

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONIO ORREGO**  
**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA**



**EFFECTO COMPARATIVO ENTRE EL FLÚOR GEL Y FLÚOR BARNIZ SOBRE LA  
FUERZA DE ADHESIÓN DE BRACKETS**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
CIRUJANO DENTISTA**

**AUTOR**

Bach. LAYZA VIDAL, JEFF KEVIN DAVID

**ASESOR**

Dr. WEYDER PORTOCARRERO REYES

**TRUJILLO – PERU**

**2015**

## **MIEMBROS DEL JURADO**

**PRESIDENTE:** Oscar Martin Del Castillo Huertas.

**SECRETARIO:** Marcos Jimmy Carruitero Honores.

**VOCAL:** Jorge Luis Huarcaya Lopez.

## DEDICATORIA

A mis padres y hermana, porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, porque en gran parte gracias a ustedes, hoy puedo ver alcanzada mi meta, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi carrera, y porque el orgullo que sienten por mí, fue lo que me hizo llegar hasta el final.

A mis amigos más cercanos  
que siempre supieron ayudarme  
y darme las fuerzas para continuar día a día.

## AGRADECIMIENTOS

A Dios.

*Por darme la sabiduría y fuerza para culminar esta etapa académica.*

A mi Asesor, Dr. Weyder Portocarrero Reyes.

*Por su guía, comprensión, paciencia, entrega y valiosos consejos a los largo del proceso de investigación.*

A la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de Trujillo *por permitirme usar los equipos para la realización de este estudio.*

Al Ing. Hernán Martín Alvarado Quintana, *jefe del departamento y laboratorio de ensayos mecánicos de la escuela profesional de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo, responsable de la ejecución de las pruebas de fuerza de adhesión, por su tiempo, dedicación y asesoramiento en la realización de mi proyecto de investigación.*

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar el efecto del flúor gel y el flúor barniz sobre la fuerza de adhesión de brackets.

El estudio estuvo constituido por 36 premolares humanas en buen estado y con no más de seis meses de haber sido extraídas que fueron conservadas en suero fisiológico hasta el momento de la ejecución; las cuales fueron seleccionadas a través de un método no probabilístico por conveniencia con asignación aleatoria. Estos 36 premolares fueron distribuidos en tres grupos de 12 piezas dentarias cada uno, de los cuales en el primer grupo se utilizó el flúor barniz®, y en el segundo grupo se utilizó flúor barniz y en el tercer grupo no se utilizó flúor. La fuerza de adhesión se evaluó en tres días secuencialmente, para las piezas dentarias de cada grupo y se ejecutó en una máquina de Ensayos Humbolt® para medir la fuerza de adhesión de cada bracket sobre las piezas dentarias fluorizadas. Los valores obtenidos se registraron en Newton (resistencia al cizallamiento) y posteriormente se realizó la conversión a megapascales (MPa). Para el análisis estadístico se empleó la prueba de diferencia de medias, utilizando la distribución de t- Student, con un nivel de significancia de 5% ( $p < 0,05\%$ ).

La prueba mostró que las piezas fluorizadas con barniz presentaron mayor fuerza de adhesión que en las que se utilizó flúor gel.

**PALABRAS CLAVES: Fuerza de adhesión, flúor.**

## ABSTRACT

The present study has the purpose to compare the effect of fluoride gel and fluoride varnish on the bond strength of brackets.

The study consisted of 36 human premolars in good condition with no more than six months have been taken that were preserved in saline at the time of execution; whom were selected through a non-probability method of convenience with random allocation. These 32 premolars were divided into three groups of 12 pieces teeth each; the first group used fluoride gel; the second group used fluoride varnish and the third without fluoride. The bond strength was evaluated in three days sequentially to the teeth of each group and executed in a Universal Testing Machine Humbolt® to measure the bond strength of each bracket on the teeth fluoridated. The values obtained are recorded in Newton (shear strength) and then converting to Megapascals (MPa) was performed. For statistical analysis, the mean difference test was employed, using the t -Student distribution, with a significance level of 5 % ( $p < 0.05\%$ ).

The test showed that fluoridated varnish parts have stronger bond strength than teeth with fluoride gel.

**KEY WORDS: Bond Strength, fluoride.**

## INDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	8
1. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	15
2. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN .....	15
II. DEL DISEÑO METODOLÓGICO .....	16
1. Material de estudio.....	16
2. Método, procedimiento e instrumento de recolección de datos ....	19
3. Análisis estadístico de la información .....	27
III. RESULTADOS.....	28
IV. DISCUSIÓN .....	33
V. CONCLUSIONES .....	36
VI. RECOMENDACIONES.....	36
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
ANEXOS .....	43

## I. INTRODUCCION

Uno de los grandes desafíos que ha tenido la ortodoncia es la constante búsqueda de sistemas que garanticen la permanencia de los brackets sujetos a los dientes, para que las fuerzas aplicadas se mantengan constantes y no se interrumpan por su decementación.<sup>1</sup>

La introducción de aparatos fijos tiene varias ventajas, tales como tiempos de tratamiento más cortos, movimientos precisos y más controlados de los dientes. Sin embargo, su llegada ha traído lesiones de mancha blanca del esmalte a la atención de Ortodoncia. Las bandas y la unión de aparatos de ortodoncia a los dientes aumentan el número de sitios de retención de placa y como resultado el mantenimiento de la higiene oral se vuelve más difícil.<sup>2</sup>

La adhesión es la unión íntima que sucede entre dos superficies de diferente naturaleza química, electrostática o de traba mecánica.<sup>3</sup> Tal es la importancia de la adhesión ya que en ella se basa la transmisión de fuerzas hacia los dientes y sus estructuras de soporte.<sup>4</sup>

Los tipos de adhesión son; mecánica donde interfieren factores físicos como poros y rugosidades que hacen interconexión y los materiales se traban entre sí. Química, en esta unión actúan fuerzas primarias como enlaces iónicos, covalentes, metálicos, etc. Física, en esta unión se forman enlaces entre átomos en la interface del adhesivo y el adherente. Híbrida es una unión de dos o más de las anteriores.<sup>5</sup>



A diferencia de la odontología restaurativa que busca fuerzas de adhesión lo más perenne posible, la adhesión en ortodoncia es concebida en un periodo de tiempo, ya que los aditamentos como brackets permanecen adheridos a los dientes mientras dure el tratamiento ortodóntico.<sup>6</sup>

Con la introducción de los primeros brackets cerámicos en 1986, se obtuvieron grandes beneficios estéticos, pero se presentó un problema; la fuerza de adhesión que proveían estos brackets al esmalte, era excesiva y en ocasiones provocaba fracturas durante su remoción. Con el tiempo se han creado mecanismos de retención mecánica en la base del brackets, que disminuyen las fuerzas de adhesión reduciendo así la posibilidad de daño al esmalte.<sup>7</sup>

