rugosa.-** Desde el punto de vista de la adhesión física es indispensable que la superficie sea irregular para que en ella se tape el adhesivo al endurecer. En cambio, desde el punto de vista químico es preferible una superficie lisa en donde un adhesivo pueda correr y adaptarse sin dificultad.

Condiciones que presenta el esmalte:

- Alta energía superficial
- No presenta limpieza
- Presenta lisura.

Condiciones que presenta la dentina:

- Baja energía superficial.
- Imposible de limpiar
- Es rugosa.

#### **2.3.4 CLASIFICACION DE LOS ADHESIVOS CONTEMPORANEOS**

Se basa en la aparición cronológica del sistema adhesivo en el mercado odontológico, se considera por Generaciones y no son categorizados con un criterio científico .

A mediados de los años '70 los fabricantes optaron por proporcionar a sus productos calificandolos a cada uno como el de última generación (14)

**Primera generación .-** Adhiriendose químicamente a la dentina, sus niveles de adhesión eran bajos.

**Segunda generación.-** Tales como el Scotch Bond (3M) y Prisma Universal Bond (Dentsply) que pretendían superar las importantes limitaciones de los de primera generación, sin embargo sus niveles de adhesión solo alcanzaban los 4 o 5 MPa (LEINFELDER 1993)

**Tercera generación.-** En la primera mitad de los años '80 aparecieron con productos como Scotch Bond 2, Prisma Universal 2 o Gluma (Bayer), entre otros, cuya novedad fue la adición de monómeros hidrófilos, principalmente el Hema, lo cual les permitió lograr niveles de adhesión de cerca de los 10 MPa (LEINFELDER 1993)

**Cuarta generación.-** A partir de 1990, aparecieron como el All Bond 2 (Bisco), Opti Bond FL(Kerr), Pro Bond (Dentsply), Scotch Bond Multipropósito Plus (3M), Syntac (Vivadent) y Bond it (Jeneric), su importante innovación fue incorporar al sistema un tercer compuesto, denominado primer, que es el agente promotor de la adhesión sumado al acondicionador y al adhesivo, precisamente caracteriza a tal generación como la de tres compuestos (Bayne 2002)

**Quinta generación.-** En cuanto a la efectividad de adhesión son semejantes a los de cuarta generación. Se diferencian únicamente que su manejo es más simplificado, porque en lugar de los tres compuestos de sus predecesores constan de solo dos: por un lado el acondicionador y por el otro el primer y el adhesivo (bond) reunidos en un solo frasco. Tenemos a Single Bond (3M) que pasó a llamarse Amper Single Bond, One cost bond (coltene) Primer and Bond (Dentsply), que luego pasó a ser sucesivamente Primer and Bond 2. La excepción a dicha regla da el producto japonés Clearfill Liner Bond 2(Kuraray) el cual, a pesar de presentarse también en dos frascos, se diferencia de los demás en que reúne acondicionador y primer en el primero de los frascos, y aparte el adhesivo o bond. La concepción de

este producto da la materialización de la denominada autoacondicionamiento a partir de este surgieron los demás productos denominados autograbadores.

**Sexta generación.-** Aparecidos a partir de 1999, se denominan autograbadores tenemos al Prompt L pop, que por varias versiones adoptó el nombre de Adper Prompt L Pop (3MEspe), One Touch Bond (Kuraray), Xeno (Dentsply), que se identifican por haber unido en un solo compuesto la triada: acondicionador, primer y adhesivo, aunque en realidad esa unión solo se produce en el momento de su aplicación puesto que se presentan en “blisters”.

**Septima generación.-** A fines del 2002 fue dado a conocer el producto I Bond (Kulzer) que se anuncia como el primero de de septima generación, presenta todos sus ingredientes en un solo frasco y prescindiendo de toda mezcla.

Lo ideal sería llegar a la última generación, la de cero frascos y compuestos; es decir, al restaurador polimérico que por sí mismo sea capaz de adherirse al sustrato dental, sin la ayuda de un sistema adhesivo.

Otra clasificación:

Al número de pasos clínicos y constitución física del sist. Adhesivo

- Multibotes o multicomponentes
- Monobotes o monocomponentes

Van Meerbeek & Otros (2000) propusieron un sistema de clasificación que sustenta el mecanismo de adhesión utilizado:

- Sist. Adhesivos Convencionales
- Sist. Adhesivos Autograbables
- Vidrios Ionoméricos

### **1.- Sistema de adhesivos convencionales**

Emplea la técnica de grabado total como mecanismo acondicionador

Acondicionamiento del esmalte (ácido ortofosfórico 35% -15 seg lavado y eliminado de humedad)

Aplicación del adhesivo penetra en las grietas micrométricas creadas por el ácido, formando macro y microtags de resina

### **2.- Sist. Adhesivos Autograbables**

Se basan en el uso de monómeros ácidos que acondicionan, imprimen y se adhieren al tejido dental.

Al inicio se emplearon solo como un sistema acondicionador de la dentina porque su capacidad de adhesión al esmalte era pobre.

Hoy se cuenta con fórmulas químicas capaces de actuar de manera efectiva tanto en esmalte como en la dentina.

### **2.3.5 ADHESION AL ESMALTE**

El esmalte maduro está compuesto en un 96% por cristales inorgánicos de hidroxiapatita que constituyen la ultraestructura del tejido, agua en un 3% y matriz orgánica en 1% en peso.

Es un tejido microcristalino, microporoso y anisótropo, avascular, aneuronal y acelular, de alta mineralización y dureza extrema, que reacciona ante un estímulo nocivo o injuria química, física o biológica con pérdida de sustancia estructural, cuya magnitud está relacionada directamente con la intensidad del agente causal (LEE Y Rollins 1972; LAZZARI 1978; MUNECIKA Y col 1984; URIBE ECHEVARRIA 1990 SHIMADA Y TAGAMI 2003) <sup>(14)</sup>

Histológicamente en el esmalte existe fundamentalmente y casi en su totalidad, una estructura de cristales de hidroxiapatita, la cual está conformada por iones de fosfato y calcio junto con un grupo hidroxilos, lo que permite considerarla como un fosfato de calcio hidratado.

Las uniones iónicas denotan un sólido con elevada energía superficial: Por lo tanto deben atraer así un líquido como el de las resinas.



Sin embargo, la superficie del esmalte tal como la ofrece un paciente, no se presenta en esas condiciones, ya que esta contaminada con iones del medio bucal (carbonatos, fluoruros, etc), película orgánica, todo esto interfiere con con la energía superficial del esmalte.

Es así que se debe limpiar el esmalte y prepararlo para recibir una resina. Esta limpieza debe ser primero mecánica ( abrasivos en polvo o piedras) para remover la película orgánica y luego química ( solución ácida) para eliminar la capa de esmalte contaminada. La solución ácida al contener iones de hidrogeno son capaces de disolver la hidroxiapatita y dejar un esmalte limpio y con energía superficial alta como para atraer resina.

Una solución de ácido fosfórico ha demostrado ser sumamente conveniente . Al accionar sobre la hidroxiapatita, extrae el calcio que pasa a formar parte de la solución.

La concentración mas adecuada del ácido en agua se encuentra en el orden de 35 a 40g % concentraciones mayores o menores forman fosfatos de calcio con mayor rapidez y el efecto sobre el esmalte puede resultar menos satisfactorio. El resultado con soluciones ácidas se logra en 15 a 30 segundos.

Debe tenerse en cuenta la formación de los fosfatos sobre la superficie del esmalte, debe lavarse el esmalte profusamente con agua a presión para “barrerlos” totalmente caso contrario fracasará la adhesión

Seguidamente debe secarse con aire absolutamente libre de humedad, aceite, etc ya que esto puede impedir el contacto buscado. <sup>(15)</sup>

### **2.3.6 ADHESION EN ORTODONCIA**

En 1958 Sadler, fué el responsable por la primera publicación sobre colado de brackets directamente sobre la superficie dentaria <sup>(16)</sup>

La union directa de brackets ortodónticos se ha vuelto un procedimiento clínico rutinario, Newman1965 <sup>(17)</sup> introdujo el concepto del uso de resina epóxica y la técnica de grabado ácido para unir brackets ortodonticos directamente a los dientes.

Retif (citado por Reynolds) <sup>(18)</sup> también describió un sistema con resina epóxica diseñado para resistir las fuerzas ortodónticas.

Smith <sup>(19)</sup> introdujo en 1968 el poliacrilato (carboxilato) de cinc y se presentaron informes sobre adhesión de brackets con este cemento.

Hacia 1970 aparecieron numerosos artículos Miura y cols. <sup>(18)</sup> describieron una resina acrílica (orthomite) donde se usaba un catalizador de trietilborano modificado, que demostró particularmente ser eficaz para adherir brackets de plástico y mejorar la adhesión en presencia de humedad.

También se introdujeron en ortodoncia las resinas de diacrilato, usadas como selladores o como adhesivos

### 2.3.7 TIPOS DE AGENTES CEMENTANTES EN ORTODONCIA

Para la adhesión de brackets ortodónticos se usan dos tipos básicos de resinas dentales. Ambos son polímeros y se clasifican como resinas acrílicas o de diacrilato:

#### 1.- Resinas Acrílicas.-

Basadas en acrílico de autocurado y consisten en monómero de metilmetacrilato y polvo ultrafino; esta forma polímeros lineales solamente.

- **Adhesivos de Curado Químico.**- Existen dos sistemas:

**A.- “No Mix” (No Mezcla)** Tiene dos componentes:

-Un líquido base o *primer* (catalizador), aplicado a la superficie del esmalte grabado y secado, y a la base del bracket

- Una pasta, aplicada a la base del bracket, luego este es aplicado al diente

El primer sirve como catalizador y este hecho es la mayor variable de este sistema, aunque es llamado no mezcla, la pasta y el primer son mezclados directamente en el diente, es así que el bracket debe ajustarse de manera estrecha contra la superficie del diente.

**B -Two Paste” (Mezcla de dos pastas)** El más popular de curado químico.

- Mezcla y aplicación de dos resinas líquidas al esmalte
- Mezcla y aplicación de dos pastas a la base del bracket

Si se mezclan minuciosamente las dos pastas antes del tiempo de trabajo expirado, se logrará una consistente fuerza de adhesión.

## **2.- Resinas de Diacrilato.-**

Se basan en resina epóxica modificada resina de Bowen o bis GMA (bisfenol metacrilato de glicidilo), forman polímeros lineales y también son polimerizadas por ligaduras cruzadas, da mayor resistencia, menos absorción de agua y menor contracción de polimerización, formando un red tridimensional.

El adhesivo de fotocurado, tiene aumento en popularidad por lo que ofrece los siguientes beneficios :

- Tiempo de trabajo prolongado para posicionar los brackets y limpiar el exceso.
- Posibilidad de colocar los arcos de alambre inmediatamente
- Utilización más eficiente del personal y tiempo del operador

La resina de fotocurado es polimerizada por la reacción entre el catalizador en el adhesivo y los fotones emitidos por la fuente de luz.

La intensidad de la fuente de luz, que determina la longitud de tiempo necesaria para el curado, es medida en mW/cm<sup>2</sup>. Mientras más alta la intensidad, más rápido el curado.

Los más grandes avances en la tecnología del fotocurado se han hecho en las luces de curado, más que en las resinas propiamente. Las fuentes de luz han evolucionado de lámparas pesadas y con cordones a unidades livianas y portátiles de LED (diodos emisores de luz). Los diodos tienen una vida útil de 10000 horas, comparada con las 50 horas de un bulo halógeno.

La clave para una polimerización rápida y máxima fuerza de adhesión es bombardear al adhesivo con la mayor cantidad de fotones posible. La fuente de luz debe ser de la longitud de onda apropiada para curar el catalizador específico dentro la resina.

En lo que se refiere a material propiamente dicho, innovaciones recientes han incluido el desarrollo de adhesivos que cambian de color activados por luz, lo cual ayuda a identificar el exceso de adhesivo para su fácil remoción durante el procedimiento de adhesión.

### **3.- Cementos Ionómeros Vitreos Convencionales**

El cemento de vidrio ionomero (CVI) su adhesión en campo húmedo, es un tipo de material que se viene utilizando desde que fué desarrollado por WISON y KENT (1972) Fueron presentados en 1972 como agentes cementantes y como material para restauraciones directas partiendo de las propiedades físicas, estéticas y carioestáticas de los cementos de silicato, a partir de los cuales se desarrollo el polvo y de las propiedades adhesivas de los cementos de policarboxilato, de los que derivó la formula inicial del liquido.

Los fundentes que se incorporan al vidrio para facilitar el proceso industrial de fabricación aportan al material diversos iones metalicos ( $Ca^{++}$ ,  $Al^{+++}$ ,  $F^-$ ) con diferentes propiedades. Por ejemplo los iones de  $Ca^{++}$ ,  $Al^{+++}$  intervendran en la reacción de fraguado del material combinandose con los ácidos policarboxilicos que contiene el liquido, formando policarboxilatos de calcio y aluminio, que integran la matriz aglutinate de las particulas de vidrio.

El ion  $F^-$  confiere al cemento una capacidad carioestatica activa, al ser liberado lentamente (20)

El cemento de vidrio ionomérico es un cemento de una reacción ácido-base. El ácido es un homopolímero o copolímero de ácidos alquenoicos tales como el ácido acrílico, maleico y el ácido itacónico. El componente básico es un Aluminio silicato de vidrio que contiene flúor

Las principales ventajas de los vidrios ionoméricos son la liberación de fluoruros y su adhesión a la estructura dental. Ellos han sido utilizados exitosamente en cavidades clase III y V, como materiales de base y como agentes de cementación. Sus propiedades mecánicas relativamente pobres han evitado el uso del vidrio ionomérico en restauraciones que tengan que soportar "stress", por ejemplo: cavidades clase I, clase II y clase IV. La sensibilidad a la humedad durante su establecimiento inicial es otra de las desventajas del vidrio ionomérico convencional y puede dañar la longevidad de estas restauraciones si no se controla totalmente. Para vencer la humedad inicial de los cementos de vidrio ionomérico y la sensibilidad a la deshidratación y sus bajas propiedades mecánicas, se han desarrollado los cementos de vidrio ionomérico modificados con resina.

