



FACULTAD DE POSGRADOS

ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA DE UNIÓN DE BRACKETS A LA  
SUPERFICIE DENTAL EN DIENTES CON FLUOROSIS DENTAL, VARIANDO  
LAS TÉCNICAS DE CONDICIONAMIENTO ÁCIDO

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos  
establecidos para optar por el título de Especialista en Ortodoncia

Profesor Guía

Dra. Karol Francielene Tatés Almeida

Autora

Mariana de Jesús Huilcapi Moreira

Año

2018

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido este trabajo, **Estudio in vitro de la resistencia de unión de brackets a la superficie dental en dientes con fluorosis dental, variando las técnicas de condicionamiento ácido**, a través de reuniones periódicas con la estudiante, **Mariana de Jesús Huilcapi Moreira en el semestre 2018-1**, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.

---

Dra. Karol Francielene Tatés Almeida

Ortodoncia

C.I. 040097204-8

## DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, **Estudio in vitro de la resistencia de unión de brackets a la superficie dental en dientes con fluorosis dental, variando las técnicas de condicionamiento ácido**, de la estudiante **Mariana de Jesús Huilcapi Moreira, en el semestre 2018-1**, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

---

Dra. Verónica Fernanda Caisa Huaca  
Ortodoncista  
C.I. 1717049728

## **DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE**

Yo, Dra. Mariana Huilcapi, declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.

---

Mariana de Jesús Huilcapi Moreira  
C.C. 1500544497

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por la bondad al brindarme la vida y salud para poder continuar y aprovechar cada día de la vida. Mis agradecimientos a mis docentes por haberme guiado día a día en el desarrollo y desenvolvimiento de mi Especialidad de Ortodoncia, que es mi pasión de igual forma agradezco a mi tutora Dra. Karol Tatés por su gran aporte y ayuda para obtener el mejor resultado en esta investigación. A mi familia por apoyarme en esta trayectoria siempre confiando en mi empeño. Un agradecimiento especial a la Universidad Estadual de Ponta Grossa (UEPG) por facilitarme los instrumentos que permitieron llevar a cabo esta investigación y a la Dra. Ana Armas por todo su apoyo.

## **DEDICATORIA**

Con todo mi amor dedico este trabajo a mis hijas , Valentina , Victoria , Diego mi esposo, Mónica Bonilla mi suegra quienes no dejaron ni un solo momento que me desanime y pierda la inspiración durante todo este arduo proyecto , a ustedes que son mi fortaleza todo mi amor, dedico este trabajo.

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la influencia en la resistencia adhesiva, de la aplicación de hipoclorito de sodio al 5,25% durante un minuto, óxido de aluminio como procedimiento micro abrasivo y la aplicación únicamente de ácido fosfórico sobre la superficie adamantina intacta, afectada por fluorosis dental durante la cementación de brackets, complementado por observación al Microscopio de Barrido (MEB).

**Materiales y métodos:** se plantea un estudio experimental en una muestra de 42 dientes premolares humanos: 21 dientes con ausencia de signos de fluorosis y 21 con fluorosis en grado 2 según el índice Thylstrup y Fejerskov modificado (TFI), sometidos a tres tratamientos experimentales, los mismos que una vez separados en grupos (n:7) recibieron la aplicación de hipoclorito de sodio al 5.25% por un minuto, óxido de aluminio de 27 micras, aplicados previo al acondicionamiento ácido y únicamente la aplicación de ácido fosfórico al 37% seguido por el empleo de Orthocem como sistema cementante de brackets. Una muestra adicional de 7 dientes sanos considerada como control, recibió la aplicación del sistema Transbond XT de forma convencional. Tras la cementación del bracket sobre la superficie de esmalte se realizó las pruebas mecánicas de cizallamiento para obtener los valores de resistencia adhesiva de los tratamientos ejecutados, estos valores obtenidos en Newtons fueron convertidos en MPa. Tras la fractura se analizó todas las muestras para determinar el índice de remanente adhesivo (ARI) y se escogió una al azar por cada grupo para ser observada en el MEB en donde se obtuvo microfotografías.

**Resultados:** Los valores de resistencia adhesiva se analizaron estadísticamente mediante SPSS, a través de la prueba de ANOVA con post hoc Tukey y Chi cuadrado, en la que se evidenció diferencia significativa entre dientes con y sin fluorosis; donde el tratamiento de óxido de aluminio sobre dientes con fluorosis permitió mayores valores de resistencia adhesiva ( $p=0.042$ ). El análisis de ARI establecido por observaciones al MEB mostraron que la aplicación de óxido de aluminio provoca daño al esmalte dental. **Conclusiones:** Se observa diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos ejecutados considerando dientes con y sin fluorosis. La resistencia adhesiva aumenta en un diente con fluorosis con la aplicación de óxido de aluminio en relación con los demás tratamientos.