La adhesión directa de la aparatología ortodóntica ha sido ampliamente aceptada en la práctica clínica. La técnica del grabado ácido del esmalte crea microporosidades dando como resultado una unión micromecánica, ofreciendo así la posibilidad de fijar aparatos higiénicos y estéticos.<sup>3</sup>

Como se mencionó, uno de los problemas que con mayor frecuencia debe abordar un clínico una ortodoncia es el fallo de la adhesión de un bracket. Este fallo en la adhesión se puede deber a la aplicación de fuerzas indeseables (cizalla, torsión, etc) por parte del paciente o una técnica de adhesión inapropiada, bien sea por no utilizar el adhesivo adecuado, no seguir las instrucciones dadas por el fabricante, o bien porque se produzca una contaminación del campo operatorio durante el

procedimiento adhesivo (por saliva, sangre o restos de ácido fosfórico o cualquier otro agente grabador).<sup>7,8</sup> Según Reynolds,<sup>9</sup> Los fallos de la adhesión, además de ser causados por la contaminación por humedad, son ocasionados por la aplicación sobre fijaciones ortodónticas de fuerzas mayores a las de adhesión.

Generalmente las causas tardías de la pérdida de brackets suelen ser traumatismos o la aplicación de fuerzas demasiado altas.<sup>10</sup>

Pueden además ocasionar fracasos en la adhesión: los dulces, jugos de fruta, bebidas carbonatadas; los juegos dietéticos bajan el pH bucal por debajo de 5.5 lo que daña los materiales adhesivos presentes en la cavidad oral.<sup>11</sup>

Debido al aumento de la dificultad en la eliminación de la placa bacteriana alrededor de los aparatos de ortodoncia, el tratamiento con fluoruro se usa comúnmente para ayudar a prevenir la desmineralización. Sin embargo, la protección efectiva con fluoruro requiere un cuidado adecuado del paciente.<sup>12</sup>

En la práctica de ortodoncia, se observan lesiones de manchas blancas con relativa frecuencia alrededor de los aparatos de ortodoncia, especialmente cuando la higiene oral es pobre. Lesiones de manchas blancas pueden ser evidentes en el plazo de 1 mes de haberse colocado los brackets, a pesar que la formación de la caries suele tardar al menos 6 meses.<sup>13</sup> Con una prevalencia entre 2-96 %, su presencia al final del tratamiento ortodóntico compromete los resultados estéticos del mismo.<sup>14</sup> La Prevención de desmineralización durante el tratamiento de ortodoncia es otro de los

desafíos que enfrentan los médicos, a pesar de modernos avances en la prevención de caries.<sup>13</sup>

Boyd,<sup>15</sup> reportó efectos positivos de las aplicaciones de fluoruro en el control de descalcificaciones durante el tratamiento ortodóntico. Sonis y Snell,<sup>3</sup> definen a la desmineralización como cualquier área delimitada de opacidad en el esmalte, localizada en la cara labial de la corona, mayor de 1mm de longitud o diámetro.

Otro factor causante de la desmineralización excesiva se debe fundamentalmente por el exceso de tiempo de grabado ácido o por utilizar ácidos muy fuertes o de concentración elevada.<sup>16</sup>

La caries dental temprana alrededor de los brackets que adhieren los aparatos ortodónticos a los dientes puede causar que aparezcan marcas blancas o pardas (lesiones blancas desmineralizadas [LBD]) en los dientes durante el tratamiento con aparatología fija. La acumulación de placa dental alrededor de estos brackets se asocia con un mayor riesgo de desmineralización rápida del esmalte de los dientes.<sup>17</sup> Lo que nos indica que la presencia de los aparatos ortodóntico dentro de la cavidad bucal transforman toda la ecología normal microbiana por un sistema más susceptible a afecciones.<sup>18</sup>

Se sabe que la incorporación de flúor en la estructura del esmalte como la fluorapatita puede resultar en la remineralización de pequeñas descalcificaciones o lesiones cariosas, pueden también reducir la formación de nuevas lesiones. Muchas investigaciones han demostrado que el tratamiento tópico, ya sea con preparaciones

neutras o acidificadas, resultan en la incorporación de fluoruro en el esmalte intacto. Otras investigaciones han demostrado que el grabado ácido del esmalte antes de aplicar fluoruro, aumenta la absorción del mismo.<sup>19</sup>

Un número de estudios indicó que el uso de fluoruros causa una disminución en la incidencia de caries, especialmente cuando los iones fluoruro están fácilmente disponibles en el entorno oral. Para ser específico, la presencia de fluoruro minimizará la pérdida iónica de la estructura del diente hasta que el pH de la placa disminuya a 4 o 5. En ese nivel, incluso la presencia de la concentración de fluoruro adecuado en el ambiente oral tendrá un efecto beneficioso mínimo en el proceso de remineralización.<sup>20</sup>

El mecanismo por el cual el fluoruro reduce la descalcificación y la caries ha demostrado también que aumenta la resistencia del esmalte a los ácidos, aumenta la tasa de maduración del esmalte e interfiere con el metabolismo de los microorganismos. La evidencia reciente muestra que el fluoruro puede facilitar la remineralización de lesiones de mancha blanca.<sup>21</sup>

Los adhesivos que liberaban fluoruro se desarrollaron para ayudar a prevenir descalcificación alrededor de los aparatos de ortodoncia. Los primeros intentos de incorporar fluoruro en materiales compuestos, resultaron sin embargo tener una baja adhesión *in vitro*. En un estudio *in vivo*, Underwood<sup>22</sup> encontró que el flúor no tenía efectos en los valores de la adhesión, pero sí reducía la formación temprana de lesiones cariosas. Es importante recomendar el uso regular de los productos que

contienen fluoruro, en geles y colutorios particulares, durante el curso del tratamiento de ortodoncia para ayudar a prevenir la caries dental.<sup>23</sup>

Por lo tanto, los agentes de adhesión que contengan flúor tienen el potencial de disminuir la descalcificación del esmalte. Se ha llegado a la conclusión que el flúor liberado por las resinas modificadas con ionómero de vidrio es mayor y más prolongado al compararlo con las resinas convencionales.<sup>6</sup> Las resinas para adhesión juegan un papel importante dentro del tratamiento ortodóntico, ya que es por medio de ésta que los brackets quedan unidos al diente mediante mecanismos que incluyen fenómenos de adhesión.<sup>11</sup>

Como antecedentes podemos considerar que varios investigadores<sup>18</sup> han demostrado que la aplicación tópica de fluoruro puede interferir con el efecto de grabado de ácido fosfórico en las superficies de esmalte, lo que resulta en la reducción de fuerza de adhesión de resinas dentales. En otros estudios, sin embargo, la aplicación tópica de fluoruro al esmalte superficies antes de grabado con ácido fosfórico no afectó negativamente el patrón de grabado en el esmalte, no afectó la fuerza adhesiva de la resina de unión.