#### **4.- Cementos Inomeros Vitreos modificados con resina o Híbridos**

En estos materiales, la adición de componentes de resina fotocurados y en algunos sistemas la incorporación de componentes de resina autocurados, ha conducido a una mayor resistencia al contacto temprano con la humedad, a la desecación y a mejores características mecánicas. La reacción de establecimiento ácido-base del cemento de vidrio ionomérico es suplementada por una reacción de polimerización de la resina de los monómeros como el HEMA (hidroxietilmetacrilato) y el bis-GMA (bis-Glicidil dimetacrilato) o de cadenas sobre la molécula de poliácidos iniciada por la luz visible.

Dentro de estos ionómeros existen los de polimerización dual y los químicamente activados; en los primeros además de la reacción ácido-básica y la de fotopolimerización, se presentan los iniciadores químicos para polimerizar los componentes metacrilatos presentes en el material, por ello es que ocurre polimerización en ausencia de luz; en los químicamente activados ocurre la reacción ácido-base del ionómero convencional y la polimerización química del componente resinoso

Debido a las significativas mejoras en la adhesión, son usados como materiales de adhesión ortodóntica. Sus ventajas potenciales incluyen la velocidad y convivencia de la fotoactivación y mejores propiedades físicas mecánicas en relación a los ionómeros convencionales, la habilidad de adhesión en medios húmedo, liberación sostenida de flúor posiblemente con capacidad de carga, así como fácil remoción y limpieza del diente después del tratamiento. Evidentemente, la fácil remoción es una ventaja solo si existe suficiente adhesión de los brackets durante el tratamiento activo

### **5.- Cementos Resinosos**

Los cementos fosfato de cinc y el ionómero de vidrio, se ha usado con éxito en la aplicación clínica durante muchos años, sin embargo, existen propiedades del material de estos agentes que son inadecuadas en algunos los casos.

La búsqueda de biocompatibilidad, y el aumentando de las demandas estéticas de los pacientes, ha incitado el desarrollo de varios sistemas

El uso de los cementos híbridos ha incrementado para colocar coronas, puentes y restauraciones de inlay y onlay. Este cemento es fácil para usar especialmete para aplicación de rutina con coronas de base metalaica y trabajo de puentes. Pero hay limitaciones con aplicaciones de este cemento híbrido a cerámica con superficie de retención baja.

El cemento resionoso tiene mas de 10 años de uso y es bueno para la adhesión de todos los trabajos cerámicos indirectos incluyendo bases de cerámica y metal. Tiene qualidades altas de adhesión, dureza, propiedades mecánicas, buena estética, y qualidades bajas de solubilidad. Pero tambien hay limitaciones. El cemento resinoso es difícil para usar y necesita primers y adhesivos separados. Tambien es muy fuerte para algunos tipos de aplicaciones, es difícil de remover excesos, no elimina iones de flúor y a veces hay sensibilidad post operatoria. <sup>(21)</sup>

La composición de los cementos resinosos es semejante a la de resina compuesta matriz orgánica e inorgánica, esta integrada por el silano y la orgánica por la base Bis GMA o UDMA (Uretano dimetacrilato)

**Clasificación:** <sup>(14)</sup>

**1.- Por el tamaño de sus partículas:**

**Microparticulados.-** Sus partículas inorgánicas de relleno aproximadamente 0.04um estan en un 50% de volúmen.

**Micro- híbridos.-** Son la mayoría, sus partículas inorgánicas de relleno aproximadamente 0.04um a 15um están en un 60 a 80% de volumen.

**2.- Por su adhesividad.-** Según GARONE NETTO Y BURGER (1998), la mayoría de los cementos resinosos dependen de un adhesivo. Existen un pequeño grupo de cementos resinosos que – además del tradicional Bis GMA – poseen monomeros adhesivos que se adhieren químicamente al metal. Estos cementos resinosos adhesivos son activados químicamente, lo cual limita su tiempo de trabajo, pero en compensación garantizan una optima polimerización en la cementacion.

**3.- Por su sistema de activación.-**

**C.R. Químicamente activados.-** Después de la mezcla pasta base, se produce una reacción peróxido amina que inicia la reacción de endurecimiento.

**C.R. Fotopolimerizables.-** Presentan fotoiniciadores (alcanforquinona) que se activan por la acción de un haz de luz.

**C.R. Duales ( de doble activación).-** Presetan iniciadores alcanforquinona y amina. La reación de polimerización se inicia con la mezcla de la pasta base con el catalizador y tiene como complemento el sistema activado por la luz del aparato fotopolimerizador, el cual aumenta el grado de conversión de los monomeros en polimeros,

mejorando las propiedades físicas del cemento, además de acelerar la reacción de endurecimiento.

Investigaciones para combinar los beneficios de los cementos híbridos y cementos resinosos han creado 3M™ ESPE™ RelyX™ Unicem Resina Universal de autoadhesivo. Este cemento como los cementos híbridos es fácil para usar. Acondicionar la estructura del diente es innecesario, es autoadhesivo. Este cemento, como los cementos resinosos, tiene propiedades mecánicas superiores y cualidades estéticas y de adhesión buenas. También RelyX™ Unicem es de curado dual. El cemento también elimina iones del fluoruro <sup>(21)</sup>

### **2.3.8 ADHESIÓN DE LOS BRACKETS**

La adhesión de brackets orthodonticos al esmalte ha sido aceptado como una técnica clínica desde 1970 (Zachrisson,1994)

La adhesión de implementos ortodonticos ofrece ventajas y desventajas<sup>(23)</sup>

- 1.- Superior desde el punto de vista estético.
- 2.- Más rápida y simple.
- 3.- Menos molestias al paciente.
- 4.- Aplicación más exacta del bracket.
- 5.- La adhesión es más higiénica que las bandas, por consiguiente se logra un mejor estado gingival y periodontal y un mejor acceso para la limpieza.
- 6.- Es posible realizar reducción mesiodistal del esmalte durante el tratamiento.
- 7.- Se elimina el riesgo de caries bajo bandas flojas
- 8.- No existen espacios correspondientes a bandas que haya que cerrar al final del tratamiento.
- 9.- No es necesario poseer un gran surtido de bandas.
- 10.- Los brackets pueden ser reciclados, lo cual reduce adicionalmente los costos



11.- Pueden usarse brackets por lingual o palatino

Sin embargo existen algunas desventajas de la adhesión.

1.- Un brackets adherido esta fijado más débilmente que 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 bandas cementadas.

5.- Cuando se requiere administrarlos linguales o conexión con extraorales, la adhesión es más dificultosa.

6.- Para readherir brackets despegados se requiere más preparación que para decementar 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 cemento.

### **2.3.8.1 PROCEDIMIENTO PARA LA ADHESIÓN**

#### **Limpieza**

La limpieza con piedra pómez elimina la placa y película orgánica que normalmente recubre a todos los dientes.

Esto requiere instrumentos rotatorios, por ejemplo, una taza de goma o un cepillo para pulir . Un cepillo de cerda limpia mas eficazmente pero hay que tener cuidado para no traumatizar los margenes gingivales e iniciar un sangrado <sup>(23)</sup>

Miura en 1969 <sup>(24)</sup> Tokio fue el primer investigador en describir un método para la remocion de placa, denominado este procedimiento de pulido de la superficie del diente. Donde utilizaba alcohol etílico al 70% y luego pulía con un cepillo ( escoba de Robson ) durante 15 segundos a baja velocidad y pasta profiláctica.

Otro método utilizado, descrito por Nuri Sobrino & Colab (1984) es el uso de enjuague con bicarbonato de sodio con aire y agua.

El movimiento del cepillado en sentido Cervico oclusal debe ser respetado, evitando el contacto de la encía ya q esta sobre el esmalte se torna oxidante formando una película asilante, haciendo difícil el condicionamiento ácido <sup>(25)</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 pueden 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

### **- Pretratamiento del Esmalte**

Una vez aislado el campo operatorio, se aplica sobre la superficie del esmalte la solución o gel acondicionante por lo común ácido fosfórico al 37% durante 15 a 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 en aerosol. Un evacuado de alta velocidad es recomendable para recoger la mezcla de agua y grabador y reducir la contaminación por humedad (No se debe permitir contaminación salival de la superficie grabada).

Acto seguido se secan perfectamente los dientes con una fuentes de aire libre de humedad y de aceite para obtener el conocido aspecto mate o glacial. <sup>(23)</sup>

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

**A.- Aumento de Energía de Superficie.**- Newman 1964 y Bowen 1965 afirmaron que además de la remoción de la cutícula dentaria y de placa bacteriana, promover también alguna 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 hidrofílica y con alta energía, es así que resinas con baja energía, tendrán a utilizar la alta energía escurriéndose fácilmente.

**B.- Aumento de área de Superficie** . De acuerdo con Kopel 1971, las soluciones ácidas producen microporos en el esmalte, creando una extensa superficie para la adhesión, espacios y aberturas en los que una resina compuesta puede escurrir y polimerizar.

**C.- Retención Mecánica.**- A costas del acondicionado ácido se forma irregularidades en la superficie del esmalte, al ser penetradas por las resinas compuestas se genera la retención mecánica.

Los fabricantes han proporcionado Acido Fosfórico a una concentración del 35 – 37% promedio, indicando su utilización por 30 segundos.

La variación de tiempo se dan en función al tipo de esmalte, si es de color blanco grisáceo, mostrando un esmalte grueso menos calcificado y opaco, el tiempo de preparación será alrededor de 20 segundos, si el color fuera blanco amarilloso, mostrando un esmalte delgado, bien calcificado, el tiempo será mayor, alrededor de 30 segundos.

El ácido debe provocar una descalcificación selectiva, actuar en corto plazo de tiempo, no provocar gran destrucción en la profundidad máximo de 4 a 5 micras <sup>(25)</sup>

Investigaciones en general están de acuerdo que el grabado ácido causa los efectos de iatrogenia a la superficie del esmalte, incluso pérdida del esmalte. <sup>(26)</sup>

### **Sellado**

Una vez que el diente está 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, desplazamiento del bracket y una topografía no tan natural del esmalte. La aplicación del bracket debe comenzar inmediatamente después de cubrir todas las superficies con sellador. La capa superficial del sellador no polimeriza (cuando es sellador autopolimerizable convencional). 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 será rodeado de mucha confusión. Para determinar la función exacta de la resina intermedia en el procedimiento del grabado ácido se han dedicado algunas investigaciones, con resultados divergentes. Algunos autores llegaron a la conclusión de que hace falta una resina intermedia 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 aún creen que la resina intermedia es innecesaria.

La falta de polimerización aparece menos problemática cuando se usan selladores con acetona y selladores fotopolimerizables.

Ceen y Gwinnett hallaron que los selladores fotopolimerizables protegen de la disolución y las lesiones superficiales al smalte adyacente a los brackets, mientras que los selladores de quimio curado polimerizan mal, exhiben desplazamiento y poseen baja resistencia a la abrasión<sup>(23)</sup>

**Adhesión.-** Después del sellador los dientes han de recibir un elemento adherido, el operador debe proceder 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.

Según una encuesta de 1996, en los EEUU 90% de los ortodoncistas usaban sistemáticamente adhesión directa. La adhesión indirecta era utilizada corrientemente por el 8% y en ocasiones por el 17% de los especialistas norteamericanos.<sup>(27)</sup>

El método de adhesión más fácil consiste en aplicar adhesivo sobre la base del bracket con un ligero exceso, para luego ubicarlo sobre la superficie dental en su posición correcta.

Al adherir brackets uno por vez con una mezcla homogénea, el operador puede trabajar relajado y obtener óptima fuerza de unión para cada bracket, no hay necesidad de apresurarse, pues se dispone de mucho tiempo para ubicar el bracket en su posición correcta controlarlo y de ser necesario reubicarlo, todo dentro del tiempo de trabajo del adhesivo. Tan pronto como un bracket haya sido ubicado y ajustado en su posición correcta se puede pegar el bracket siguiente mientras polimeriza la unión anterior. El procedimiento recomendado para adherir brackets consiste en los siguientes pasos:

- Transferencia
- Ubicación
- Ajuste
- Eliminación de excesos

### **Transferencia**

El bracket se prende con pinza para bracketes, se aplica adhesivo en la base del bracket. Acto seguido se pone el bracket sobre la superficie del diente, próximo a su posición correcta.

### **Ubicación**

Para la ubicación se usa un posicionador con bordes paralelos, que posiciona el bracket en los sentidos mesiodistal e incisogingival 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, con una uña acentada en la ranura. La posición correcta en el sentido vertical puede mejorarse con distintos instrumentos de medida o guía de altura en los brackets mismos

### **Ajustes**

Se gira el posicionador de brackets y en contacto con la ranura del bracket, se lo empuja firmemente contra la superficie del diente. El ajuste íntimo da por resultado una unión resistente, poco material para eliminar al despegar el bracket y un deslizamiento reducido cuando el material excedente se extruye periféricamente.

### **Eliminación de los Excesos**

Un leve exceso de adhesivo resulta esencial para minimizar la posibilidad de espacios vacíos y para asegurarse de que quedara untado por toda la malla del base cuando se ajuste el bracket. El exceso es particularmente útil en dientes con morfología anormal. Los excesos no serán desgastados por el cepillado dental u otras fuerzas mecánicas; debe eliminarse con el raspador antes de que el adhesivo se haya endurecido o con fresas después de que esto ya haya ocurrido con un fresa de carburo tungsteno oval (nº 2) o cónica (nº 1172).

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>(23)</sup>

## **2.3.9 MECANISMO DE ADHESIÓN AL ESMALTE**

### **2.3.9.1 RESINAS.-**

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

### **2.3.9.2 IONOMEROS.-**

La mezcla de los componentes polvo y líquido provoca 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 carboxilatos de Ca.