**Palabras clave:** resistencia adhesiva, adhesivos, esmalte, fluorosis, óxido de aluminio, microscopio electrónico de barrido

## ABSTRACT

**Objective:** Determine the influence on adhesive strength of the application of sodium hypochlorite at 5.25% for one minute, aluminum oxide as a micro-abrasive process and the phosphoric acid alone application on the intact adamantine surface affected by dental fluorosis, during the brackets cementation, Complemented by observation to the Scanning Microscope (SEM). **Materials and methods:** an experimental study was proposed in a sample of 42 human premolar teeth: 21 teeth with absence of fluorosis signs and 21 with fluorosis in grade 2 according to Thylstrup and Fejerskov modified index (TFI), subjected to three experimental treatments, the same separated into groups (n: 7) received the application of sodium hypochlorite at 5.25% for one minute, 27 micron aluminum oxide applied prior to acid treatment and only the application of acid Phosphoric to 37% followed by Orthocem cement bracket system. An additional sample of 7 healthy teeth considered as control received the conventional application of Transbond XT system. After the bracket on enamel surface cementation, mechanical shear tests were carried out to obtain the adhesive resistance, these values obtained in Newtons were converted into MPa. After the fracture all the samples were analyzed to determine the adhesive remnant index (ARI) and one for group was chosen to be observed in the MEB obtained microphotographs. Results: Adhesive resistance values were analyzed statistically by SPSS, through the ANOVA test with post hoc Tukey and Chi square, report significant difference between teeth with and without fluorosis, the treatment of aluminum oxide on teeth with fluorosis allowed higher values of adhesion resistance ( $p = 0.042$ ). The ARI analysis established by MEB showed that the application of aluminum oxide causes damage to tooth enamel. **Conclusions:** Statistically significant difference was observed between treatments performed on teeth with and without fluorosis. The adhesive strength increases in fluorosis tooth with the application of aluminum oxide in relation to other treatments.

**Keywords:** shear bond strength, adhesives, enamel, fluorosis, aluminum oxide, scanning electron microscope.



# ÍNDICE

|  |    |
|--|----|
| 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....                             | 1  |
| 1.1. Planteamiento del problema.....                         | 3  |
| 1.2. Justificación.....                                      | 4  |
| 1.3. Objetivos de la investigación.....                      | 5  |
| 1.3.1 Objetivo general.....                                  | 5  |
| 1.3.2 Objetivos específicos.....                             | 5  |
| 1.4. Hipótesis.....  | 6  |
| 1.4.1 Hipótesis de la investigación [H1].....                | 6  |
| 1.4.2 Hipotesis Nula [H01].....                              | 6  |
| 2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....                           | 6  |
| 2.1 Esmalte.....   | 6  |
| 2.2 Fluorosis.....   | 7  |
| 2.3 Adhesivos en la cementación de brackets.....             | 9  |
| 2.4 Microabrasión.....                                       | 13 |
| 3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS.....                   | 15 |
| 3.1 Diseño de investigación.....                             | 15 |
| 3.2 Universo y muestra.....                                  | 15 |
| 3.2.1 Criterios de inclusión.....                            | 16 |
| 3.2.2 Criterios de exclusión.....                            | 16 |
| 3.3 Operacionalización de variables.....                     | 17 |
| 3.4 Estandarización.....                                     | 17 |
| 3.5 Procedimientos.....                                      | 18 |
| 3.5.1 Almacenamiento de las muestras.....                    | 18 |
| 3.5.2 Selección de los dientes.....                          | 19 |
| 3.5.3 Preparacion de las muestras para el cizallamiento..... | 30 |
| 3.5.4 Pruebas de resistencia adhesiva.....                   | 32 |
| 3.5.5 Análisis al microscópio electrónico de barrido.....    | 34 |
| 3.5.6 Manejo y método de recolección de datos.....           | 35 |
| 3.5.7 Analisis estadísticos.....                             | 36 |
| 3.5.8 Delimitación espacial y temporal.....                  | 36 |
| 3.5.9 Limitaciones de la investigación.....                  | 36 |