Por otro lado, se encontró que el flúor barniz afecta significativamente la fuerza de adhesión de los brackets. Al comparar los valores de las fuerzas de resistencia al cizallamiento, se aprecia una reducción de los valores en las piezas pre tratadas con flúor. La disminución de la adhesión como consecuencia de la aplicación de flúor

barniz es significativa; sin embargo, los valores se encuentran dentro de los rangos adecuados para el trabajo clínico.<sup>24</sup>

Siendo entonces el fallo de la adhesión de un bracket a lo largo del tratamiento ortodóntico un problema para el odontólogo, en donde supone un cierto retraso en la evolución del mismo, ya que implica una nueva recolocación del bracket y suele interferir en la secuencia y evolución del tratamiento previsto.

Además de conllevar una importante pérdida de tiempo en el sillón que nos puede suponer un retraso en la consulta al tener que dedicarle más tiempo a ese paciente para volver a colocar el aditamento despegado; es por ello que la presente investigación tiene por propósito determinar “Efecto comparativo entre el flúor gel y flúor barniz sobre la fuerza de adhesión de brackets”.

## **1. Formulación del Problema.**

¿Cuál es el efecto comparativo entre el flúor gel y el flúor barniz sobre la fuerza de adhesión de los brackets?

## **2. Hipótesis.**

“El flúor gel presenta mayor fuerza de adhesión de los brackets que el flúor barniz” .

## **3. Objetivos.**

### **3.1 General.**

Comparar el efecto del flúor gel y el flúor barniz sobre la fuerza de adhesión de brackets.

### **3.2 Específicos.**

- Determinar el efecto del flúor gel en la fuerza de la adhesión de brackets.

- Determinar el efecto del flúor barniz en la fuerza de la adhesión de brackets.

## II. DEL DISEÑO METODOLÓGICO:

### 1. Material de estudio.

#### 1.1. Tipo de investigación

Según el período en que se capta la información	Según la evolución del fenómeno estudiado	Según la comparación de poblaciones	Según la interferencia investigador en el estudio
Prospectivo	Transversal	Comparativo	Experimental

#### 1.2 Área de estudio.

La presente investigación se desarrolló en el Laboratorio de Ensayos Mecánicos de la Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo - La Libertad.

#### 1.3 Definición de la población muestral.

##### 1.3.1 Características generales:

La población estará constituida por piezas dentarias recientemente extraídas (premolares) y que fueron conservados en frascos



estériles con suero fisiológico, hasta la fecha en que se realizará el estudio.

#### **1.3.1.1 Criterios de inclusión:**

- Premolar con la superficie vestibular de la corona sana.
- Premolar sin lesiones de caries.
- Premolar no tratada con ningún agente químico (alcohol, formaldehído o peróxido de hidrogeno)
- Premolar extraído por razones ortodónticos.
- Premolar extraído por razones periodontales.

#### **1.3.1.2 Criterios de exclusión:**

- Premolar con hipoplasia del esmalte o fluorosis.
- Premolar con abfracción o erosiones.
- Premolar fracturada.
- Premolar con restauración en vestibular.
- Premolar con malformaciones.
- Premolar con alteraciones en la anatomía coronal.

### **1.3.1.3 Criterio de eliminación:**

Premolar que sufra cierto deterioro durante la conservación y los procedimientos que no permitan su medición posterior.

## **1.3.2 Diseño estadístico del muestreo.**

### **1.3.2.1. Unidad de Análisis.**

Premolar con no más de 6 meses de haber sido extraídas y en buen estado y que cumplan con los criterios establecidos.

### **1.3.2.2. Unidad de Muestreo.**

Premolar con no más de 6 meses de haber sido extraídas y en buen estado y que cumplan con los criterios establecidos.

### **1.3.2.3 Tamaño Muestral.**

Para determinar el tamaño de muestra se emplearon datos de un estudio previo. Se empleó la fórmula para comparación de promedios:

$$n = \frac{(Z_{1-\alpha/2} + Z_{1-\beta})^2 * (S_1^2 + S_2^2)}{(X_1 - X_2)^2}$$

Alfa (Máximo error tipo I)	$\alpha =$	0.001
$1 - \alpha/2 =$ Nivel de Confianza a dos colas	$1 - \alpha/2 =$	1.000
$Z_{1-\alpha/2} =$ Valor tipificado	$Z_{1-\alpha/2} =$	3.291
Beta (Máximo error tipo II)	$\beta =$	0.200
$1 - \beta =$ Poder estadístico	$1 - \beta =$	0.800
$Z_{1-\beta} =$ Valor tipificado	$Z_{1-\beta} =$	0.842
Varianza del grupo sin fluor	$s_1^2 =$	136.9
Varianza del grupo con fluor	$s_2^2 =$	59.3
Diferencia propuesta	$x_1 - x_2 =$	17.3
Tamaño calculado de cada grupo	$n_1 =$	11.19
Tamaño mínimo de cada grupo	$n =$	12

### 1.3.3 Método de selección

Muestreo no probabilístico por conveniencia

## 2 Métodos, Técnicas e Instrumento de recolección de datos

### 2.1 Método

Observación.

## **2.2 Descripción del Procedimiento**

### **A. De la aprobación del proyecto:**

El primer paso para la realización del presente estudio de investigación fue la obtención del permiso para la ejecución, mediante la aprobación del proyecto por el Comité Permanente de Investigación Científica de la Escuela de Estomatología de la Universidad Privada Antenor Orrego con la correspondiente Resolución Decanal.

### **B. De la autorización para su ejecución:**

Una vez aprobado el proyecto, se solicitó el permiso para ejecutarlo en el Laboratorio de Ensayos Mecánicos de la Facultad de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo.

### **C. De la obtención de las piezas dentarias:**

Se dejó un frasco estéril con suero fisiológico en los módulos de clínica y consultorios particulares para recolectar premolares recién extraídas por motivos ortodónticos.

### **D. De la Preparación de la muestra**

Cada pieza dental se lavó con suero fisiológico. Se preparará una porción deacrílico y en fase líquida se verterá sobre las piezas dentarias, dejando las

coronas libres hasta 2mm por debajo del límite amelodementario. Por último, las piezas dentales preparadas se almacenaron en un frasco con suero fisiológico, a temperatura ambiente, antes de la colocación de brackets.

#### **E. Del acondicionamiento de la muestra.**

Las piezas dentales se dividieron en tres grupos.

Grupo A: Piezas dentales aplicadas con flúor barniz.

Grupo B: Piezas dentales aplicadas con flúor gel.