### **2.3.9.3 CEMENTOS RESINOSOS.-**

Los cementos resinosos se adhieren, tanto micromecánica como químicamente a superficies metálicas y cerámicas.

Estos cementos no desarrollan una adhesión químicamente duradera a la estructura dental, sino que forma una unión mecánica muy fuerte, especialmente con el esmalte y posiblemente también con la dentina tratada con ácido. <sup>(28)</sup>

### **III.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION**

#### **3.1 IDENTIFICACION DEL PROBLEMA**

Desde la introducción de la técnica de adhesión en ortodoncia, se ha ido haciendo investigaciones hasta la actualidad, para obtener un agente cementante ideal y que dicho producto permita realizar tratamientos 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

Por estas razones a través del desarrollo de la ortodoncia fija, agentes cementantes han ido evolucionando rápidamente, para encontrar un material que ostente propiedades físicas y químicas 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 los diseños y tamaños de los brackets que influyen en la adhesión de estos a las piezas dentarias, a medida que el área retentiva de la base de los brackets ha ido disminuyendo otras variables de adhesión han cobrado vital importancia, de ellas el agente cementante es quizá la variable mas estudiada, por lo cual sus propiedades físicas y químicas como: espesor de película, técnica de grabado, capacidad de dispersión, solubilidad, tipo de polimerización, unión química



y/o mecánica son objetos de intensa investigación, tratando de elaborar el material que ofrezca la mayor fuerza de unión bracket-superficie dental. En el mercado se expanden infinidad de productos que dicen poseer las propiedades de adhesión que el ortodoncista requiere.

El presente trabajo In vitro, se compararon la resistencia de adhesión al cizallamiento obtenido con el uso de 3 productos cementantes para brackets.

Como se sabe, durante el tratamiento ortodontico, los brackets adheridos a dientes en la 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 anteriormente expuesto, en el presente trabajo se limitó a estudiar la fuerza de desplazamiento también denominada de cizallamiento.

### **3.2 FORMULACION DEL PROBLEMA**

¿Cuál de los tres agentes cementantes para brackets resina fotopolimerizable, ionómero de vidrio reforzado y cemento resinoso (con y sin acondicionado del esmalte) tiene mayor resistencia al cizallamiento?

### **3.3 HIPOTESIS**

#### **3.3.1 HIPOTESIS GENERAL**

El agente adhesivo de resina fotopolimerizable (Transbond XT; 3M Unitek Dental Products, Monrovia, Calif.) tiene mayor resistencia al cizallamiento que el cemento resinoso autoadhesivo de polimerización dual (Rely X™ Unicem 3M ESPE) con previo grabado ácido, seguido del mismo sin grabado ácido, por último el agente adhesivo de Cemento de Ionómero Reforzado (GC Fuji ORTHO LC; GC Co., Tokio, Japón)

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

Ho: Los cuatro tipos de cementos tienen la misma resistencia al cizallamiento.

H1: Alguno de las cuatro cementos tiene un promedio de resistencia al cizallamiento diferente que las demás.

### **3.4 OBJETIVOS**

#### **3.4.1 OBJETIVOS GENERALES**

“ Determinar con cual agente cementante para brackets ortodonticos (resina fotopolimerizable, ionómero de vidrio reforzado y cemento resinoso dual), se obtienen mayor resistencia al cizallamiento ”.

#### **3.4.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS**

A. Determinar la resistencia al cizallamiento, obtenido después de adherir los brackets, utilizando una resina fotopolimerizable.

B. Determinar la resistencia al cizallamiento, obtenido después de adherir brackets, utilizando un Ionómero de vidrio reforzado.

C. Determinar la resistencia al cizallamiento, obtenido después de adherir los brackets, utilizando un cemento resinoso dual sin previo grabado ácido.

D. Determinar la resistencia al cizallamiento, obtenido después de adherir los brackets, utilizando un cemento resinoso dual , empleando la técnica del grabado ácido.

E. Comparar los resultados obtenidos en los objetivos anteriormente descritos

### **3.5 TIPO DE ESTUDIO**

Es experimental comparativo ya que es un estudio in Vitro y se observó la resistencia al cizallamiento de tres agentes cementantes que posteriormente se compararon, fué del tipo transversal porque los acontecimientos ejecutados y los datos recabados fueron dados en un determinado momento

### **3.6 UNIVERSO**

Se emplearon 40 piezas dentarias, libres de caries y restauraciones de reciente extracción por motivos de tratamiento ortodóntico y enfermedad periodontal y con el consentimiento informado del paciente.

### **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 40 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 agentes cementantes con los cuales se unieron los brackets a las superficies de las piezas dentales, que posteriormente fueron sometidas a una prueba física de cizallamiento

## **IV.- INTERVENCION y METODOLOGIA**

### **4.1 DEFINICION DE VARIABLES**

#### **4.1.1 VARIABLE DEPENDIENTE**

##### **DESPLAZAMIENTO O CIZALLAMIENTO.-**

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

En ortodoncia este tipo de fuerza es aplicado a la piezas dentales para provocar su desplazamiento en sentido de su eje axial, probando procesos de remodelación en la estructura alveolar y periodontal. Esta fuerza es aplicada a los dientes para lograr movimientos como extrusión e intrusión además los brackets constantemente son sometidos a estas fuerzas durante la función masticatoria principalmente <sup>(29)</sup>

El esfuerzo de cizallamiento se denomina la tensión, que actúa paralelamente al área. Cizallamiento =  $F/A$

Tensión  $S$  se define como la fuerza  $F$  por unidad de área  $A$ :  $F/A$ , donde  $F$  es la fuerza aplicada uniformemente a una pequeña superficie de área.

## RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO

La resistencia al cizallamiento es la máxima tensión que puede soportar un material antes de romperse bajo el efecto de una carga de cizallamiento. Este parámetro tiene una importancia muy especial en el estudio de la superficies de unión entre dos materiales. Para medir la resistencia al cizallamiento 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>(30)</sup>

### 4.1.2 VARIABLES INDEPENDIENTES

#### AGENTES CEMENTANTES

Producto químico empleado para adherir brackets a la superficie del diente.

#### RESINAS

Material odontológico compuesto por una matriz orgánica constituida por un dimetacrilato bis GMA y un componente de relleno que es de naturaleza inorgánica, casi siempre constituido por partículas de cuarzo, sílice y aluminio. Las resinas existen en varias tonalidades incluyendo tonos transparentes hasta opacos; su activación es de tipo fotopolimerizable o autopolimerizable.

***Resinas autopolimerizables.***- La polimerización de estas resinas son inducidas por un componente iniciador (peróxido orgánico), y un componente acelerador (amina orgánica), que al ser mezclados activan la polimerización; por lo cual estas resinas siempre encuentran dispensadas en sistemas de dos partes <sup>(32)</sup>

***Resinas Fotopolimerizables.***- Estas resinas son activadas por la luz visible intensa, esta luz es absorbida por una amina (acelerador), lo cual provoca la polimerización. Se emplea fuentes de luz halógena o de láser <sup>(31)</sup>

**IONÓMEROS.-** Material odontológico compuesto por un componente en polvo constituido por vidrio de silicato aluminico, y un componente líquido (solución acuosa de polimeros de ácido acrílico), liberan flúor. Su activación puede ser mediante exposición a la luz visible o reacciones químicas; actualmente existen ionómeros de vidrio híbridos a los cuales se les ha agregado partículas de resina bis (GMA) <sup>(31)</sup>

**CEMENTOS RESINOSOS.-** Material de gran resistencia física, tiene biocompatibilidad aceptable, escasa solubilidad y gran resistencia Son Metacrilatos con cantidad variable de Hema y contienen pequeñas cantidades de partículas de relleno muy finas. Su uso esta estrictamente contraindicado si previamente se ha aplicado algún cemento que contenga eugenol <sup>(28)</sup>

## 4.2 OPERACIONALIZACION DE LAS VARIABLES

### VARIABLES DEPENDIENTES E INDEPENDIENTES

VARIABLES	INDICADORES	TIPO DE VARIABLE	VALOR
Resistencia al cizallamiento de una resina fotopolimerizable TRANSBOND XT - 3M UNITEK	Resistencia al cizallamiento aplicando un esfuerzo (Kgr/mm <sup>2</sup> ) medido en una maquina de ensayo universal	Cuantitativa continua	Escala de carga de 5000 Kg-f, la lectura minima de 1Kg-f, velocidad de 5.0mm/minuto convertida a MPa.
Resistencia al cizallamiento de un ionomero vidrio reforzado GC Fuji ORTHO LC	Resistencia al cizallamiento aplicando un esfuerzo (Kgr/mm <sup>2</sup> ) medido en una maquina de ensayo universal	Cuantitativa continua	Escala de carga de 5000 Kg-f, la lectura minima de 1Kg-f, velocidad de 5.0mm/minuto convertida a MPa
Resistencia al cizallamiento de cemento resinoso con grabado acido RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – 3M ESPE	Resistencia al cizallamiento aplicando un esfuerzo (Kgr/mm <sup>2</sup> ) medido en una maquina de ensayo universal	Cuantitativa continua	Escala de carga de 5000 Kg-f, la lectura minima de 1Kg-f, velocidad de 5.0mm/minuto convertida a MPa
Resistencia al cizallamiento de un cemento resinoso sin grabado acido RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – 3M ESPE	Resistencia al cizallamiento aplicando un esfuerzo (Kgr/mm <sup>2</sup> ) medido en una maquina de ensayo universal	Cuantitativa continua	Escala de carga de 5000 Kg-f, la lectura minima de 1Kg-f, velocidad de 5.0mm/minuto convertida a MPa

### **4.3 MATERIALES UTILIZADOS**

A.- Transbond XT - *3M UNITEK*, Composite fotopolimerizable.

B.- Fuji ORTHO LC - *GC*, Cemento ionómero de vidrio modificado con resina.

C.- RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – *3M ESPE*, Cemento de resina universal, auto-adhesivo y de polimerización dual.

D.- 40 Brackets metálicos Victory Series (*3M Unitek Dental Products*, Monrovia, Calif.)

E.- OTROS MATERIALES

1.- Acido Fosfórico al 37%

2.- Piedra pómez

3.- Vasos dapen

4.- Rollos de algodón

5.- Escobillas para profilaxis

6.- Lámpara de Luz Halógena *3M ESPE*

7.- Instrumental para pegado de brackets

### **4.4 METODO Y PROCEDIMIENTO**

Las piezas dentarias se lavaron con agua para eliminar restos de sangre; para su conservación se introdujeron en frascos de vidrio con solución fisiológica que se cambió periódicamente para evitar el deterioro hasta el momento de la ejecución del estudio, la muestra fué dividida en 4 grupos de forma aleatoria, cada uno conformado por 10 piezas dentales (Fig. 1)

#### **GRUPO 1**

En este grupo los brackets fueron pegados utilizando el agente adhesivo TRANSBOND XT - *3M UNITEK* siguiendo las siguientes instrucciones del fabricante: (Fig. 2)

1.- Profilaxis de la superficie dentaria con piedra pómez y enjuague con agua (Fig. 3 y 4)

2.- Secado de los dientes con fuente de aire libre de aceite y humedad

3.- Aplicación de grabado acido al 37% durante 20 segundos (Fig. 5)



- 4.- Enjuague con agua y secado completamente con aire. (Fig. 6 y 7)
- 5.- Aplicación de una capa delgada y uniforme de adhesivo, aplicación de un chorro de aire suave 2 segundos (repitió la operación) (Fig. 8 y 9)
- 6.- Aplicación de pasta adhesiva Transbond XT en la base del bracket. (Fig. 10 y 11)
- 7.- Colocación del bracket en la superficie del diente, ajustado en su posición final y presionado contra el diente, retirado del exceso de adhesivo con una sonda alrededor de la base del bracket, sin mover este. (Fig. 12,13 y 14)
- 8.- Se fotopolimerizó cada bracket durante 10 segundos por cada lado, de oclusal a mesial, distal y gingival. (Fig. 15)

## **GRUPO 2**

En este grupo los brackets fueron pegados utilizando el agente adhesivo GC Fuji ORTHO LC, ionómero de vidrio modificado con resina se siguió la técnica sugerida por el fabricante: (Fig. 16)

- 1.- Profilaxis de la superficie dentaria con piedra pómez y enjuagado con agua
- 2.- Secado de los dientes con fuente de aire libre de aceite y humedad
- 3.- Aplicación de grabado ácido al 37% durante 20 segundos
- 4.- Enjuague con agua (La superficie del esmalte se mantuvo húmeda ya que el secado excesivo o una superficie de esmalte desecada afectaría la resistencia de la adhesión).
- 5.- Se mantuvo un nivel óptimo de humedad enjuagando las superficies de los dientes con un rollo de algodón húmedo inmediatamente antes de pegar el bracket.
- 6.- Preparación del polvo - Una cucharilla pequeña de polvo y una gota de líquido
- 7.- Mezcla – Se dividió el polvo en 2 partes iguales, se mezcló la primera parte con todo el líquido durante 10 segundos y luego la segunda parte durante otros 10-15 segundos más, total 20-25 segundos (Fig. 19,20 y 21)
8. Adhesión del Bracket – Se aplicó la mezcla sobre toda la superficie de unión del bracket, cubriéndola completamente, seguidamente se impregnó sobre el

diente, se presionó firmemente el bracket contra la superficie del esmalte. Utilizando una sonda se eliminó el exceso de adhesivo. (Fig. 22,23,24 y 25)

9.- Se fotopolimerizó cada bracket durante 10 segundos por cada lado, de oclusal a mesial, distal y gingival. (Fig. 13)

### **GRUPO 3**

En este grupo los brackets fueron pegados utilizando el agente adhesivo RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – 3M, pero la técnica del fabricante fue modificada ( esmalte acondicionado) (Fig. 26)

1.- Después de la profilaxis con piedra pómez el esmalte se acondicionó aplicando grabado ácido al 37% durante 20 segundos,

2.- Enjuague con agua y secado con aire.