|   |           |
|---|-----------|
| 3.5.10 Aspectos bioéticos .....                         | 36        |
| <b>4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>                 | <b>37</b> |
| 4.1 Análisis al microscópio electrónico de barrido..... | 44        |
| <b>5. CAPÍTULO V. DISCUSIÓN .....</b>                   | <b>50</b> |
| <b>6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>          | <b>54</b> |
| 6.1. Conclusiones .....                                 | 54        |
| 6.2. Recomendaciones.....                               | 54        |
| <b>REFERENCIAS .....</b>                                | <b>56</b> |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1. Almacenamiento de dientes bajo refrigeración en medio húmedo.....  | 18 |
| Figura 2. Secuencia de limpieza de las superficies dentales.....   | 19 |
| Figura 3. Análisis y selección de dientes que conformaron el estudio. ....   | 19 |
| Figura 4. Secuencia de proceso ejecutado en grupo 1.....   | 21 |
| Figura 5. Medición de intensidad de lámpara .....  | 22 |
| Figura 6. Secuencia de colocación de sistema cementante Orthocem,<br>fotopolimerizando en la cementación del bracket. ....   | 23 |
| Figura 7. Secuencia de cementación de bracket grupo 3.....   | 24 |
| Figura 8. Secuencia de cementación de bracket según grupo 4 .....  | 25 |
| Figura 9. Secuencia de cementación de bracket en grupo 5 .....   | 27 |
| Figura 10. Secuencia de cementación de brackets grupo 6 .....  | 28 |
| Figura 11. Proceso de cementación con la aplicación de Óxido de<br>aluminio de 27 micras sobre la superficie dental según<br>descrito grupo 7.....   | 30 |
| Figura 12. Proceso de inclusión de cada diente en tubos PVC. ....  | 31 |
| Figura 13. Máquina de ensayos mecánicos Instron Universal empleada<br>nótese la colocación de la cuchilla en la unión esmalte bracket. ....  | 32 |
| Figura 14. Acoplamiento del conjunto diente y bracket cementado en<br>máquina de ensayos mecánicos, cuchilla posicionada en unión<br>esmalte bracket previo a ser sometida a la fuerza. .... | 33 |
| Figura 15. Separación del fragmento dental mediante máquina<br>recortadora para observación al MEB.....  | 34 |
| Figura 16. Separación del fragmento dental mediante máquina recortadora<br>para observación al MEB. ....   | 35 |
| Figura 17. Diagrama de caja y bigote, por tratamiento y cemento utilizados<br>según el tipo de diente. ....  | 38 |
| Figura 18. Diagrama de caja y bigote, por tratamiento y cemento utilizados<br>según el tipo de diente. ....  | 41 |
| Figura 19. Fotomicrografía de muestra perteneciente al grupo control diente<br>sano con ácido y Transbond XT. ....   | 45 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 20. Fotomicrografía correspondiente a muestra de grupo diente con fluorosis más ácido más Orthocem. ....  | 46 |
| Figura 21. Fotomicrografía de muestra correspondiente a diente sano más hipoclorito de sodio previo a la aplicación de ácido fosfórico y Orthocem..... | 47 |
| Figura 22. Fotomicrografía de muestra de diente afectado por fluorosis donde fue aplicado hipoclorito, ácido y Orthocem. ....                          | 47 |
| Figura 23. Fotomicrografía de muestra perteneciente al grupo conformado por diente con fluorosis que recibió arenado, ácido fosfórico y Orthocem. .... | 48 |
| Figura 24. Fotomicrografía perteneciente al grupo conformado por diente sano que recibió arenado, ácido fosfático y Orthocem. ....                     | 49 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|   |    |
|---|----|
| Tabla 1. Operacionalización de variables .....  | 17 |
| Tabla 2. Datos obtenidos de resistencia adhesiva según los grupos.....  | 37 |
| Tabla 3. Datos descriptivos por tratamiento y cemento utilizados según<br>el tipo de diente. ....               | 39 |
| Tabla 4. Comparaciones del grupo ácido en dientes sanos versus los<br>otros grupos.....                         | 40 |
| Tabla 5. Tipo de fractura por tratamiento ejecutado. ....   | 40 |
| Tabla 6. Datos descriptivos por tratamiento y cemento utilizados según<br>el tipo de diente. ....               | 42 |
| Tabla 7. Comparaciones del grupo ácido con Transbond XT versus los<br>otros grupos de tratamiento. ....         | 43 |
| Tabla 8. Análisis de Dunnett considerando los tratamientos y los tipos<br>de dientes con el grupo control. .... | 43 |

## 1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Los materiales adhesivos en los últimos años han alcanzado un éxito irrefutable relacionado con la estructura dental y un gran número de variables.

El reporte epidemiológico de salud bucal realizado por el Ministerio de Salud Pública del Ecuador señala la elevada presencia de fluorosis dental en ciertas regiones del país, guardando relación a las altas concentraciones del ión flúor presente en las aguas de abastecimiento, manifestadas clínicamente como manchas opacas y blanquecinas de distribución irregular sobre la superficie dental cuando el grado es ligero, hasta manchas color café acompañadas de irregularidades que afectan la superficie y dureza del esmalte cuando la lesión es grave, dando apariencia de zonas abrasionadas en el esmalte, microscópicamente apreciables como espículas y cristales sueltos con áreas vacías de 20 a 100 micrómetros de profundidad, que dan la apariencia de una superficie formada por prismas completamente carentes de sustancia interprismática, cuya intensidad depende de las concentraciones de flúor ingerido y del tiempo de exposición a este mineral. (Dos Santos, Malta, de Marsillac, de Oliveira, 2016, pp. 414-418)

Estas alteraciones en la estructura adamantina se manifiestan como una hipoplasia o hipo maduración del esmalte que incluso pueden abarcar dentina, produciendo alteración estética, interferencia en los procesos adhesivos y por tanto en la cementación del brackets, interfiriendo en dientes afectados con fluorosis como paso previo a la descalcificación del esmalte con ácido fosfórico, la ejecución de procedimientos de la micro abrasión buscando con su ejecución retirar la superficie del esmalte hipo calcificado, las rugosidades y espacios adamantinos generalmente ocupados por detritus de materia orgánica y cúmulos de placa bacteriana (Hamdane, et al., 2001, pp. 600-609).

Otra alternativa, constituye la preparación de la superficie adamantina con aire abrasivo a base de óxido de aluminio, son máquinas empleadas para la

preparación cinética de cavidades, que presentan desempeño satisfactorio en odontología infantil con características, indicaciones y limitaciones específicas que a criterio de los autores requieren ser respetadas (Ran, et al., 2017 pp. 968-980)

Esta energía cinética producida por el aire abrasivo sobre la superficie dental en unión con el condicionamiento ácido habitual, mejora en los procesos adhesivos de los materiales dentales resinosos (Bamboi, et al., 2010, pp. 1204-1208)

El empleo de aparatos que emiten partículas de óxido de aluminio por medio de aire comprimido fue autorizado por la Food and Drug Administration (FDA) (Hassan, et al., 2017, pp. 23-27), como procedimiento que busca la preservación del tejido dentario, al expulsar partículas de óxido de aluminio de 27 y 50 micras de grosor a una velocidad alta a distintas presiones y velocidades hacia el diente a tratar (Subaşı, Alp. 2017, pp. 364-370).