Grupo C: Piezas dentales sin flúor.

#### **Preparación de las piezas con flúor**

- Se lavó la superficie de cada pieza dental utilizando una escobilla Robinson y pasta profiláctica no fluorada. Luego se lavará profusamente con agua y se secará con aire a presión.

- En el grupo A se procedió a aplicar una fina capa de flúor barniz con la ayuda de un pincel de cerdas finas. Se dejó secar por espacio de tres minutos, antes de dejarlos reposar en un frasco con suero fisiológico.

- En el grupo B se procedió a aplicar una fina capa de flúor gel con ayuda de hisopos. Se dejó reposar por espacio de 3 minutos, antes de dejarlos en un frasco con suero fisiológico.

### **Preparación de las piezas control**

- En el grupo C se procedió a limpiar cada superficie dental utilizando una escobilla Robinson y pasta profiláctica no fluorada. Usando una jeringa triple, libre de aceite, se lavó profusamente con agua y se secará con aire. Luego se colocaron en un frasco con suero fisiológico. Luego se procedió con el pegado de brackets.

### **Pegado de brackets**

- La superficie de cada pieza se grabó con ácido ortofosfórico al 37% (Densell, Argentina) por 25 segundos. Luego se lavó profusamente con agua y se secó con aire a presión, libre de aceite.
- Con un portaminas se trazó el eje vertical de la corona sobre la superficie vestibular.
- Utilizando un posicionador de brackets (Morelli, Brasil) se trazó con un portaminas una línea horizontal sobre la superficie vestibular a 4mm de la cúspide, intersectando la línea anterior.
- Se aplicó una capa fina del agente cementante (Transbond TM XT 3M, EEUU), con la ayuda de un pincel de cerdas finas.
- Se colocó un poco de pasta adhesiva sobre la base del bracket, sujetado por una pinza porta-bracket.
- Luego se posicionó el bracket (Edgewise, EEUU) en el centro de las líneas trazadas.

- Se presionó y retiró los excesos del agente cementante con un explorador.
- Se procedió a fotocurar (Lampara Halógena LEDition, Ivoclar Vivadent Colombia) inmediatamente después de aplicar el adhesivo (One Coat Bond, Coltene Suiza), desde la superficie oclusal y proximal derecha de cada corona, por 40 segundos. Se realizó desde una sola dirección para uniformizar el procedimiento.
- Después se colocaron las piezas en frascos con suero fisiológico para evitar su deshidratación, a temperatura ambiente.

#### **F. De la prueba de microtensión:**

- Se realizó un agujero con una fresa redonda diamantada 1013 a 2 mm del borde cervical del diente y se introdujo un alambre de ortodoncia CrNi Morelli® 0.70 mm para luego adherirlo con acrílico transparente autopolimerizable.
- Se confeccionó una estructura en forma de cuadrado con alambre de ortodoncia CrNi Morelli® 0.70 mm de tal modo que quedó exacto alrededor del bracket para su posterior función.
- Se conformó unos soportes de acero “Brocas” unidas a un perno. Éstas se sometieron a un paralelizador para establecer que estos

soportes estén paralelos para realizar el montaje de las piezas dentarias en estas estructuras metálicas.

- Se montó cada estructura metálica en una máquina de Ensayos HUMBOLT®, es una máquina de tracción-fatiga, especialmente equipada para realizar ensayos mecánicos de fractura, de accionamiento hidráulico y control electrónico en programas especialmente elaborados para cada ensayo; se encuentra en el Laboratorio de Ingeniería de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo - La Libertad.
- La máquina se programó con una velocidad de 2,00 mm/min. y un rango de fuerza de carga de 0/500 N con una precisión de  $\pm 0,1$  N. Los datos obtenidos fueron registrados en la ficha antes diseñada (Anexo 1), se registró en Newton la fuerza a la cual los brackets se descementaron (resistencia al cizallamiento). Posteriormente se realizó la conversión a megapascales (MPa). Esta prueba fue ejecutada y supervisada por un Ingeniero (Anexo 2), jefe del departamento y laboratorio de ensayos mecánicos de la Facultad de Ingeniería de Materiales.. La prueba se realizó para toda la muestra en dos días secuencialmente, para las piezas dentarias de cada grupo.



### **G) Instrumento de Recolección de Datos**

Los datos obtenidos fueron registrados en una ficha prediseñada, la cual consignó la medida en Megapascuales (MPa) de la fuerza de adhesión obtenida en cada una de las piezas.

### 2.3 Variables:

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL (INDICADORES)	TIPO		ESCALA DE MEDICIÓN
			SEGÚN SU NATURALEZA	SEGÚN SU FUNCIÓN	
Fuerza de adhesión	La adhesión es la unión íntima que sucede entre dos superficies de diferente naturaleza química, electrostática o de traba mecánica. <sup>3</sup>	Se medirá mediante la prueba mecánica de cizallamiento en MPa.	Cuantitativa	Dependiente	De razón
Fluor	El flúor es un gas incluido en el grupo VII de la tabla periódica. Es de máxima importancia para la salud y bienestar del hombre. <sup>15</sup>	-Fluor Barniz -Fluor Gel	Cualitativa	Independiente	Nominal

### **3. Análisis estadístico de la información:**

Los datos recolectados fueron procesados de manera automatizada en el programa estadístico SPSS Statistics 22.0 (IBM, Armonk, NY, USA), para luego presentar los resultados en tablas y/o gráficos mostrando los resultados de acuerdo a los objetivos planteados. Se presentarán las medias, desviaciones estándar, valores mínimos, valores máximos, rango y mediana. La comparación de la fuerza de adhesión entre los grupos se realizó empleando la prueba de Kruskal-Wallis y para comparaciones 2 a 2 la prueba U de Mann-Whitney, esto debido al incumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas de los grupos. Se consideró un nivel de significancia del 5%.

### III. RESULTADOS

El presente estudio tuvo como objetivo comparar el efecto del flúor gel y el flúor barniz sobre la fuerza de adhesión de brackets. La muestra estuvo constituida por 36 premolares, dividida en tres grupos de 12 piezas dentarias cada uno, obteniéndose los siguientes resultados:

Al comparar los resultados del efecto del flúor gel y el flúor barniz, se observó que existen diferencias significativas entre ambos grupos (Tabla 1) (Grafico 1).

La fuerza de adhesión con el flúor gel es de 7.91 MPa, con una desviación estándar de 0.83. (Tabla 2) [Grafico 2].

La fuerza de adhesión con el flúor barniz es de 5.55 MPa, con una desviación estándar de 0.41 (Tabla 3) [Grafico 3].