3.- Aplicación de una capa delgada y uniforme de adhesivo, aplicación de un chorro de aire suave 2 segundos

4. Se dispensó una cantidad deseada (un clicker del agente cementante) sobre el block (Fig. 27)

5. Se mezcló durante 20 segundos; (el tiempo de trabajo del cemento mezclado es de 2 minutos)

6. Se aplicó la mezcla sobre toda la superficie de unión del bracket, cubriéndola completamente, seguidamente se impregnó sobre el diente, se presionó firmemente el bracket contra la superficie del esmalte. Utilizando una sonda se eliminó el exceso de material. (Fig. 28 y 29)

7.- Se fotopolimerizó cada bracket durante 10 segundos por cada lado, de oclusal a mesial, distal y gingival. (Fig. 13)

### **GRUPO 4**

En este grupo los brackets fueron utilizando el agente adhesivo RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – 3M ESPE siguiendo la técnica sugerida por el fabricante

1.- Profilaxis de la superficie dentaria con piedra pómez y enjuagado con agua

2.- Secado ligeramente de los dientes con fuente de aire, dejando la superficie húmeda .

3. Se dispensó una cantidad deseada (un clicker del agente cementante) sobre el block

6. Se mezcló durante 20 segundos; (el tiempo de trabajo del cemento mezclado es de 2 minutos) (Fig. 28 y 29)

7. Se aplicó la mezcla sobre toda la superficie de unión del bracket, cubriéndola completamente, seguidamente se impregnó sobre el diente, se presionó firmemente el bracket contra la superficie del esmalte. Utilizando una sonda se eliminó el exceso de material.

9.- Se fotopolimerizó cada bracket durante 10 segundos por cada lado, de oclusal a mesial, distal y gingival. (Fig. 13)

Posteriormente todas las piezas fueron colocadas en solución de suero fisiológico para controlar las condiciones de humedad (Fig. 31)

#### **4.5 PREPARACION DE LAS MUESTRAS**

Se realizó un molde de inclusión para cada una de las muestras (cilindros de plástico), para ello se tomó tubos de PVC 1/2 pulgada.(Fig. 32)

Se cortaron a 4.5cm. de largo y con una maquina torneadora se paralelizaron las partes distales del cilindro (servicio del Laboratorio de Mecánica de la UNI) (Fig. 33)

Posteriormente en cada molde en casi 2/3 se relleno con yeso extraduro, una vez fraguado se terminó de rellenar con acrílico autopolimerizable transparente e inmediatamente se enterró en el acrílico la raíz de la pieza dentaria quedando libre la parte de la corona, y buscando que la superficie vestibular y la base del bracket queden en forma perpendicular a la base del molde, y así asegurar que la superficie vestibular sea paralela a la fuerza durante la prueba de resistencia al cizallamiento; antes de completar la polimerización del acrílico se retiró algunos excedentes del material , obteniendo una superficie limpia a nivel del tercio cervical de la muestra. (Fig. 34 y 35)

Seguidamente alrededor de cada molde se marco con cinta adhesiva de color para evitar confusiones (cinta adhesiva amarilla para las muestras cementadas con

Transbond XT, cinta adhesiva roja para las muestras cementadas con Fuji LC, cinta adhesiva Azul para las muestras cementadas con UNICEM sin grabado ácido y cinta adhesiva azul en forma vertical para las muestras cementadas con UNICEM con grabado ácido. (Fig. 36,37,38 y 39)

Terminado el procedimiento las muestras se siguieron manteniendo en frascos de vidrio con suero fisiológico para el control de la humedad hasta el momento de realizar la prueba de mecánica. (Fig. 40)

#### **4.6 PRUEBA MECANICA DE CIZALLAMIENTO**

Este procedimiento, debido a que se trató de una prueba mecánica de precisión, el ensayo se realizó en el Laboratorio 4 de maquinas y ensayos mecánicos de la Universidad Nacional de Ingenieria (UNI) Lima – Perú y en coordinación con el Ing Wilson Silva jefe de área, se diseñó los dispositivos para realizar la prueba de cizallamiento.

El técnico Alberto Gonzales preparó dos dispositivos de acero:

Una base de 2cm. de ancho por 22cm. de largo con un agujero al centro del diámetro del cilindro de la muestra. (Fig. 41)

Y un vástago con una terminación en bisel que se adaptó entre la superficie vestibular de la pieza dentaria y la base del bracket. (Fig. 42)

Para dicha prueba se utilizó la máquina de ensayos marca Alfred J. Amsler-Schaffhausen/Suiza, calibrado por el Servicio de Aseguramiento Metrologico, esta máquina tiene la capacidad de producir una carga de cizallamiento de 5000 Kg-f, la lectura mínima es de 1Kg-f, y a una velocidad de 5.0mm/minuto. (Fig. 43)

Cada muestra se montó en la base de acero, y el vástago se acoplo a dicha máquina de modo que la terminación afilada incidiera entre la base del bracket y la superficie vestibular de la pieza dentaria para ejercer una fuerza paralela a la superficie del diente en dirección inciso apical. (Fig. 44 y 45)

La fuerza requerida para descementar el bracket se registró en Kilogramos (Kgr), y al dividirla por el área del bracket, para cada bracket se calculó el área de su base donde se obtuvo la media aritmetica de  $9,79 \text{ mm}^2$ , se obtuvo la resistencia de adhesión en Megapascales .

Formula aplicada para la conversión de Kilogramos a Megapascales:

$$1\text{Mpa} = 0.101976 \text{ kg/mm}^2$$

$$\frac{1\text{kg}}{9.79\text{mm}^2} = 0.10214 \text{ kg/mm}^2$$

$$0.10214 \text{ kg/mm}^2 \cdot \frac{1\text{Mpa}}{0.101976 \text{ kg/mm}^2}$$

$$= 1.0016 \text{ Mpa}$$

#### 4.7 RECOLECCION DE DATOS

Los datos obtenidos en Kilogramos, una vez realizada la prueba mecánica de cizallamiento, fueron convertidos a Megapascales y vaciados a fichas de trabajo.

## FICHA DE TRABAJO

### Grupo N° 1

**Agente Adhesivo:** *Transbond XT - 3M UNITEK, Composite  
fotopolimerizable*

<b>PIEZA DENTAL N°</b>	<b>VALOR EN Mpa</b>
1	8,013600
2	7,011900
3	9,015300
4	8,013600
5	9,015300
6	7,011900
7	8,013600
8	7,011900
9	10,017000
10	9,015300

## FICHA DE TRABAJO

### Grupo N° 2

**Agente Adhesivo: *Fuji ORTHO LC - GC, Cemento ionómero de vidrio modificado con resina.***

<b>PIEZA DENTAL N°</b>	<b>VALOR EN Mpa</b>
11	5,008500
12	6,010200
13	7,011900
14	6,010200
15	4,006800
16	7,011900
17	6,010200
18	6,010200
19	9,015300
20	6,010200

## FICHA DE TRABAJO

### Grupo N° 3

**Agente Adhesivo: *RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – 3M ESPE ( Esmalte Acondicionado)***

PIEZA DENTAL N°	VALOR EN Mpa
21	7,011900
22	7,011900
23	8,013600
24	10,017000
25	8,013600
26	5,008500
27	7,011900
28	7,011900
29	6,010200
30	8,013600



## FICHA DE TRABAJO

### Grupo N° 4

**Agente Adhesivo: *RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – 3M ESPE ( Esmalte No Acondicionado)***

PIEZA DENTAL N°	VALOR EN Mpa
31	4,006800
32	4,006800
33	3,005100
34	4,006800
35	7,011900
36	3,005100
37	3,005100
38	3,005100
39	3,005100
40	3,005100

## RESULTADOS

### 5.1 ANALISIS

Los resultados obtenidos y convertidos en MPa, después de la prueba mecánica de cizallamiento, fueron agrupados y analizados en tablas y graficos, según el agente cementante.

**TABLA N° 1**

TRANSBOND XT - 3M UNITEK		Fuji ORTHO LC - GC		RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – 3M ESPE (ACONDICIONADO)		RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – 3M ESPE (NO ACONDICIONADO)	
N° pza	Mpa	N° pza	Mpa	N° pza	Mpa	N° pza	Mpa
1	8,013600	11	5,008500	21	7,011900	31	4,006800
2	7,011900	12	6,010200	22	7,011900	32	4,006800
3	9,015300	13	7,011900	23	8,013600	33	3,005100
4	8,013600	14	6,010200	24	10,017000	34	4,006800
5	9,015300	15	4,006800	25	8,013600	35	7,011900
6	7,011900	16	7,011900	26	5,008500	36	3,005100
7	8,013600	17	6,010200	27	7,011900	37	3,005100
8	7,011900	18	6,010200	28	7,011900	38	3,005100
9	10,017000	19	9,015300	29	6,010200	39	3,005100
10	9,015300	20	6,010200	30	8,013600	40	3,005100

### **5.1.1 ANALISIS ESTADISTICO.**

Con el empleo del paquete estadístico SPSS Manager version 16. Se calcularon los siguientes datos estadísticos:

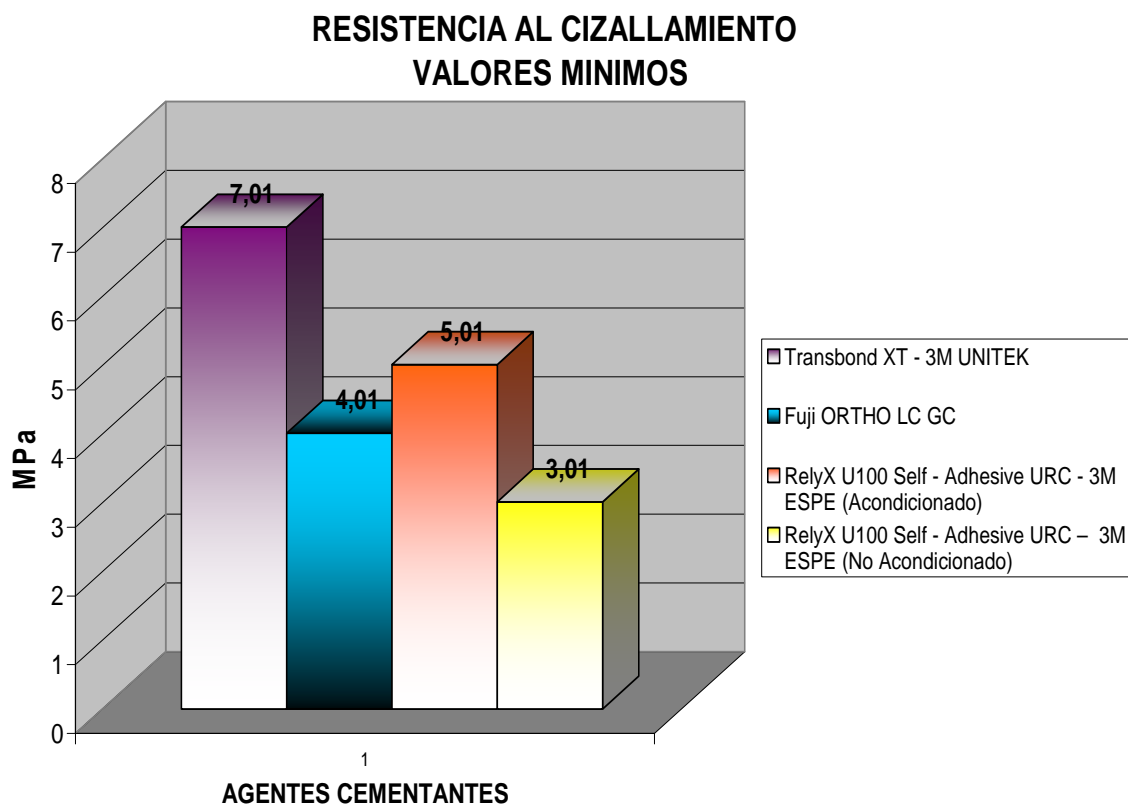
#### **ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS:**

A continuación los estadísticos que describen los datos observados:

TABLA N° 2

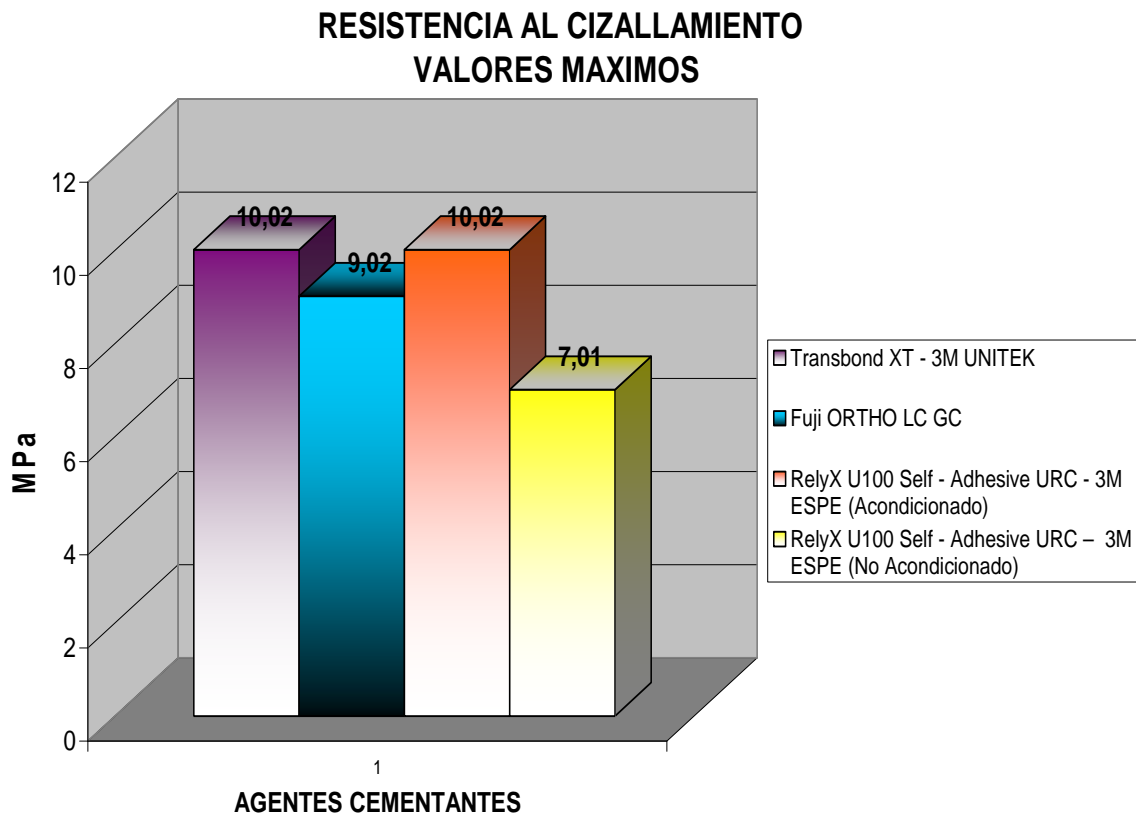
Estadísticos Descriptivos	AGENTES CEMENTANTES			
	Transbond XT - 3M UNITEK	Fuji ORTHO LC GC	RelyX U100 Self - Adhesive URC - 3M ESPE (Acondicionado)	RelyX U100 Self - Adhesive URC – 3M ESPE (No Acondicionado)
	MPa	MPa	MPa	MPa
<b>N</b>	10	10	10	10
<b>Mínimo</b>	7,01	4,01	5,01	3,01
<b>Máximo</b>	10,02	9,02	10,02	7,01
<b>Suma</b>	82,14	62,11	73,12	37,06
<b>Media</b>	8,21	6,21	7,31	3,71
<b>Desv. Estand.</b>	1,03	1,32	1,34	1,25
<b>Varianza</b>	1,07	1,74	1,79	1,57
<b>Asimetría</b>	0,27	0,64	0,36	2,41

**GRAFICOS DE LA COMPARACION DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS**  
**GRAFICO N° 1**



Se observa que entre los niveles mínimos de resistencia al cizallamiento, presenta mayor resistencia al cizallamiento la Resina Fotopolimerizable, seguida del Cemento Resinoso Dual (acondicionado), Iononero de Vidrio Reforzado y finalmente el Cemento Resinoso Dual ( sin acondicionado)

GRAFICO N°2



Se observa que entre los niveles mas altos de la resistencia al cizallamiento presentan iguales resultados la Resina Fotopolimerizable y el Cemento Resinoso Dual (acondicionado), seguido del Ionometro de Vidrio Reforzado y finalmente el Cemento Resinoso Dual ( no acondicionado)

### GRAFICO N°3

### RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO VALORES MINIMOS Y MAXIMOS

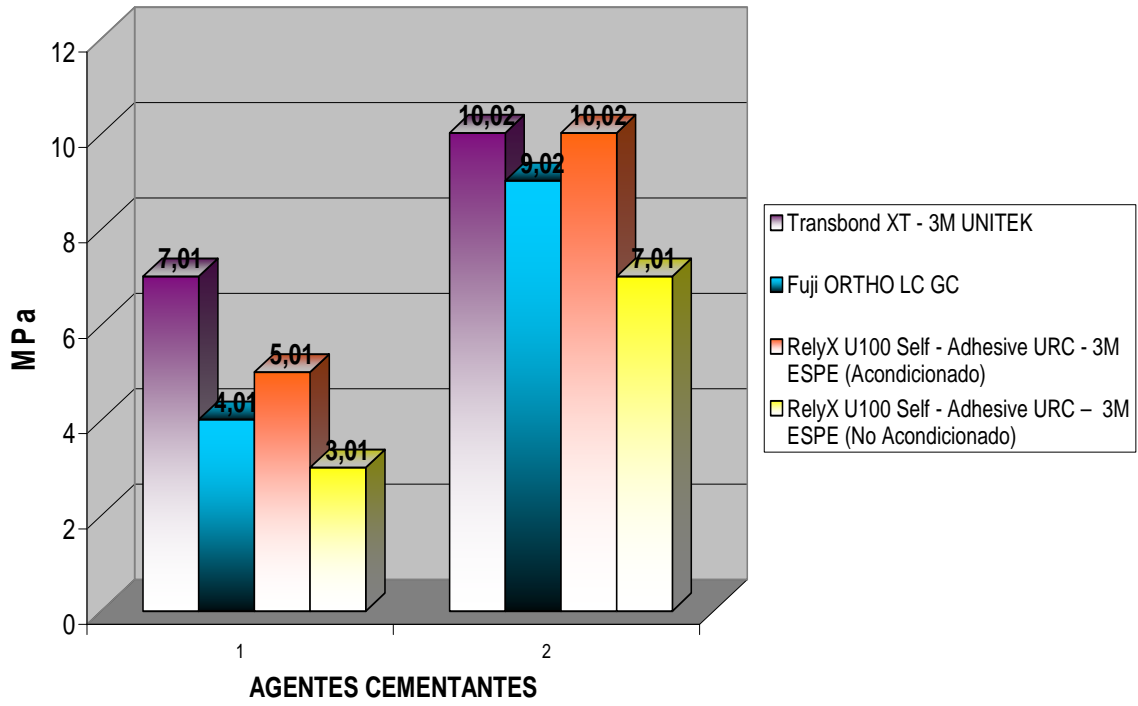
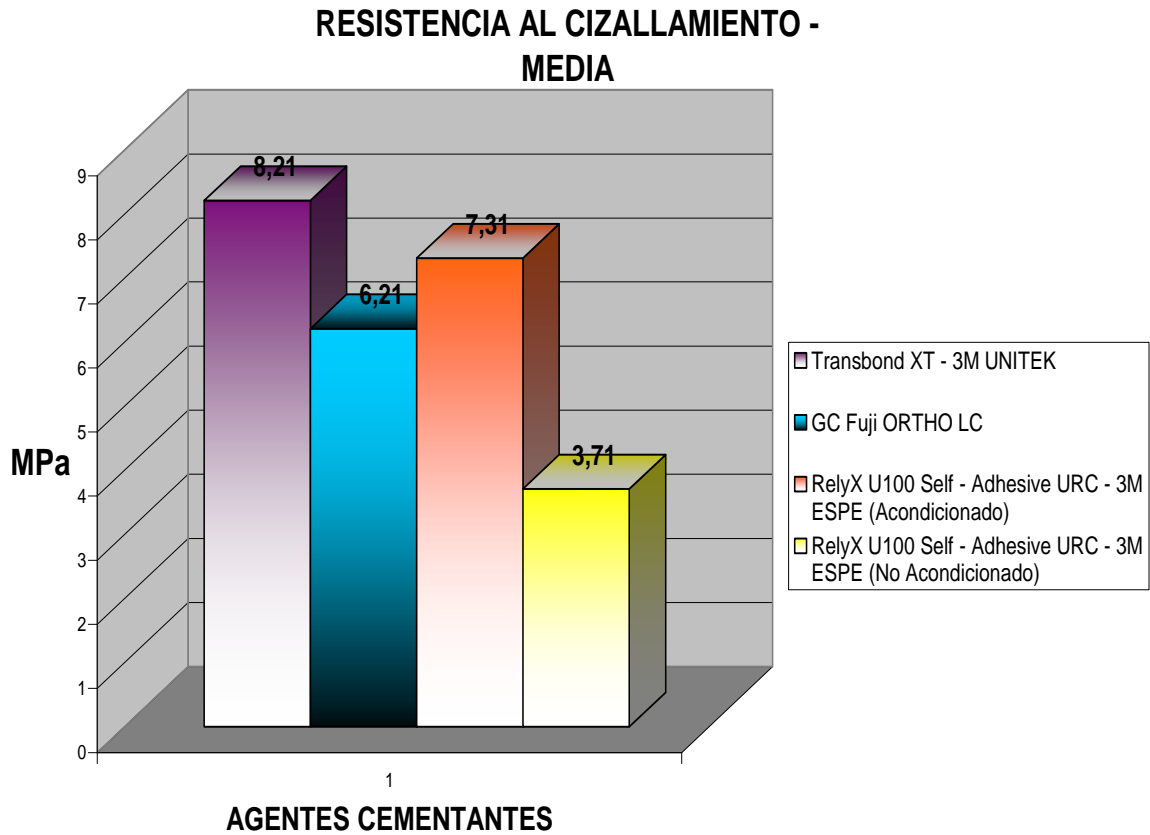


GRAFICO N°4

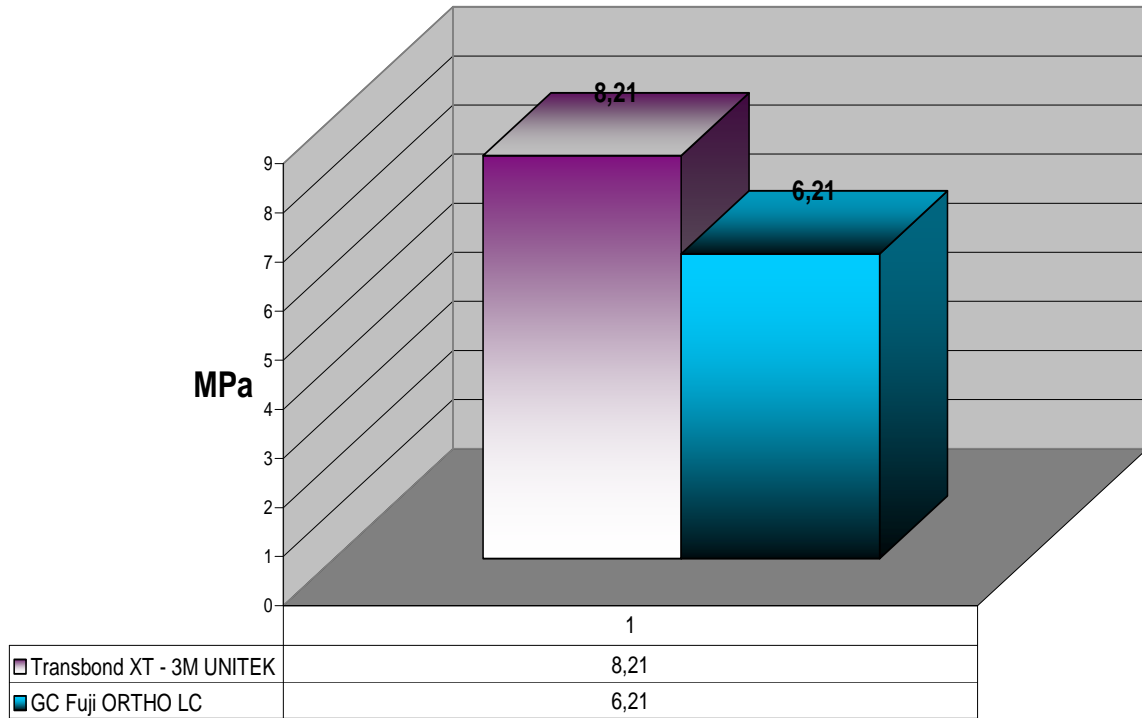


Se observa la resistencia al cizallamiento según el promedio el nivel mas alto es de la Resina Fotopolimerizable y relativamente comparable con el cemento resinoso dual (acondicionado), siguiendo el Ionometro de Vidrio Reforzado y una significativa baja resistencia del Cemento Resinoso Dual (sin acondicionado).



## GRAFICO N°5

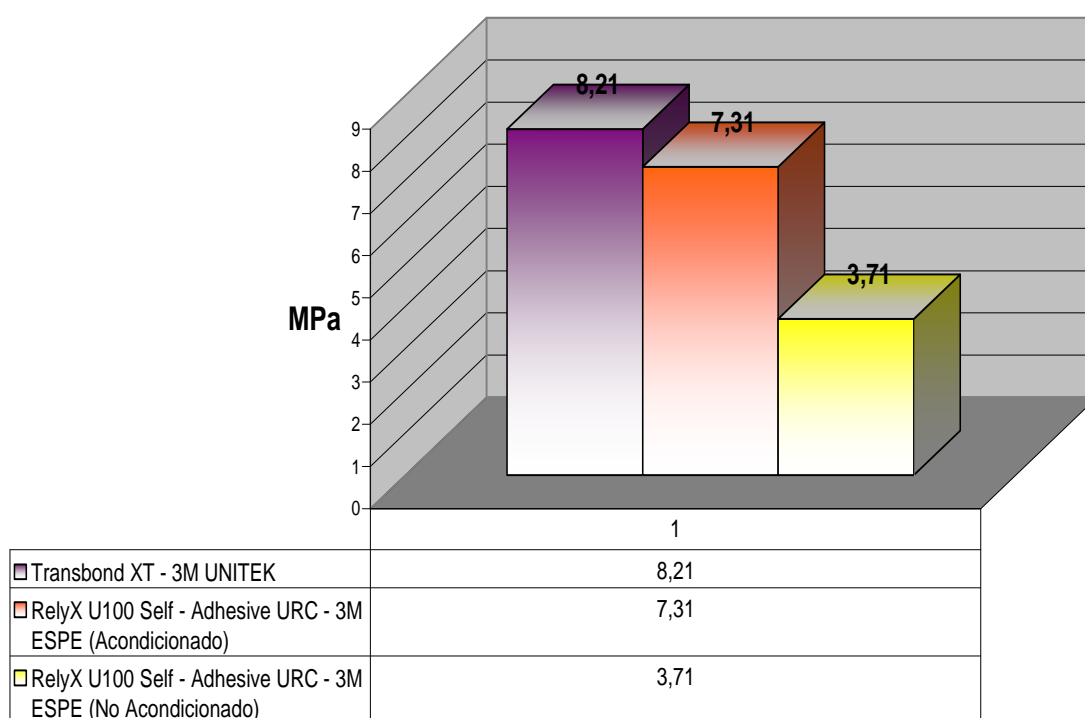
### COMPARACION DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO ENTRE RESINA FOTOPOLIMERIZABLE Y IONOMERO DE VIDRIO REFORZADO