El aumentar el tiempo de acondicionamiento con ácido fosfórico se ha observado como la estrategia más simple y adecuada de eliminar la capa superficial hipermineralizada en el diente afectado por fluorosis (Silva-Benítez, Zavala-Alonso, Martínez-Castanon, Loyola-Rodríguez, Patiño-Marín, Ortega-Pedrajo, García-Godoy, 2013, pp. 152-157). El empleo de hipoclorito de sodio al 5,25% aplicado durante un minuto y el uso de fresas diamantadas se muestran como procedimientos adecuados para aumentar la resistencia adhesiva con mejores resultados. (Celik, et al., 2017, pp. 943-951).

La gran variedad de procedimientos reportados en la literatura y la ausencia de un consenso en cuanto a las ventajas y desventajas que cada una de las técnicas producen, llevan a plantearnos mediante este estudio, evaluar mediante pruebas de resistencia adhesiva el efecto de la aplicación de hipoclorito de sodio y óxido de aluminio en la adhesión de bracket a la estructura dental sobre dientes afectados por fluorosis en grados incipientes.

## 1.1. Planteamiento del problema

La fluorosis dental es una alteración frecuente en el Ecuador, un gran sector de la población ecuatoriana, principalmente aquella ubicada en provincias del centro del país, se encuentra afectado por esta lesión, su gravedad se encuentra en dependencia del tiempo y exposición del flúor durante la odontogénesis. La patología en sí presenta como principal causa, según la Organización Mundial de la Salud, la ingesta de flúor en el agua de abastecimiento en valores que sobrepasan el 1,2 ppm, en este mismo sentido el Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011), indica como niveles seguros de flúor en el agua para consumo valores de 1,5 ppm de flúor.

A nivel estructural el esmalte afectado por fluorosis se muestra hipo mineralizado y clínicamente se evidencia como pigmentaciones en la superficie de esmalte, que pueden ir desde un color blanco tiza hasta pigmentos de color café oscuro, que producen alteraciones en los procesos de cementación adhesiva (Baherimoghadam, et al., 2016; pp. 193-198).

La literatura revela alternativas a ser ejecutadas para mejorar la resistencia adhesiva durante la cementación de brackets a los dientes afectados por fluorosis dental, desde procedimientos micro abrasivos.

El empleo de hipoclorito de sodio al 5,25% durante 1 minuto se muestra como un proceso seguro y fácil de ser ejecutado, que asegura mejorar la eliminación de la capa superficial del esmalte, poco apta para los procesos adhesivos (Hamdane, et al., 2017, pp. 600-609).

La ausencia de un criterio unificado con respecto a los procedimientos, permite plantearnos como problema, el determinar mediante pruebas de resistencia adhesiva la efectividad de la técnica de aplicación de hipoclorito de sodio al 5,25% durante un minuto y compararla con la aplicación de óxido de aluminio como procedimiento de micro abrasión, para ser ejecutado como paso previo a



la cementación de dispositivos ortodónticos del tipo brackets, en dientes afectados con fluorosis dental en grados incipientes, a través de pruebas de resistencia adhesiva.

## **1.2. Justificación**

Los fluoruros actualmente constituyen el mecanismo más efectivo de control de las lesiones cariosas, mediante su incorporación en el agua de consumo, en pastas dentales y productos de cuidado dental con una asociación directa con el contenido de flúor en las fuentes de agua. Los grados de daño sobre el esmalte, se muestran estrechamente relacionados a la concentración, el tiempo de ingesta del mineral y el periodo de formación del diente en que se produjo el contacto.

En el caso específico de la cementación de brackets, las alteraciones en la estructura y composición del esmalte afectado por fluorosis, desencadena el desprendimiento de este dispositivo de la estructura dental. Las alternativas para conseguir una mejor resistencia adhesiva del bracket cementado en la estructura de esmalte afectado por fluorosis se han propuesto. La ausencia de un consenso entre autores y las implicaciones que el desprendimiento al concluir el proceso ortodóntico produce, requieren ser analizadas.

Tras la des-cementación del Brackets se busca conservar la estructura dental, los procedimientos aceptados como alternativa para ser ejecutados en dientes afectados por fluorosis, se basan en la micro abrasión de las superficies con diferentes productos o elementos y la aplicación sustancias como hipoclorito de sodio al 5,25% durante 1 minuto, sin embargo al tratarse de la cementación de brackets pocos estudios se han realizado.

Si bien cada uno de estos procedimientos se entiende desencadenan diferentes respuestas, este estudio pretende analizarlas y discutir las, considerando la resistencia adhesiva que estas acciones desencadenan y el tipo de fractura producida en el momento del des-cementado del bracket a la superficie adamantina afectada por fluorosis dental.

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general**

Determinar la influencia en la resistencia adhesiva con la aplicación de hipoclorito de sodio al 5,25% durante un minuto, óxido de aluminio y la aplicación únicamente de ácido fosfórico, sobre la superficie adamantina intacta afectada por fluorosis dental durante la cementación de bracket, complementando con la observación de las superficies al Microscopio de Barrido.