**Tabla 1**

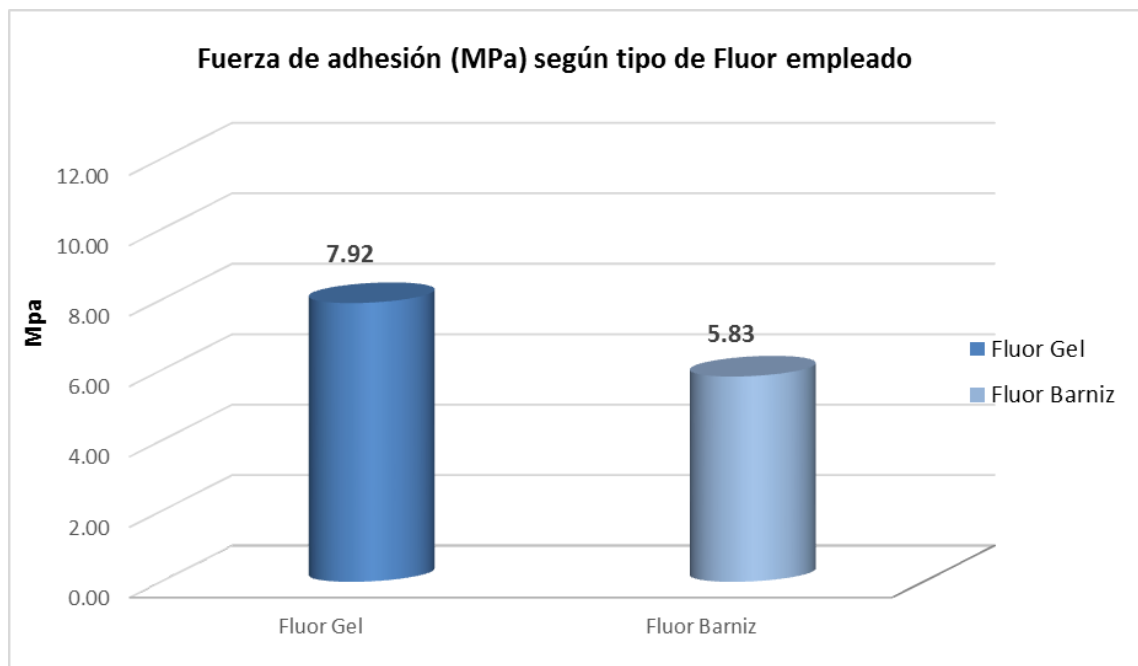
Comparación del efecto del flúor gel y el flúor barniz sobre la fuerza de adhesión de brackets.

Tipo de Fluor	Media	Me	DE	Mín	Máx	Rango	P*
Fluor Gel	7.91	7.92	0.83	6.66	9.16	222	< 0.05
Fluor Barniz	5.55	5.83	0.41	5.00	5.83	78	

\* U de Mann-Whitney; DE, desviación estándar; Me, mediana; Mín, valor mínimo; Máx, valor máximo.

**Gráfico 1**

Comparación del efecto del flúor gel y el flúor barniz sobre la fuerza de adhesión de brackets.



**Tabla 2**

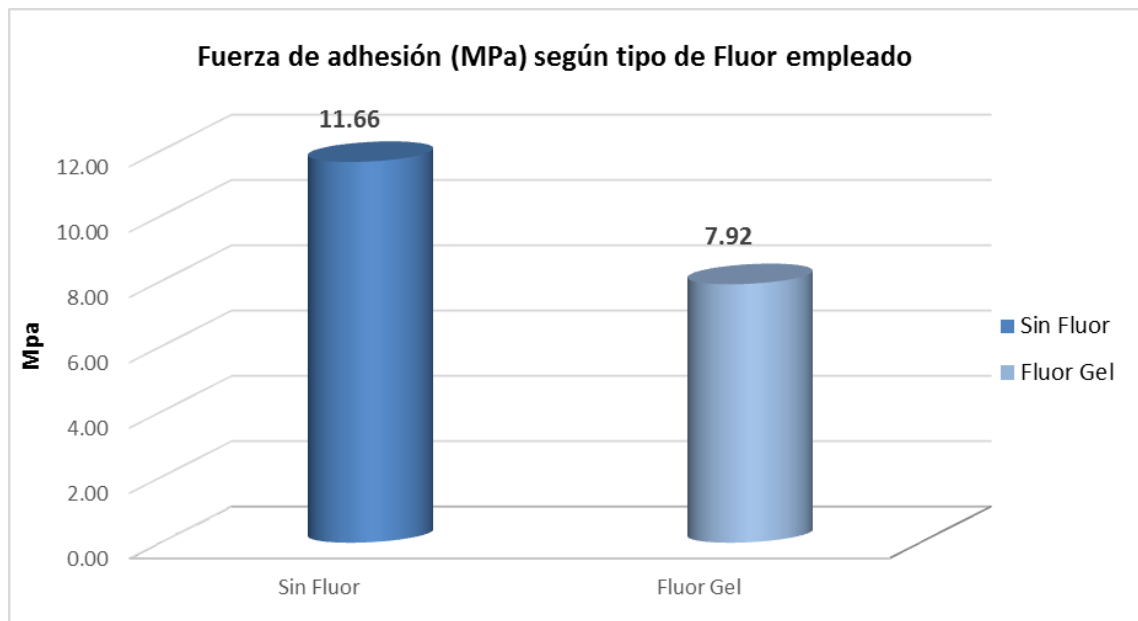
Efecto del flúor gel en la fuerza de la adhesión de brackets.

Tipo de Fluor	Media	Me	DE	Mín	Máx	Rango	P*
Sin fluor	10.83	11.66	1.12	8.33	11.66	218	< 0.05
Fluor Gel	7.91	7.92	0.83	6.66	9.16	82	

\* U de Mann-Whitney; DE, desviación estándar; Me, mediana; Mín, valor mínimo; Máx, valor máximo.

**Gráfico 2**

Efecto del flúor gel en la fuerza de la adhesión de brackets.