Se observa que la Resina Fotopolimerizable presenta mayor resistencia al cizallamiento que el Ionómero de vidrio reforzado

## GRAFICO N°6

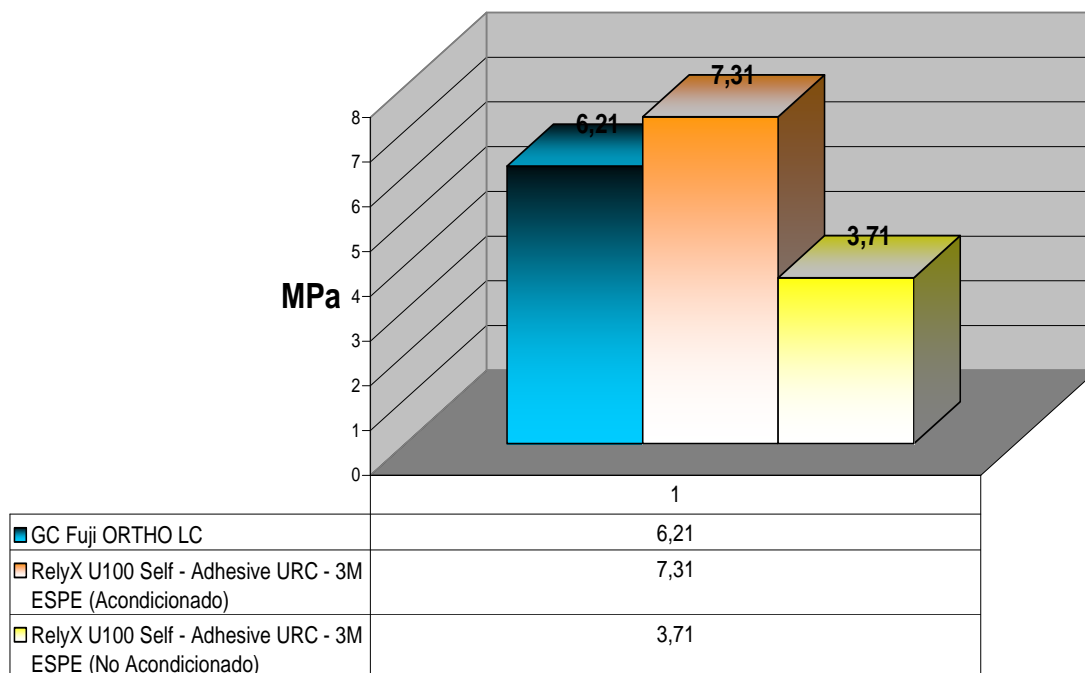
### COMPARACION DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO DE RESINA FOTOPOLIMERIZABLE Y UN CEMENTO RESINOSO DUAL (Acondicionado y No acondicionado)



Se observa que la Resina Fotopolimerizable presenta mayor resistencia al cizallamiento, es relativamente comparable con el Cemento Resinoso Dual (acondicionado) y es significativamente diferente con el Cemento Resinoso Dual (sin acondicionado)

## GRAFICO N° 7

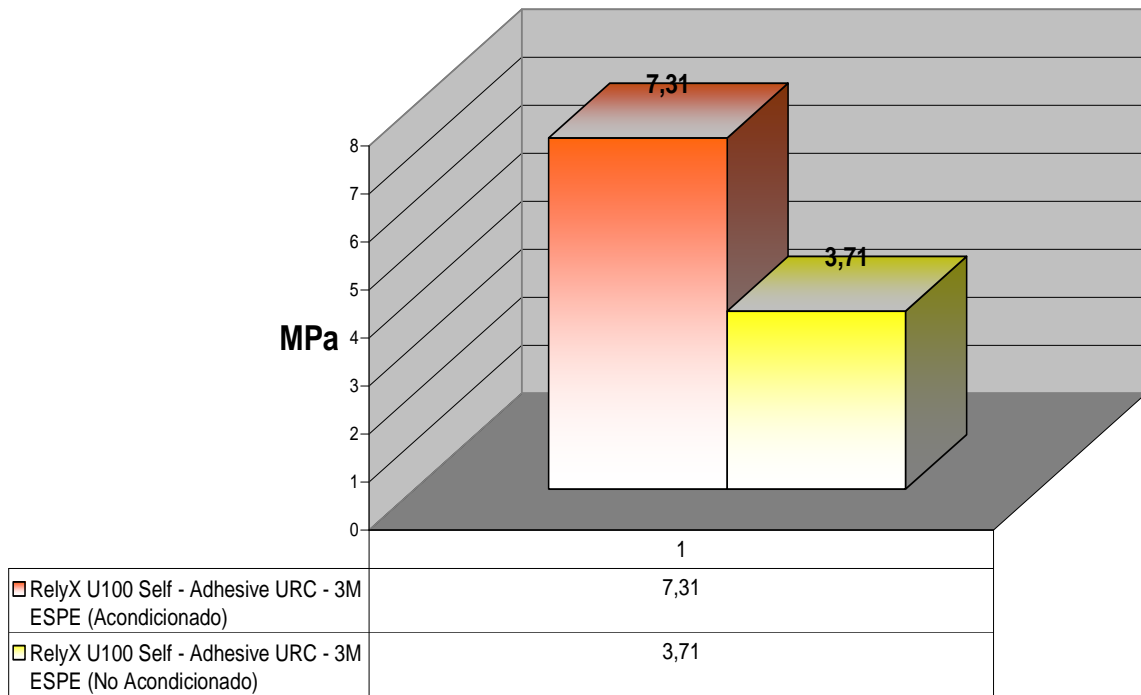
### COMPARACION DE LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO ENTRE UN IONOMERO REFORZADO Y UN CEMENTO RESINOSO DUAL (Acondicionado y No Acondicionado)



Se observa que el Cemento Resinoso Dual (acondicionado) presenta mayor resistencia al cizallamiento, es relativamente comparable con el Ionómero de Vidrio Reforzado y presenta significativa diferencia con la resistencia del Cemento Resinoso Dual (sin acondicionado)

## GRAFICO N° 8

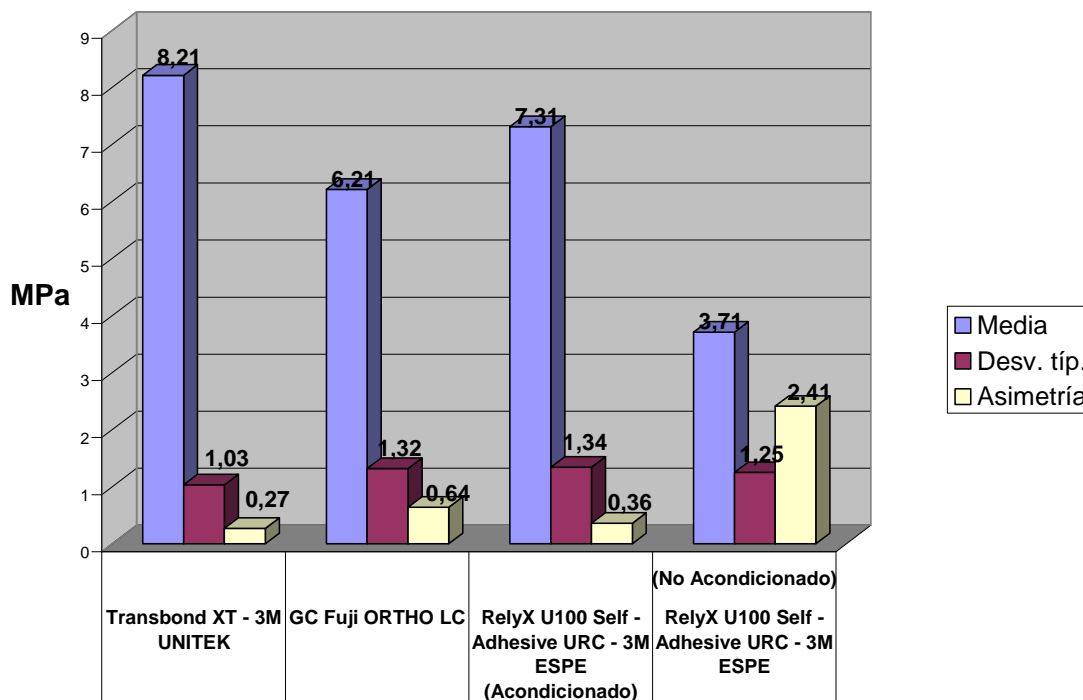
### COMPARACION DE LA RESITENCIA AL CIZALLAMIENTO DE UN CEMENTO RESINOSO DUAL (Acondicionado y No Acondicionado)



Se observa que el Cemento Resinoso Dual (acondicionado) presenta significativa mayor resistencia al cizallamiento, en relacion al mismo Cemento Resinoso Dual (sin acondicionado)

## INTERPRETACIÓN POR ORDEN DE MAYOR A MENOR SEGÚN LA RESISTENCIA AL CIZALLAMIENTO:

**GRAFICO N°9**



**Transbond XT - 3M UNITEK;** su resistencia al cizallamiento es la más alta, alcanza en promedio a 8,21 [Mpa], con una precisión de 1,03 [Mpa], esto significa que ante otras mediciones realizadas en las mismas condiciones del experimento obtendremos valores de resistencia no mayores a 9 [Mpa] ó menores a 7 [Mpa] en el 68% de los casos. Sus datos presentan una simetría aceptable (Asimetría = 0,27).

**RelyX U100 Self - Adhesive URC - 3M ESPE (Acondicionado);** su resistencia al cizallamiento es menos alta, alcanza en promedio a 7,31 [Mpa], con un precisión de 1,34 [Mpa], esto significa que ante otras mediciones realizadas en las mismas condiciones del experimento obtendremos valores de resistencia no mayores a 8,5 [Mpa] ó menores a 6 [Mpa] en el 68% de los casos. Sus datos presentan una simetría aceptable (Asimetría = 0,36).

**GC Fuji ORTHO LC;** su resistencia al cizallamiento se encuentra en tercer lugar, alcanza en promedio a 6,21 [Mpa], con un precisión de 1,32 [Mpa], esto significa que ante otras mediciones realizadas en las mismas condiciones del experimento obtendremos valores de resistencia no mayores a 7,5 [Mpa] ó menores a 5 [Mpa] en el 68% de los casos. Sus datos presentan una simetría aceptable (Asimetría = 0,64).

**RelyX U100 Self - Adhesive URC - 3M ESPE (No Acondicionado);** su resistencia al cizallamiento es la más baja comparada con los demás, alcanza en promedio a 3,71 [Mpa], con un precisión de 1,25 [Mpa], esto significa que ante otras mediciones realizadas en las mismas condiciones del experimento obtendremos valores de resistencia no mayores a 5 [Mpa] ó menores a 2,5 [Mpa] en el 68% de los casos. Sus datos presentan una simetría poco aceptable (Asimetría = 2,41).

**Conclusión:** Podemos considerar en una primera instancia que los cuatro tipos de cementos son diferentes entre si por su promedio de resistencia, siendo posible considerar que una es superior a las demás por esta característica.

#### **Análisis Multi-variado:**

Para comprobar la hipótesis planteada en la conclusión anterior:

*Ho: Los cuatro tipos de cementos tienen la misma resistencia al cizallamiento.*

*H1: Alguno de las cuatro cementos tiene un promedio de resistencia al cizallamiento diferente que las demás.*

Realizaremos el análisis de comparación de más de dos promedios, conocido como Análisis de Varianza (ANOVA).

Las condiciones de aplicación de este análisis son:

**Primera condición:** Las observaciones deben tener la misma varianza:

Realizado el análisis de Levene (Prueba de homogeneidad de varianzas):

**TABLA Nº 3**

<b>Estadístico de Levene</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>Sig.</b>
,047	3	36	,986

**Interpretación:** Para este caso ( $\text{Sig} > 0,05$ ), los datos tienen una alta probabilidad de considerar que sus varianzas son iguales. Por lo que se aprueba la primera condición.

**Segunda condición:** Las observaciones deben tener una simetría ó comportamiento parecido a la campana de Gauss (Distribución Normal):

Realizamos la prueba de Kolgomorov-Smirnov (Análisis de Normalidad):

TABLA N°4

<b>Transbond XT - 3M UNITEK [Mpa]</b>		
Parámetros normales(a,b)	Media	8,21
	Desviación típica	1,03
	<i>Sig. asintót.</i>	0,90
<b>GC Fuji ORTHO LC [Mpa]</b>		
Parámetros normales(a,b)	Media	6,21
	Desviación típica	1,32
	<i>Sig. asintót.</i>	0,51
<b>RelyX U100 Self-Adhesive URC - 3M ESPE (Acondicionado) [Mpa]</b>		
Parámetros normales(a,b)	Media	7,31
	Desviación típica	1,34
	<i>Sig. asintót.</i>	0,76
<b>RelyX U100 Self-Adhesive URC - 3M ESPE (No Acondicionado) [Mpa]</b>		
Parámetros normales(a,b)	Media	3,71
	Desviación típica	1,25
	<i>Sig. asintót.</i>	0,28

**Interpretación:** Los datos tienen una probabilidad (sig. Asintót > 0,05), mayor que el nivel aceptable y por lo tanto también cumple con la segunda condición.