#### **1.3.2 Objetivos específicos**

- Determinar mediante pruebas de resistencia adhesiva, la influencia que la aplicación de hipoclorito de sodio al 5,25% durante un minuto produce sobre superficie de esmalte intacta afectada por fluorosis dental, comparándola con superficie de esmalte sano, como procedimiento previo a la cementación de brackets.
- Establecer mediante pruebas de resistencia adhesiva la influencia que la aplicación de óxido de aluminio produce sobre la superficie de esmalte intacta, afectada por fluorosis dental comparando con la superficie de esmalte sano como procedimiento previo a la cementación de brackets.
- Establecer mediante pruebas de resistencia adhesiva la influencia que la aplicación del ácido fosfórico produce sobre la superficie de esmalte intacta afectada por fluorosis dental comparándola con la superficie de esmalte sano como procedimiento previo a la cementación de brackets.
- Determinar al MEB considerando al ARI la acción que produce sobre esmalte fluorotico la aplicación de hipoclorito de sodio al 5.25% durante un minuto, oxido de aluminio de 27 micras y ácido fosfórico.

## **1.4. Hipótesis**

### **1.4.1 Hipótesis de la investigación [H1]**

La aplicación del óxido de aluminio como procedimientos micro abrasivos sobre dientes con fluorosis, desencadena mayores valores de resistencia adhesiva.

### **1.4.2 Hipótesis Nula [H01]**

No existe diferencia en la resistencia adhesiva entre las tres técnicas evaluadas.

## **2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Esmalte**

El esmalte es el componente más duro del cuerpo humano, estructurado en un 94% por fosfato cálcico llamado hidroxapatita ( $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ ) y en un 6% por material orgánico y agua (Reyes-Gasga, et al., 2015, pp. 464-472), organizado por millones de prismas que lo hacen un tejido altamente mineralizado que recorren desde la conexión amelo dentinaria a la superficie externa que se encuentra en contacto con el medio bucal (Shellis, et al., 2013, pp. 601–611).

El espesor del esmalte sobre la superficie dental varía entre 2 a 3 mm, con mayor presencia a nivel de las cúspides de molares, premolares, borde incisal de dientes anteriores, por ser áreas que cumplen una intensa función masticatoria (Lacrus, et al., 2017, pp. 939-993). Entre las propiedades físicas del esmalte, la alta dureza y escasa elasticidad asociada al bajo contenido de agua y matriz orgánica son las más destacables; su color por otro lado se asocia a su transparencia y a la estructura subyacente variando entre blanco amarillento a blanco grisáceo con variaciones asociadas al grado de calcificación y homogeneidad del tejido, la permeabilidad que presenta es muy escasa pero puede permitir la difusión de agua e iones como el flúor que sustituyen los grupos hidroxilos del cristal de apatita que lo tornan menos soluble a los ácidos,

convirtiéndolo en la estructura más resistente y radiopaca del diente (Carvalho, Lussi, 2015, pp. 109-15).

Dentro de la estructural termodinámica del esmalte dental humano, las concentraciones de Calcio/fosfato, se muestran como base y junto con el radical hidroxilo (OH)<sup>-</sup> de la hidroxiapatita se alteran cuando el sustrato es sometido a cambios (Medina, et al., 2016, pp. 34- 41).

## **2.2 Fluorosis**

La fluorosis dental es una alteración específica de la formación de los dientes, producida por la excesiva ingesta de flúor a través del consumo de agua o la ingesta accidental de pastas dentales (Takahashi, et al., 2017 pp. CD011850), desencadenando alteraciones en el esmalte durante sus últimas fases de secreción y maduración, donde el agua y las proteínas secretoras, como las amelogeninas son retenidas, provocando porosidad de la superficie del esmalte con la presencia del incremento de las líneas de Retzius acentuadas (Olivares-Keller, et al., 2013, pp. 447-454), observándose un esmalte superficial hipermineralizado a nivel sub superficial (Tubert-Jeannin, et al., 2011, pp. CD007592),

La prevalencia de fluorosis dental está en aumento en diferentes partes del mundo, desencadenando porosidad de la capa sub superficial y en casos severos desprendimiento del tejido adamantino superficial formando socavados estéticamente objetables, debido al aumento del uso del ion metálico en la práctica odontológica preventiva, recomendando su prescripción cautelosa y regularizando su concentración (Ibiyemi, et al., 2018, pp. 54-62).

El sistema de clasificación de fluorosis mediante el índice de TF está asociado de forma estrecha con los cambios histopatológicos de la estructura dental, permitiendo la reproductividad entre observadores (Waidyasekera, et al., 2010, pp. 17-23).

A pesar de los beneficiosos efectos preventivos del fluoruro sobre la caries dental, su excesiva exposición sistémica durante el desarrollo de los dientes desencadena un tipo de malformación denominada fluorosis (Xu, et al., 2017, pp. 329-339; Akkus, Karasik, Roperto, 2017, pp. e569-e573), que muestra una elevada prevalencia en muchas zonas del mundo, con niveles excesivos de fluoruro en los suministros de agua (Aguilar-Díaz, et al., 2017, pp. 306-313).

El esmalte afectado con fluorosis muestra dos capas, una superficial altamente hipermineralizada de características ácido resistente y una capa sub superficial hipomineralizada, con espacios interprismáticos llenos de agua y proteínas propias del esmalte; buscando identificar y denominar las características del diente afectado por fluorosis respecto a la severidad de su lesión, diferentes clasificaciones se han desarrollado, el índice de Thylstrup y Fejerskov (TF), se presenta con un sistema de identificación específica con relación histopatológico directa, que cuenta con una puntuación de 0 a 9 (Ibiyemi, et al., 2018, pp. 54-62).