**Tabla 3**

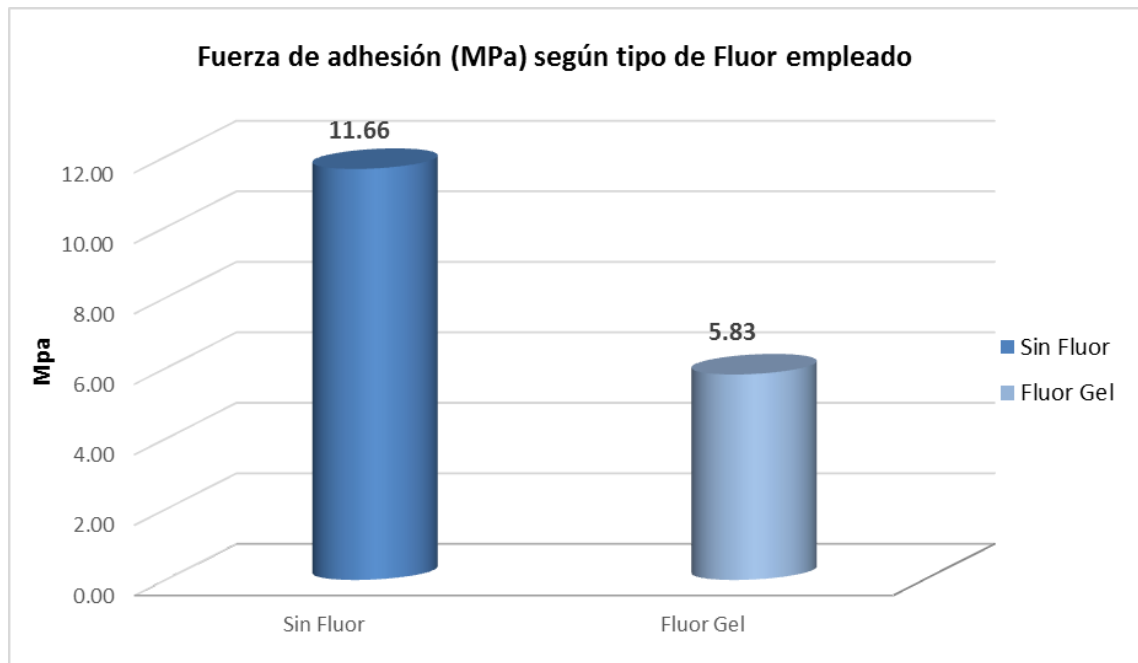
Efecto del flúor barniz en la fuerza de la adhesión de brackets.

Tipo de Fluor	Media	Me	DE	Mín	Máx	Rango	P*
Sin fluor	10.83	11.66	1.12	8.33	11.66	129	< 0.05
Fluor Barniz	5.55	5.83	0.41	5.00	5.83	78	

\* U de Mann-Whitney; DE, desviación estándar; Me, mediana; Mín, valor mínimo; Máx, valor máximo.

**Gráfico 3**

Efecto del flúor barniz en la fuerza de la adhesión de brackets.



**Tabla 4**

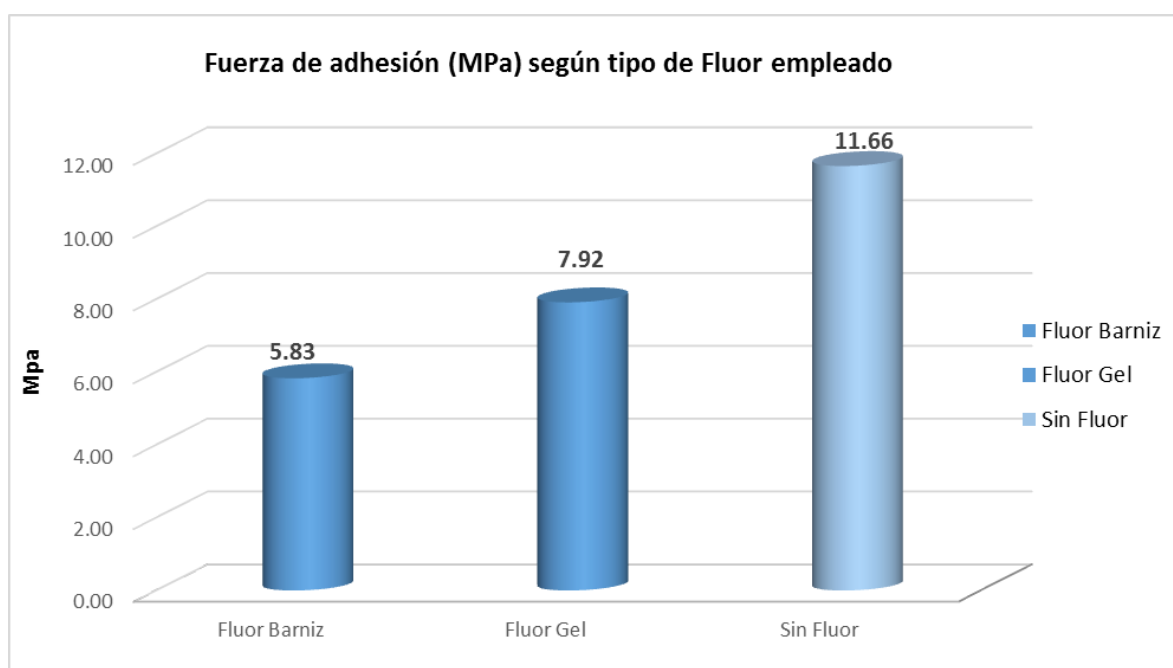
Comparación de todos los grupos sobre la fuerza de adhesión de brackets.

Tipo de Fluor	Media	Me	DE	Mín	Máx	Rango	P*
1. Sin fluor	5.55 <sup>2,3</sup>	5.83	0.41	5.00	5.83	78	
2. Fluor Barniz	7.91 <sup>1,3</sup>	7.92	0.83	6.66	9.16	222	< 0.05
3. Fluor Gel	10.83 <sup>1,2</sup>	11.66	1.12	8.33	11.66	129	

\* Kruskal Wallis; DE, desviación estándar; Me, mediana; Mín, valor mínimo; Máx, valor máximo. Los superíndices indican los números con las cuales difieren estadísticamente (U de Mann-Whitney  $p < 0.05$ ).

**Gráfico 4**

Comparación de todos los grupos sobre la fuerza de adhesión de brackets.





#### IV. DISCUSIÓN

Para esta investigación se seleccionaron premolares humanos sanos, debido a la morfología que presentan, caracterizada por su uniformidad, volumen, adecuada distancia mesodistal y gingivoclusal en la cara vestibular y menor cantidad de irregularidades del esmalte. Por esta razón, la utilización de estas piezas dentarias permite estandarizar el proceso de cementación de los brackets.<sup>25</sup>

Al comparar los resultados en las pruebas realizadas se observaron diferencias significativas. Estos resultados se relacionan con el pre tratamiento de las piezas antes de la cementación de los brackets. El efecto del flúor, en busca de mejorar las condiciones de la superficie del esmalte, disminuye la fuerza de adhesión de los brackets. Esta premisa se corrobora con estudios realizados por Gontijo<sup>26</sup> y Leólido<sup>27</sup> tras la aplicación de flúor tópico, ya sea al 5%<sup>26</sup> o con diferentes concentraciones<sup>27</sup>, donde la aplicación de flúor interfiere en el efecto del ácido ortofosfórico sobre el esmalte reduciendo la fuerza de adhesión, evita la formación de espículas cristalinas sobre la superficie del esmalte, que permiten la micro retención, al remover detritos y disminuir la tensión superficial. Sin embargo, se debe tener en cuenta el tiempo de aplicación y la concentración del ácido influyen en el patrón de grabado<sup>28</sup>. Además, los métodos de aplicación de flúor tópico antes del grabado, la incorporación de fluoruros en las soluciones ácidas de grabado, aplicación de fluoruros en superficies ya grabadas antes de la adhesión y la aplicación de flúor después de la adhesión; siguen siendo una controversia.<sup>29</sup>

El análisis de la resistencia de las piezas control y de las acondicionadas se registró en Kg/F (kilogramo/fuerza) y MPa (Mega Pascales). En esta última se tomó en cuenta el

área de la base del bracket ( $12\text{mm}^2$ ) que está en íntimo contacto con el agente cementante, lo que permite registrar la verdadera fuerza de adhesión.