Como ya se han comprobado las condiciones suficientes para el análisis de varianza, los resultados son los siguientes:



**TABLA N° 5**

**Análisis de varianza - ANOVA**

	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>GI</b>	<b>Media cuadrática</b>	<b>F</b>	<b>Sig.</b>
Inter-grupos	114,087	3	38,029	24,628	,000
Intra-grupos	55,589	36	1,544		
Total	169,675	39			

**Interpretación:** La tabla arriba, compara la variación que existe entre los grupos (Inter-grupos) con la variación dentro los grupos (Intra-grupos), por ser la primera mayor entonces suponemos que algunos de los promedios es igual a otro, siendo así, que la probabilidad (Sig < 0,05), rechaza la hipótesis nula (*Ho: Los cuatro tipos de cementos tienen la misma resistencia al cizallamiento*) y por los tanto debemos encontrar con la prueba de tukey de comparaciones simples para encontrar estas semejanzas. Realizado el análisis tenemos:

**TABLA N°6**

Tipo de Cemento	N	Subconjunto para alfa = .05		
		Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
RelyX U100 Self-Adhesive URC - 3M ESPE (No Acondicionado)	10	3,7062900		
GC Fuji ORTHO LC	10		6,2105400	
RelyX U100 Self-Adhesive URC - 3M ESPE (Acondicionado)	10		7,3124100	7,3124100
Transbond XT - 3M UNITEK	10			8,2139400
Sig.		1,000	,213	,379

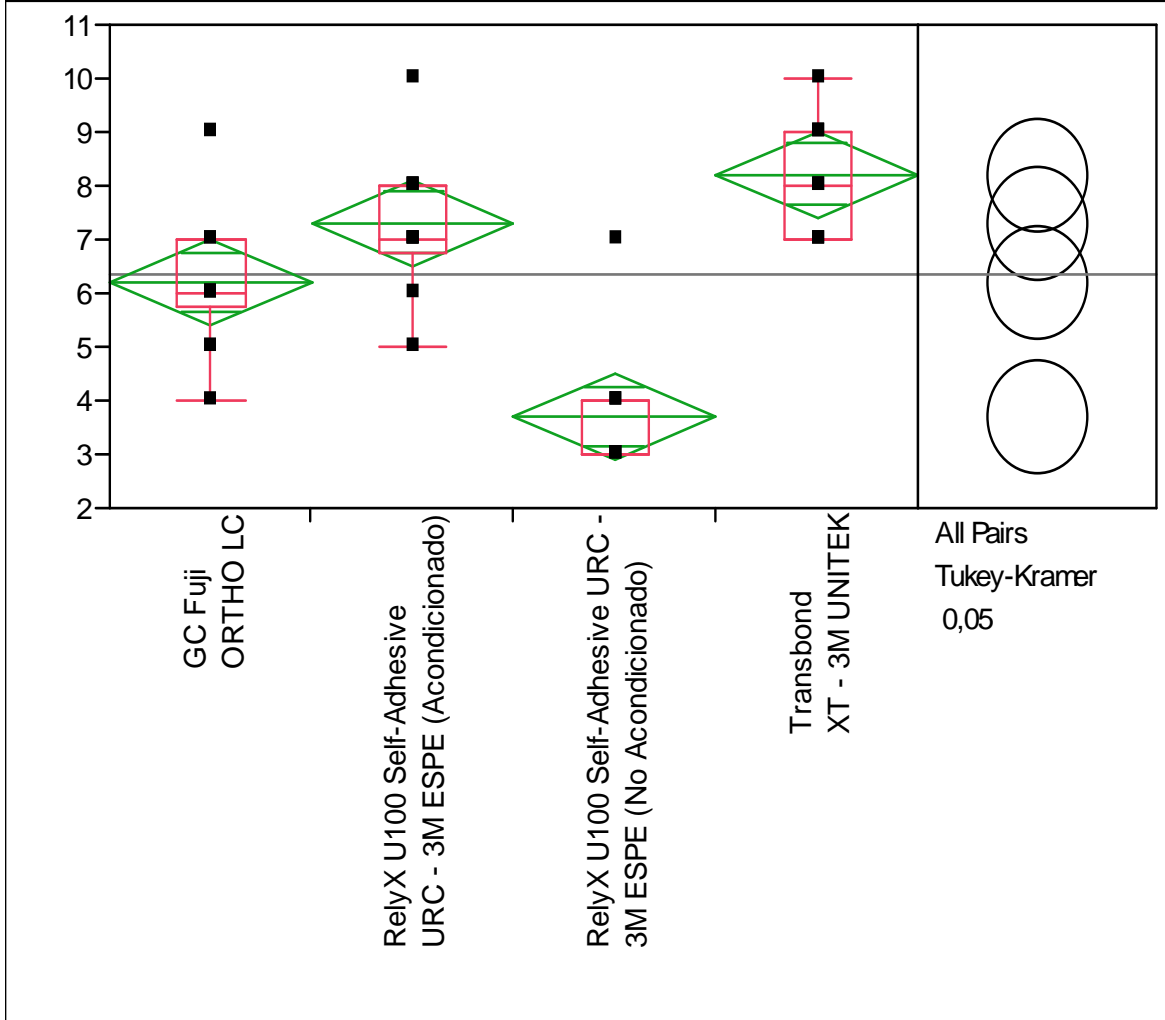
La tabla anterior explica que, el cemento RelyX U100 Self-Adhesive URC - 3M ESPE (No Acondicionado) tiene un promedio de resistencia totalmente diferente a los otros tres, por su valor bajo no puede ser considerado igual su resistencia a los demás.

El segundo grupo propone que GC Fuji ORTHO LC y RelyX U100 Self-Adhesive URC - 3M ESPE (Acondicionado) son iguales entre sí, y por lo tanto cualquiera de los dos puede ofrecer una misma resistencia, dado el grado de variación que tienen.

El tercer grupo lo componen Transbond XT - 3M UNITEK y RelyX U100 Self-Adhesive URC - 3M ESPE (Acondicionado), son iguales entre sí por su resistencia y por lo tanto pueden escogerse cualquiera de ellos para lograr el mismo resultado.

**GRAFICO N° 10**

**PRUEBA DE TUKEY KRAMER DE COMPARACIONES SIMPLES**



Se observa que existe un grupo cemento RelyX U100 Self-Adhesive URC - 3M ESPE (No Acondicionado), tiene un promedio de resistencia totalmente diferente a los otros tres, un segundo grupo GC Fuji ORTHO LC y RelyX U100 Self-Adhesive URC - 3M ESPE (Acondicionado) son iguales entre sí, y finalmente un tercer grupo Transbond XT - 3M UNITEK y RelyX U100 Self-Adhesive URC - 3M ESPE (Acondicionado), también son iguales entre sí por su resistencia y por lo tanto pueden escogerse cualquiera de ellos para lograr el mismo resultado.

**Conclusión:** La resistencia al cizallamiento es diferente entre las muestras, y debe considerarse la elección en función de los resultados encontrados, ya que no ofrecen los cuatro el mismo resultado.

## VI.- DISCUSION

Los resultados del estudio muestran que el Cemento Resinoso Dual RelyX U100 sin grabado ácido produce una significativa baja resistencia al cizallamiento en relación a la resina fotopolimerizable Transbond XT, al cemento resinoso con grabado RelyX U100 y al Fuji Ortho LC.

Los resultados del agente cementante RelyX U100 sin grabado ácido es muy baja en relacion al RelyX U100 con grabado ácido, esto puede ser que la técnica del cemento resinoso dual sin grabado ácido (instrucciones del fabricante) es menos sensible que el sistema con grabado ácido para el mismo cemento y porque tiene un capacidad inherente para unir brackets a la superficie dental.

Existen pocos datos con respecto al potencial de unión de brackets a la superficie dental con el cemento resino dual RelyX U100.

Reynolds <sup>(18)</sup> sugirió que el valor de la resistencia al cizallamiento debería estar entre 5.9 and 7.8 MPa lo cual es suficiente para una clinica efectiva ortodóntica. Aunque una resistencia de adhesión válida in vitro ha sido registrada de 4.9MPa.

Vicente et al <sup>(10)</sup> que la resistencia al cizallamiento del RelyX U100 sin grabado ácido era significativamente débil en relación a los procedimientos con grabado ácido (Transbond XT 11.30MPa), sin embargo, ellos sugirieron que la resistencia al cizallamiento del RelyX U100 era clínicamente aceptable 7.66MPa (El desprendimiento fue después de 24 hrs. después de ser adheridos los brackets a una velocidad de 1.0mm/min)

Samir E Bishara y Col. Encontraron resistencia al cizallamiento para el RelyX U100 de 3.7 +- 2.1 MPa (El desprendimiento fue después 30 min. después de ser adheridos los brackets a una velocidad de 5.0mm/min)

Los resultados de la presente investigación indicaron que el Cemento Resinoso Dual RelyX U100 (con acondicionado) tiene el potencial para unir brackets ortodónticos adicionando la ventaja de eliminar fluor.

Para aumentar la resistencia al cizallamiento del Cemento Resino Dual RelyX U100, el fabricante, podría considerar de adicionar más acondicionador al adhesivo; esto fortalecería la unión del bracket al diente y cambiar la consistencia (pasta mas viscosa).

## **VI.-CONCLUSIONES**

Este estudio de acuerdo a sus limitaciones demostro:

Significativamente mayor resistencia al cizallamiento de la Resina Fotopolimerizable Transbond XT en relación al Cemento Resinoso Dual RelyX UNICEM con previo grabado ácido, seguido el Cemento Ionómero de vidrio modificado Fuji Ortho LC y finalmente en relación al Cemento Resinoso Dual RelyX UNICEM sin previo grabado ácido.

Comparable resitencia al cizallamiento del cemento resinoso dual (RelyX U100) con previo grabado ácido en relación al ionomero de vidrio modificado (Fuji Ortho LC)

Que la resistencia al cizallamiento es significativamente mayor de la resina fotopolimerizable (Transbond.XT) en relación al cemento resinoso dual (RelyXU100) sin grabado ácido.

## **VIII.- RECOMENDACIONES**

Recomiendo que en la práctica diaria de la clínica, cuando necesitamos mayor resistencia en el tratamiento ortodóntico utilizar la resina fotopolimerizable (Transbond XT) y los casos que necesitemos un agente cementante con liberación de flúor para pacientes con alto índice de caries, acumulación de placa bacteriana e higiene dental deficiente recomendaría utilizar el cemento resinoso dual (RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement) con previo grabado ácido.



## IX.- REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- 1.- Buncore MG. A Simple Method of increasing the adhesión of acrylic filling material to enamel surface J Dent Res 1955; 34: 849.
- 2.- Buonocore MG, Matsui A, Gwinnett AJ. Penetration of resin dental materials into enamel surfaces with reference to bonding. Arch Oral Biol. 1968;13:61–70.
- 3.- Erickson RL, Glasspoole EA. Adhesión a la estructura dentaria: comparación de los ionómeros de vidrio y los composites. *J EsthetDent*. 1995;5:1–26
- 4.- Cohen S, Masujlli R, Binder R: Shear bond the of chemically and light cured resin modifield ionomers Clin Orthod 1998; 32: 423
- 5.- BisharaS Graden V: Shear bond strength of glass ionomer and acidc primer adhesive systems Dentofacial Orthop 1999, 24:115
- 6.- Shin Lee, Caster C: A comparison of the shear bond strength of two glass ionmer cements Dentofacial orthop 1995; 115:125
- 7.- Jobalia, Valente R: bond strength of visible light cured glass ionmer orthodontic cement Dentofacial Orthop 1997; 112: 205
- 8.- Lippitz S, Staley R: In vitro study of 24 hour and 30 day shear bond strength of tree resin glass ionmer cements used to bond orthodontic brackets Dentofacial Orthop 1999; 113: 620
- 9.- Manuel Toledano y col.: Bond Strength of Orthodontic Brackets Using Different Light and Self-Curing Cements Angle Orthod 2003;73: 56–63.
- 10.- Ascensión Vicente y Col.: A Comparison of the Shear Bond Strength of a Resin Cement and Two Orthodontic Resin Adhesive Systems Angle Orthod 2004; 75: 109-113
- 11.- Samir E. Bishara y colaboradores Effect of Changing a Test Parameter on the Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets Angle Orthod 2005;75:832–835
- 12.- Samir E. Bishara y col.: Early Shear Bond Strength of a One-step Self-adhesive on Orthodontic Brackets Angle Orthod 2006;76:689–693.)
- 13.- Andreas Faltermeier, M Behr, and D Müssig A comparative evaluation of bracket bonding with 1-, 2-, and 3-component adhesive systems Am J Orthod Dentofacial Orthop 2007;132:144.e1-144.e5

- 14.- Gilberto Henostra H. Adhesion en Odontología Restauradora – Asociación Latinoamericana de Operatoria Dental y Biomateriales
- 15.- Barrancos Money Operatoria Dental- tercera edicion
- 16.- Sadler E. A survery of some comercial adhesive: their posible aplicacion in clinical orthodontic AMER. *J Orthodont* 1958; 44:65
- 17.- Newman GV. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progressreport. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 1965;51:901–912
- 18.- Reynolds IR. A review of direct orthodontic bonding. *Br J Othod.*1975;2:171-178
- 19.- Mizrahi E, Smith DC: Direct cemntation of orthodontic Brackets to dental enamel. *Br. Dent J* 1969; 27:371
- 20 J. C. de la Machorra Metodología de Utilización de los Cementos de Vidrio Ionomero AVC Odontoestomatolog 1988
- 21.- Technical Product Profile 3M ESPE RelyX TM Unicem Self-Adhesive Universal Resin Cement
- 22.- Doron Harari, Immanuel Gillis and Meir Redlich Shear bond strength of a new dental adhesive used to bond brackets to unetchet enamel *European Journal of Orthodontic* 2002; 24:-519-523
- 23.-. Graber – Vanarsdall (h) Ortodoncia Principios generales y Técnicas – 3ra edicion
- 24.- Miura Sistema de fijación directa, estudiado a través del microscopio electronico de Verredura ortodoncia SP 1974; 203 - 223
- 25.- Interlandi Bases para la iniciación – Adhesión directa de brackets en Ortodoncia
- 26.- Bishara SE, VonWald L, Laffon JF, Jacobsen JR. Effect of alteringthe type of enamel conditioner on the shear bond strength of aresin-reinforced glass ionomer adhesive. *Am J Orthod DentofacialOrthop.* 2000;118:288–294.8
- 27.- Gottlieb EK, Nelson AH Vogels DS: 1996 JCO study of orthodontic diagnosis and treatment procedures: part 1 results and trenes, *J Clin Orthod* 1996; 30.615