Las alteraciones que el flúor desencadena en la superficie dental, varían desde manchas superficiales de color blanco, pérdida de estructura que pueden interferir en la evaluación de la resistencia adhesiva (Celik, et al., 2017, pp. 943-951).

El esmalte fluorado presenta una capa externa hipermineralizada resistente al ácido, presentando estrecha relación con la menor fuerza de unión sobre esmalte fluorótico (Shida, et al., 2009, pp. 182-186), sugiriendo procedimientos mecánicos o químicos con diferentes tipos de grabador ácido, como estrategia para la eliminación de la capa de esmalte afectada (Türkmen, et al., 2010, pp. e119-e124).

El uso de aire abrasivo seguido de ácido fosfórico aplicado sobre dientes afectados con fluorosis severa proporcionó valores de resistencia adhesiva adecuados para la cementación de brackets (Silva-Benítez, et al., 2013, pp. 152-157), la combinación de la aplicación de aire abrasivo a 80 libras de presión (PSI)

seguido con grabado ácido durante 60 segundos desencadenó mejoras en la resistencia adhesiva cuando comparadas con la sola aplicación del grabado ácido en dientes con fluorosis dental moderada a grave, independientemente del sistema de adhesión utilizado (Suma, et al., 2012, pp. 230-235).

El esmalte fluorado se caracteriza por una capa externa hipermineralizada resistente a los ácidos y poros en las áreas de esmalte hipomineralizadas ocupados por agua y proteínas secretoras de ameloblastos; en las formas más leves de fluorosis, el esmalte se observa clínicamente como líneas opacas blancas que corresponden a la posición de los periquematis; mientras que en casos más severos el esmalte presenta zonas blancas irregulares, opacas o turbias en los bordes incisales, en las puntas de las cúspides y en toda la superficie coronal del diente afectado, lo que hace que la resistencia de unión entre los materiales adhesivos y el esmalte fluorado requiera un acondicionamiento prolongado en el tiempo con ácido fosfórico, haciéndose necesario evaluar la durabilidad de estos sistemas a largo plazo (Shida, et al., 2009, pp.182-186).

La eficacia de los sistemas autoadhesivos en el esmalte intacto no depende de su agresividad al condicionamiento ácido (Zhang, Wang, 2013, pp. 484-91), en esmalte fluorado la reducción del carbonato del esmalte, modifica la estructura cristalina y provoca aumento en la resistencia del esmalte a la disolución ácida, observando que la abración desencadenante del láser podría producir modificaciones en la estructura química y cristalina, desencadenando una superficie de menor resistencia al grabado ácido (Liu, Hsu, 2007, pp. 226-230).

### **2.3 Adhesivos en la cementación de brackets**

El éxito de la cementación de brackets a dientes fluorados guardan relación con la edad del diente en boca del individuo, la gravedad de la fluorosis (Silva-Benítez, et al., 2013, pp. 152-157), ciertos factores influyen en la unión del sistema adhesivo, monómero funcional, la presencia del catalizador y el pH de los compomeros ácidos (Silva-Benítez, et al., 2013, pp. 152-157)

La acción de grabado de un sistema adhesivo de autoadhesión en dos etapas sobre esmalte fluorado o no, midiendo los valores de pH con un sensor de micro-pH, fue observado menores valores de resistencia adhesiva, con cambios de pH superficial antes y después de la aplicación del sistema adhesivo autocondicionante, sugiriendo que la fluoración del agua y la fluorosis desencadenada de ella, provoca reducción de las fuerzas de unión con aumento en la resistencia ácida de las superficies del esmalte principalmente cuando se trata con un sistema adhesivo autoadhesivo de dos pasos (Shida, et al., 2009, pp. 182–186).

El éxito en el tratamiento de ortodoncia con aparatología fija, depende en gran medida del mantenimiento de unión entre los accesorios ortodónticos del tipo brackets y el esmalte grabado durante el tiempo del tratamiento, el desprendimiento o separación de estos soportes pueden aumentar significativamente el tiempo de tratamiento, el tiempo del operador, el costos de materiales y la incomodidad del paciente, de ahí la importancia de conseguir una unión confiable entre estas dos superficies, exige la preparación de la superficie de esmalte comprometida con un el protocolo de condicionamiento ácido (Gaur et al., 2016, pp.87-91).

El pre acondicionamiento de la superficie del esmalte con ácido orto fosfórico al 37% durante aproximadamente 30 segundos disuelve los minerales de manera poco uniforme e induce cambios irreversibles en el esmalte, con tags resinosos de más de 20 micras ( $\mu\text{m}$ ) dentro del esmalte acondicionado con ácido fosfórico cuya presencia desencadena problemas estructurales en el tejido adamantino, tras la des-cementación, en este sentido los sistemas adhesivos autocondicionantes con primers acidificados en combinación con sistemas resinosos o sistemas adhesivos con base ionomérica, se presentan como alternativas interesantes en la unión de los dispositivos ortodónticos a la superficie del esmalte con consecuencias menos nocivas sobre el tejido adamantino tras el proceso de des-cementación, pero suficientes para permitir la unión el bracket y el esmalte dental (Øgaard y Fjeld, 2010, pp. 37-48).

Si bien el tratamiento ortodóntico exitoso depende de la resistencia adecuada de los brackets al esmalte (Adanir, et al., pp. 230-235). Tras el tratamiento ortodóntico el retiro de los dispositivos ortodónticos, puede desencadenar fracturas del esmalte producidas durante este proceso, similar a lo observado por el acumulo de biofilm dental alrededor de los dispositivos ortodónticos del tipo brackets, de ahí la importancia de una higiene bucal óptima y de los cuidados clínicos necesarios en el momento del retiro de la aparatología fija (El-Angbawi, et al., 2015, pp. CD010887).