En este estudio se encontró que la fuerza de adhesión promedio de las piezas previamente tratadas con barniz fluorado fue de 5.55 MPa. Este valor es aceptable dentro del rango determinado por Reynolds<sup>30</sup>, 5.0 a 7.8MPa. Además se estima que los materiales de adhesión pueden resistir una fuerza mínima de 8.0 Mpa, considerada como adecuado para un uso ortodóntico. En investigaciones previa de Leolido<sup>27</sup>, afirman que los valores excesivos de adhesión pueden dañar la integridad de la superficie del esmalte; por ello menciona que los valores mayores a 14 MPa pueden causar daños irreversible a estructura adamantina en el momento de su remoción, al culminar el tratamiento ortodóntico.

Por ser un diseño de estudio in vitro, no se tiene en cuenta el uso de aparatología adicional en ortodoncia (alambres, elásticos o resortes) que usualmente se usa en un tratamiento de ortodoncia. Los aditamentos pueden modificar la resistencia de la fuerza de adhesión del cemento y la falla puede producirse por los diferentes tipos de vectores fuerza que generan estos aditamentos.<sup>28</sup>

Para llevar a cabo la prueba mecánica en la máquina universal de ensayos Humbolt®, los brackets se descementaron aplicando a cada uno una fuerza en dirección oclusogingival a una velocidad de 2,00 mm/min. Lo cual concuerda con lo utilizado por Kawasaki M. y colaboradores.<sup>25</sup> Otras investigaciones han empleado 1 mm/mm<sup>31</sup>. Esta es una variable importante para tener en cuenta en el momento de interpretar y comparar los datos obtenidos, ya que la velocidad de aplicación de la fuerza influye en la fuerza de adhesión.

Para analizar la resistencia adhesiva de los materiales cementantes en ortodoncia, se han empleado diferentes unidades de medida. Investigaciones previas<sup>31</sup> han reportado sus resultados en kg/fuerza. En esta investigación se convirtieron los resultados a MPa, puesto que al tener en cuenta el área superficie de la base del bracket que está en íntimo contacto con el agente cementante, esta variable es controlada, lo que permite determinar la verdadera fuerza de adhesión.

Por último, reconociendo la eficiencia del flúor en la remineralización de las manchas blancas<sup>26</sup> y considerando los resultados este estudio, se sugiere el uso de flúor (24 horas antes del pegado de brackets, ya que el promedio de las fuerzas resistencia en la adhesión de los brackets están dentro del rango de los valores clínicos aceptables para un tratamiento de ortodoncia.<sup>30</sup> Sin embargo, para incluir este procedimiento como norma dentro un protocolo ortodoncia, se necesita realizar más estudios al respecto.

## **V. CONCLUSIONES**

- La fuerza de adhesión del flúor gel es de 7.91 MPa.
- La fuerza de adhesión del flúor barniz es de 5.55 MPa.
- La disminución de la adhesión como consecuencia de la aplicación del flúor barniz y flúor gel es significativa; sin embargo, los valores se encuentran dentro de los rangos adecuados para el trabajo clínico.

## **VI. RECOMENDACIONES**

- Realizar un estudio *in vitro* donde se compare la fuerza de adhesión utilizando el ácido de grabado con diferentes tiempos y concentraciones.
- Evaluar la fuerza adhesiva de las piezas para determinar las diferencias de los sistemas de grabado.
- Realizar estudios donde se mida y compare las fuerzas de adhesión frente a la resistencia a la tracción, con el mismo u otros sistemas adhesivos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Caballero AM, Bincos CA, Fernández JA, Rivera JR, Tanaka EM. Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina para ortodoncia. Univ. Odontol. 2011 Jul-Dic;30(65):31-39.
2. Mishra S. Comparative Evaluation of Shear Bond Strength of Orthodontic Brackets on Pretreatment with CPPACP, Fluor Protector and Phosflur: An In-vitro Study. JCDR. 2014; 8(5):ZC01-ZC05.
3. Esther SF, Marco AE, Ana Lucía RJ 1, Guillermo FR, Beatriz E. Fuerza de adhesión directa de dos materiales para combinaciones dentales metal-cerámica. Tecnol. Ciencia Ed. (IMIQ).2007;22(2):94-100.
4. Sigüencia V, García A, Bravo E. Estudio in vitro de la resistencia a la tracción de tres tipos de resinas fotopolimerizables para ortodoncia, en brackets metálicos a esmalte dental humano; Rev Lat Ortod Odont. 2014. Disponible en: URL: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2014/art10.asp>. Consultado Abril 9, 2015.
5. Sigüencia V, Gonzales G, Bravo E. Evaluación del esmalte dentario después de remover la resina residual posterior al descementado de brackets a través de dos tipos de sistemas; Rev Lat Ortod Odont. 2014. Disponible en: URL:

- <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2014/art8.asp>. Consultado Abril 9, 2015.
6. Luque JH, Pérez LF, Carhuamaca GJ, Coronado MA. Fuerza de adhesión de brackets reacondicionados con diferentes técnicas adheridos repetidas veces en la misma superficie del esmalte, *Odontol. Sanmarquina* 2008;11(2):60-65.
  7. Avalos I, Katagiri M, Guerrero J. Estudio comparativo de la fuerza de adhesión de brackets policristalinos de adhesión química y monocristalinos de adhesión mecánica. *Rev Odont Mex.* 2004 Ene-jun;8(1-2):7-9.
  8. Nicolás A. Estudio in vitro de diferentes métodos de acondicionamiento del esmalte en el recementado de brackets, [Tesis]. Murcia. Universidad de Murcia; 2010.
  9. Garcidueñas A, Vargas M. Comparación de dos técnicas de reacondicionado de brackets metálico mediante el índice de resina modificado. *Rev Lat Ortod Odont.* 2008. Disponible en: URL: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2008/art18.asp>. Consultado Abril 8, 2015.
  10. González-Costa V. Estudio comparativo in vitro de la eficacia en la adhesión de brackets a esmalte con adhesivos liberadores y no liberadores de flúor, [Tesis], Madrid: Universidad Complutense de Madrid; 2013.