- 28.- Gram. J. Mount, W R. Hume Conservación y Restauración de la Estructura Dental
- 29.- Trurow R. Biomecanismo Ortodontico, Editorial Mosloy 4ta edicion 1982 Madrid España
- 30.- Robert G. Craig, MarcusL. Ward Materiales de Odontología Restauradora
- 31.- Profitt, W: Ortodoncia clinica Editorial Barce 1988 Sevilla España



**Anexo N°2**

**FOTOS DE LOS MATERIALES,  
METODOS Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS**



Fig. 1 Clasificación de las muestras en cuatro grupos de diez piezas dentales

**PROCEDIMIENTO DE ADHESION DE BRACKETS PARA EL GRUPO N°1 CON EL AGENTE CEMENTANTE TRANSBOND XT - 3M UNITEK**

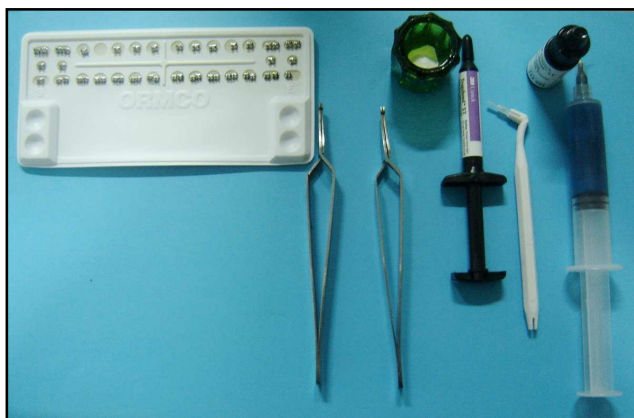


Fig.2 Material e instrumental utilizado

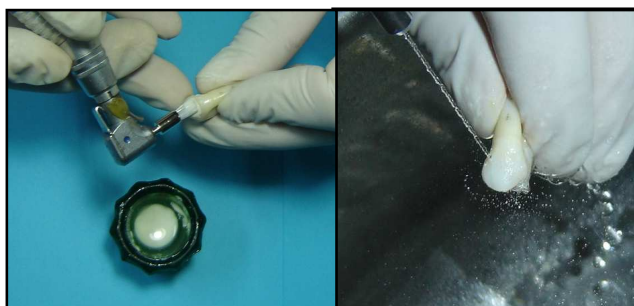


Fig. 3 y 4 Profilaxis con piedra pómez y enjuague con agua

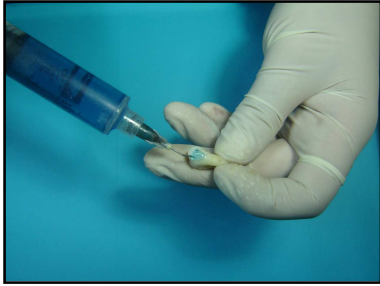


Fig 5 Grabado ácido al 37% durante 20 segundos



Fig 6 y 7 Enjuague con agua y secado completamente con aire libre de aceite y humedad

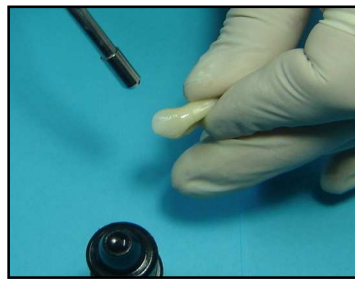
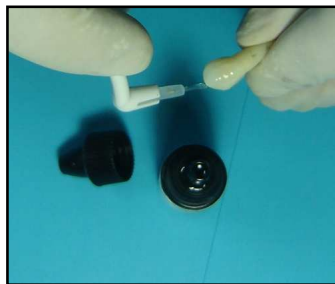


Fig. 8 Aplicación de una capa delgada y uniforme de imprimador Fig 9 aplicación de un chorro de aire suave por 2 segundos (repitió la operación)

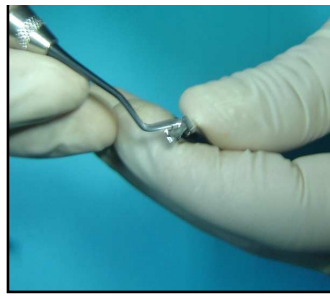


Fig. 10 y 11 Aplicación de la resina Transbond XT en la base del bracket

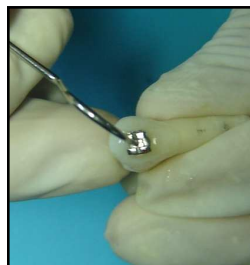
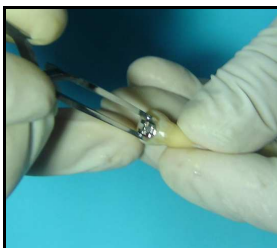


Fig. 12, 13 y 14 Colocación del bracket en la superficie del diente presionado contra el diente, retirado del exceso del agente cementante

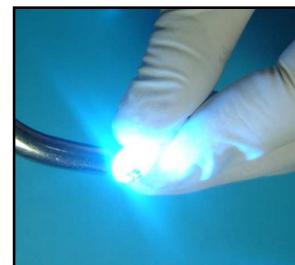
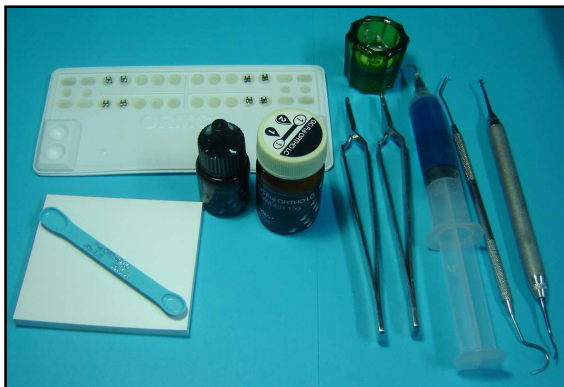


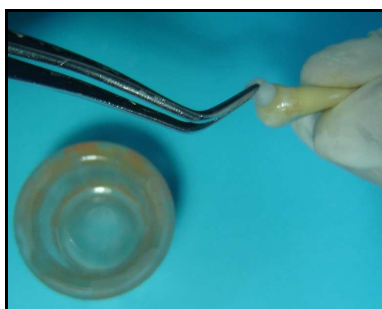
Fig. 15 Polimerización durante 10 segundos por cada lado oclusal a mesial, distal y gingival.

**PROCEDIMIENTO DE ADHESION DE BRACKETS PARA EL GRUPO N°2 CON EL AGENTE CEMENTANTE GC Fuji ORTHO LC, ionómero de vidrio modificado con resina.**

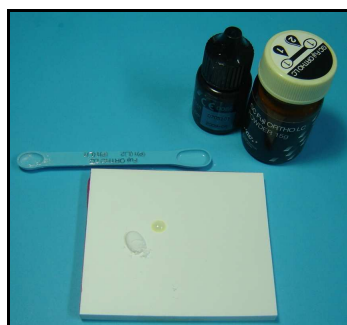


**Fig.16 Material e instrumental utilizado**

Se repiten las figuras 3,4, 5 y 6



**Fig. 17 Se mantuvo la humedad de las superficies de los dientes con algodón húmedo inmediatamente antes de pegar el bracket**



**Fig. 18 Una cucharilla pequeña de polvo y una gota de líquido**



**Fig. 19, 20 y 21 Se dividió el polvo en 2 partes iguales, se mezcló la primera parte con todo el líquido durante 10 segundos y luego la segunda parte durante otros 10-15 segundos más**

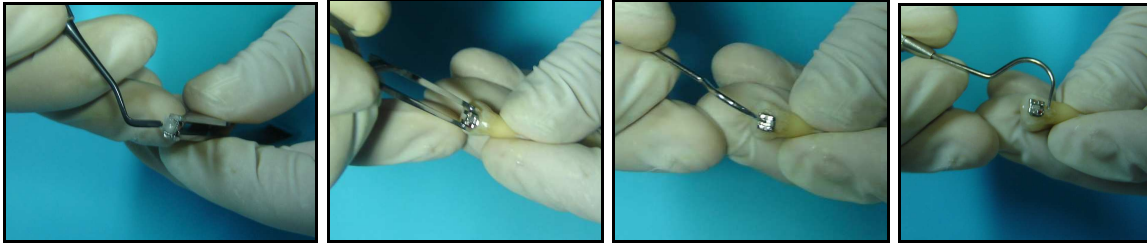


Fig 22 ,23, 24 y 25 Se aplicó la mezcla sobre toda la superficie de unión del bracket, cubriéndola completamente, seguidamente se impregnó sobre el diente, se presionó firmemente el bracket contra la superficie del esmalte. Utilizando una sonda se eliminó el exceso de agente cementante

Se repite la figura N° 13

**PROCEDIMIENTO DE ADHESION DE BRACKETS PARA EL GRUPO N°3 CON EL AGENTE CEMENTANTE RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – 3M, pero la técnica del fabricante fue modificada ( esmalte acondicionado)**



**Fig.26 Material e instrumental utilizado**

Se repiten figuras N° 3,4,5,6,7,8 y 9



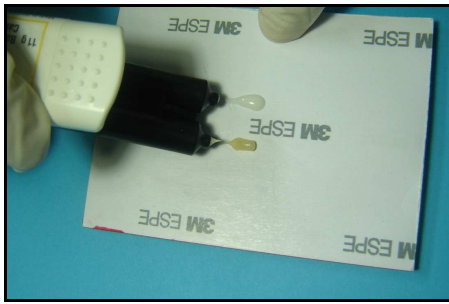


Fig. 27 Se dispensó una cantidad deseada (un clicker de material) sobre el block

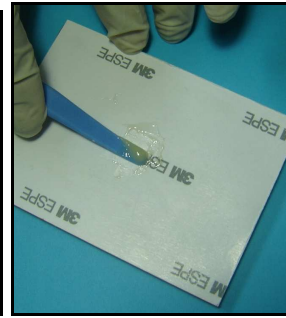
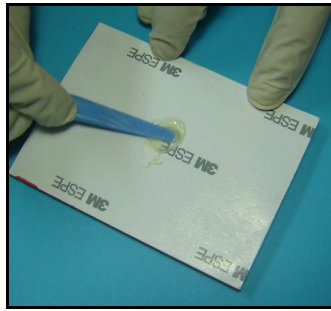


Fig. 28 y 29 Se mezcló durante 20 segundos

Se repiten las figuras 22, 23,24 y 25

Se repite la figura 13

**PROCEDIMIENTO DE ADHESION DE BRACKETS PARA EL GRUPO N°4 CON EL AGENTE CEMENTANTE RelyX U100 Self- Adhesive Universal Resin Cement – 3M ESPE siguiendo la técnica sugerida por el fabricante**



**Fig. 30 Material e instrumental utilizado**

Se repiten las figuras 3 y 4

Se repiten las figuras 27,28 y 29

Se repiten las figuras 22, 23,24 y 25

Se repite la figura 13

Fig. 31 Las piezas se mantuvieron en solución de suero fisiológico para controlar las condiciones de humedad



### PREPARACION DE LAS MUESTRAS



Fig. 32 Moldes de inclusión para cada una de las muestras

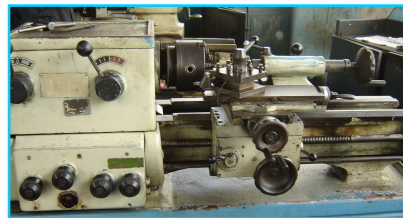


Fig. 33 Maquina torneadora para paralelizar las partes distales del



Fig. 34 y 35 - 2/3 se relleno con yeso extraduro, terminado con acrílico autopolimizable



Fig. 36, ,37,38 y 39 Marcado con cinta adhesiva de color (amarilla -Transbond XT, roja - Fuji LC, Azul - UNICEM sin grabado acido y azul en forma vertical - UNICEM con grabado acido)



Fig 40 Muestras mantenidas en suero fisiológico para el control de la humedad

### PRUEBA MECANICA DE CIZALLAMIENTO



Fig. 41 y 42 Dispositivos de acero: Una base de 2cm. de ancho por 22cm. de largo  
Y un vástago con una terminación en bisel



Fig. 43 Máquina de ensayos marca Alfred J. Amsler-Schaffhausen/Suiza, calibrado por el Servicio de Aseguramiento Metrologico,

Fig. 44 y 45 Muestra montada en la base de acero, y el vástago acoplado a la maquina de ensayos de modo que la terminación afilada entre la base del bracket y la superficie vestibular de la pieza dentaria para ejercer una fuerza paralela a la superficie del diente en direccion inciso apical

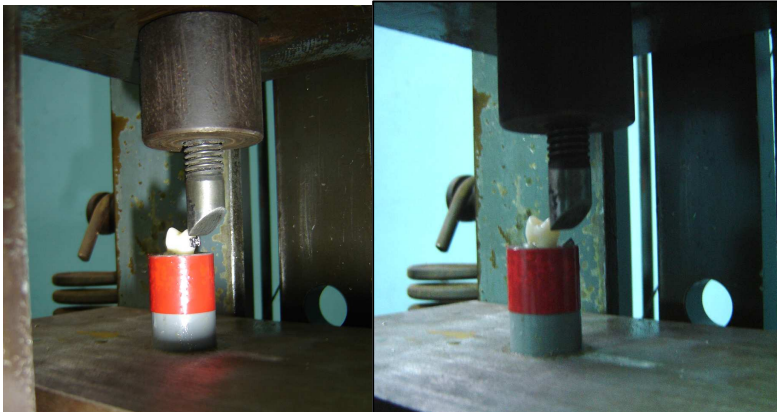


Fig. 46 Universidad donde se realizó la prueba de Mecanica de Resistencia al Cizallamiento