Considerando que la fuerza de unión mínima de los soportes ortodónticos a la superficie adamantina oscila entre 6 y 8 Megapascales (MPa) (Miyashita, Komori, Takemoto, 2017, pp. 452-466)

La eficacia de unión de un sistema adhesivo autocondicionante y un adhesivo de condicionamiento total sobre esmalte afectado con fluorosis dental de grado 2, durante el proceso de cementación de los dispositivos ortodónticos tipo brackets, se evidenció que los dientes afectados con fluorosis sin una preparación en su superficie de esmalte no son dientes adecuados para ejecutar los procesos adhesivos, destacando que la preparación del esmalte dental fluorótico mejoró los resultados cuando empleados sistemas adhesivos de grabado total (Celik, et al., 2017, pp. 943-951).

La fuerza de unión tiende a aumentar cuando las áreas de contacto se reducen con el uso de materiales adhesivos de alto módulo de elasticidad, notándose que mientras más sea el área de contacto mayor será la probabilidad de que exista menor resistencia de unión a la estructura dental (Hasija, et al., 2017, pp. 280-283).

Evaluando sistemas adhesivos de un solo paso o autocondicionantes, comparados a los sistemas de grabado total, se evidenció aumento de la resistencia adhesiva cuando se usa ácido fosfórico en esmalte (Hanabusa, et al., 2012, pp. 475–484), la superficie de esmalte tratada con hipoclorito de sodio al



5% se evidenció que la acción desproteinizante de la solución no consiguió reducir la micro filtración presente bajo el dispositivo ortodóntico (Moosavi, et al., 2013, pp. 2).

En ese mismo sentido evaluando la influencia del hipoclorito de sodio al 5,25% previo a la cementación de dispositivos ortodónticos del tipo brackets, se observó que el promedio de resistencia adhesiva medida en Newtons (N) fue de 95.56 N en el grupo tratado con hipoclorito de sodio y 90.76 N en el grupo control sin hipoclorito de sodio (NaOCl), la ausencia de diferencia estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ), permitiendo concluir que el pretratamiento con hipoclorito de sodio al 5.25% antes de realizar la cementación de brackets no aumenta de manera significativa la fuerza de adhesión (Ekambaram, et al., 2017, pp. 30256-30257).

Los sistemas adhesivos autocondicionantes se unen en general de forma menos eficaz al esmalte, que los adhesivos de condicionamiento ácido total (Vermelho, et al., 2016, pp. 1707-1715); sin embargo, ciertos estudios indican que sistemas adhesivos autocondicionantes considerados leves contiene monómeros funcionales, con afinidad química a la hidroxiapatita y no deben ser precedidos por el condicionamiento con ácido fosfórico (Rosa, et al., 2015, pp. 765-76). La obtención de un vínculo adhesivo fuerte y fiable entre el esmalte dental y los dispositivos ortodónticos del tipo brackets, es de gran importancia en la práctica ortodóntica (Baherimoghadam et al., 2016, pp. 193-8).

La micro abrasión con aire abrasivo o preparación cinética, es considerada un método de corte y remoción pseudo mecánica, no rotativo de tejido dental duro, donde partículas de alúmina son arrastradas en la corriente de alta velocidad del aire, provoca su eliminación con una breve exposición de 40 libras de presión (psi) suficiente para provocar una acción de limpieza de fisuras antes de la aplicación de un sellador, empleando un diámetro de la boquilla de 0,018, 0,014 y 0,011 pulgadas; a una distancia de la punta a la superficie de menos de 2 mm con un ángulo de inclinación entre  $40^{\circ}$  a  $120^{\circ}$ ; empleando un tamaño de partícula de 27 micras (Puddy, et al., 2014, pp. e63-e66).

Evaluando el efecto del aire-abrasión con óxido de aluminio, bicarbonato de sodio y vidrio bio activado, aplicado sobre esmalte sano, previa exposición a la aplicación de ácido y examen bajo luz confocal, fue evidenciado que la superficie del esmalte con aire abrasivo con óxido de aluminio aumentó significativamente su susceptibilidad a los efectos de la erosión ácida (King, et al., 2016, pp. 36-41). De la misma forma considerando los daños en el esmalte después de la separación del soporte ortodóntico en dientes fluorados afectados en grados 4 y 5 TF y dientes no fluorados, empleando diferentes sistemas adhesivos, concluyeron que estos mejoran la resistencia de unión de los brackets a la estructura adamantina, recomendando un método de desprendimiento conservador para disminuir los daños causados en el esmalte (Baherimoghadam, et al., 2016, pp. 193-8).

## **2.4 Microabrasión**

La microabrasión es considerada un procedimiento ideal en casos de fluorosis en grados 1 a 4 TF, desarrollada por Mc Closkey, la técnica se basa en la eliminación de la capa más superficial de esmalte producida por una mezcla de piedra pómez y ácido clorhídrico colocado en pasta sobre la superficie por diferentes periodos de tiempo (Bassir, et al., 2016, pp. 431-437), en este sentido la microabrasión del esmalte fluorado se muestra como procedimiento ideal para mejorar la resistencia adhesiva de estas superficies (Celik, et al., 2017, pp. 943-951), resultados adecuados fueron logrados al prolongar el tiempo de acondicionamiento con ácido fosfórico al conseguir eliminar la capa superficial hipermineralizada resistente a los ácidos (Silva-Benítez, et al., 2013, pp. 152-157), en este mismo sentido la abrasión con aire ha sido recomendada como método para fortalecer la fuerza de unión en los dientes fluorados (Ran, et al., 2017 pp. 968-980).