11. Castillejos L, Sáez G, Alvarez C, Guadalupe M. Resistencia al desprendimiento de brackets adheridos con resinas en contacto con una bebida alcohólica. Rev. Mex Ortod. 2014 julio-setiembre; 2(3): 170-173.
12. Tarvade SM, Deshmukh AA, Daokar SG. Evaluation of Bond Strength: An In vitro Study using Pro Seal. JIOH. 2014;6(4):1-3.
13. Da Silva T, Melo M, Lacerda R, Andrade N, Correa A, Cople L. Influence of topical fluoride application on mechanical properties of orthodontic bonding materials under pH cycling. Angle Orthod. 2012;82(6):52-58.
14. Villareal L, Barrera J, Arauz A, Arciniegas G. Evaluación de la efectividad del flúor acidulado 5000 ppm y caseína al 10% en el control de la progresión de lesiones de caries en el esmalte alrededor del bracket. Estudio Clínico. Rev Lat Ortod y Odont. 2011. Disponible en: URL: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2011/art15.asp>. Consultado abril 8, 2015.
15. Arnold M. Geiger. Fluoride applications to control descalcification. Angle Orthod. 1994;64(2):90-96.
16. Esteban I. Fracasos de la adhesión. Av Odontoest. 2005 Mar-abr. 21(2): 63-69.
17. Benson PE, Parkin N, Dyer F., Millett D, Furness S, Germain P. Fluor para la prevención de la caries dental temprana (lesiones blanca desmineralizadas)

- durante el tratamiento con aparatología fija. 2013. [5 pantallas]. Disponible en:  
URL: <http://www.cochrane.org/es/CD003809/fluor-para-la-prevencion-de-la-caries-dental-temprana-lesiones-blancas-desmineralizadas-durante-el-tratamiento-con-aparatologia-fija>. Consultado abril 7, 2015.
18. Jena A, Duggal R. Lesiones del esmalte en ortodoncia. 2006. [23 pantallas].  
Disponible en: URL: <http://orthocj.com/2006/06/lesiones-del-esmalte-en-ortodoncia/>. Consultado abril 7, 2015.
19. Cajander K, Uhland R, Ophaug R, Sather A. Topical Fluoride in Orthodontic bonding. *Angle Orthod.* 1987 Jan;62(2):70-76.
20. Soliman M, Bishara S, Wefel J, Heilman J, Warren J. Fluoride Release Rate from an orthodontic sealant and its clinical implications. *Angle Orthod.* 2006;76(2):72-79.
21. Wei Nan. Wang, Der Horng. Sheen. The effect of pretreatment with fluoride on the tensile strength of orthodontic bonding. *Angle Orthod.* 1991;61(1):31-34.
22. Stephanie E.S., Frederick A.R., Gary M.W. Effect of resin cure mode and fluoride content on bracket debonding. *Angle Orthod.* 1999;69(3):282-287.
23. Heravi F, Moayed MH, Mokhber N. Effect of Fluoride on Nickel-Titanium and Stainless Steel Orthodontic Archwires: An In-Vitro Study. *Dent J. (Tehran, Iran).* 2015;12(1):49-59.



24. Chavez K. Efecto del flúor tópico en la adhesión de brackets. [Tesis]. Lima-Peru. Universidad Cayetano Heredia. 2013.
25. Kawasaki M, Hayakawa T, Takizawa T, Sirirungrojying S, Saitoh K, Kasai K. Assessing the performance of a methyl methacrylate-based resin cement with self-etching primer for bonding orthodontic brackets. *Angle Orthod.* 2003; 73(6):702-9.
26. Gontijo L, Cruz R, Bandao P. Dental enamel around fixed orthodontic appliances after fluoride varnish application. *Braz Dent J.* 2007;18(1):49-53.
27. Leólido G, Fernández H, Tonetto, M, Presoto C, Bandéca M. Effect of fluoride solutions on the shear bond strength of orthodontics brackets. *Braz. Dent. J. Ribeirão Preto*, 2012;23(6):698-702.
28. Caballero A, Bincos C, Fernández J, Rivera J, Tanaka T. Comparación de la fuerza de adhesión y el tipo de falla entre dos cementos de resina de ortodoncia. *Univ Odontol.* 2011 jul-dic;30(65):31-39.
29. Tabrizi A. Cakirer B. A comparative evaluation of casein phosphopeptideamorphous calcium phosphate and fluoride on the shear bond strength of orthodontic brackets. *European Journal of orthodontics.* 2011; 33: 282-287.

30. El Bokle D, Munir H. An in vitro study of the effect of pro seal varnish on the shear bond strength of orthodontic brackets. *World J Orthod* 2008; 9:141-146.
31. Londoño A, Pulido C, Sanabria X. Comparación de la fuerza adhesiva y tipo de falla de brackets cementados con resina restauradora Z100 vs resina de ortodoncia Transbond XT [Tesis]. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada-Fundación;2006.

# ANEXOS

## ANEXO 1

### LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES

#### RESISTENCIA ADHESIVA CON FLUOR GEL

GRUPO N° 1 FLUOR GEL		
MUESTRAS	FUERZA [N]	ESFUERZO [MPa]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
<b>MEDIA</b>		

## ANEXO 1

### LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES

#### RESISTENCIA ADHESIVA CON FLUOR BARNIZ

GRUPO N° 2 FLUOR BARNIZ		
MUESTRAS	FUERZA [N]	ESFUERZO [MPa]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
<b>MEDIA</b>		

## ANEXO 1

### LABORATORIO DE INGENIERÍA DE MATERIALES

#### RESISTENCIA ADHESIVA SIN FLUOR

GRUPO N° 3 CONTROL		
MUESTRAS	FUERZA [N]	ESFUERZO [MPa]
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
<b>MEDIA</b>		

## **ANEXO 2**

### **CONSTANCIA DE DISPONIBILIDAD PARA LA EJECUCION Y SUPERVISIÓN**

Yo, Ing. Hernán Martín Alvarado Quintana, jefe del departamento y laboratorio de ensayos mecánicos de la escuela profesional de Ingeniería de Materiales de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo, hago CONSTATAR que en el mes de Julio del año 2015 realizaré la supervisión y ejecución del Proyecto de Tesis titulado “Fuerza de Adhesión *in vitro* de brackets cementados con resina de uso ortodóntico y de uso en operatoria dental” con el alumno Jeff Kevin David Layza Vidal identificado con ID. N° 000077335.

Se expide el presente para los fines convenientes.

Trujillo, 15 de Julio del 2015

---

Ing. Hernán Martín Alvarado Quintana

### ANEXO 3