En los dientes fluorados se recomienda la microabrasión de la superficie externa mineralizada para mejorar la resistencia adhesiva (Bassir, et al., 2016, pp. 431-437; Celik, et al., 2017, pp. 943-951), destacándose que la ingesta no intencional del polvo de óxido de aluminio o carburo de silicio se suma al hecho del tiempo

requerido, costo elevado y cierta dificultad en el manejo de la técnica (Sharma, Kumar, Verma, 2017, pp. 20-25) hacen del procedimiento complejo y dificultoso.

La preparación de la superficie del esmalte mediante una punta diamantada sobre esmalte afectado por fluorosis se ha mostrado como un procedimiento de resultados adecuados cuando se trata de evaluar la resistencia adhesiva de este tejido empleando sistemas adhesivos de condicionamiento total o de autograbado (Oliveira, et al., 2017, pp. 530-536).

La micro abrasión de la superficie del esmalte afectado por fluorosis permite la eliminación de la capa superficial hipermineralizada del esmalte fluorótico en un espesor en media de 200  $\mu$ m, permitiendo mejorar la resistencia adhesiva, sin embargo es necesario considerar que la espesura del esmalte varía de acuerdo a la gravedad de la fluorosis dental (Silva-Benítez, et al., 2013, pp. 152-157), esta micro abrasión de la superficie externa mineralizada mejora la resistencia adhesiva de dispositivos ortodónticos a la superficie dental, pese a la posible ingesta del polvo de aluminio que puede presentarse, el tiempo y el costo que el procedimiento produce (Bassir, et al., 2016, pp. 431-437).

Si bien la gravedad de la fluorosis afecta a la resistencia de unión del bracket al diente (Waidyasekera, et al., 2010, pp. 17-23). Los sistemas adhesivos introducidos como promotores de adhesión presentan gran éxito, observando que la incorporación de monómeros hidrofílicos permite la infiltración de la resina al esmalte grabado reduciendo la porosidad interfacial en el tejido mejorando la resistencia de unión y la integridad de la interface (Baherimoghadam, et al., 2016, pp. 193-198). Especialmente en dientes afectados por fluorosis, quienes por su estructura debilitada pueden encontrarse afectados con grietas que perjudicarían las características morfológicas del tejido (Yassaei, et al., 2017, pp. 17-21).

Evaluando la resistencia de brackets ortodónticos unidos a dientes fluorados y no fluorados usando o no sistemas adhesivos y comparando las superficies de esmalte después de su desprendimiento, se evidenció que la aplicación de los sistemas adhesivos mejora la resistencia de unión de los brackets ortodónticos

al esmalte, recomendando un método de desprendimiento conservador para disminuir los daños (Adanir, et al., 2009, pp. 276-280), mostrándose adecuados en la unión de dientes fluorados, hipo calcificados y primarios desencadenada por una unión química, al estar el material compuesto de metacrilato de hidroxietil (HEMA), tetrahidrofurfuril ciclohexano dimetacrilato y etanol, además de grupos funcionales hidrofóbicos e hidrófilos, composición que facilita la penetración de la resina en el esmalte grabado con la consecuente disminución de la porosidad interfacial, mejorando así la resistencia de unión (Baherimoghdam et al., 2016, pp. 193-198).

### **3. CAPÍTULO III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Diseño de investigación**

Estudio de tipo experimental, comparativo y descriptivo, donde los dientes afectados por fluorosis dental con grado 2 según TFI, fueron sometidos a tratamientos previos al acondicionamiento ácido y cementación de brackets metálicos en la superficie vestibular realizándose una evaluación de la resistencia adhesiva mediante pruebas mecánicas de cizallamiento.

#### **3.2 Universo y muestra**

La muestra fue establecida por conveniencia, en 49 dientes premolares humanos, de los cuales 21 dientes presentaron ausencia de signos de fluorosis y 21 con fluorosis en grado 2 según el índice Thylstrup y Fejerskov modificado (TFI) y un número de 7 dientes sanos considerando parte del caso control.

Los dientes fueron obtenidos por donación de la clínica dental Just Smile y Dental Artist de la ciudad de Quito, extraídos por razones ortodónticas sin caries o defectos visibles de pacientes de entre 13 a 20 años de edad.

El diagnóstico de los dientes fluorados se realizó de acuerdo con el índice de Thylstrup y Fejerskov (TFI), tres clínicos entrenados en la identificación del grado

de fluorosis seleccionaron la muestra , mientras que los dientes que presentaron un índice de fluorosis diferente al referido no fueron considerados dentro del estudio, todos los dientes que formaron parte del estudio fueron almacenados en Timol al 0,1%, empleado para inhibir el crecimiento de bacterias siguiendo la metodología empleada en estudios previos (Moosavi, et al., 2013, pp. 2; Sharma, et al., 2017, pp. 20-25), permaneciendo en esta, hasta ejecutar el procedimiento experimental.

### **3.2.1 Criterios de inclusión**

- Dientes naturales premolares extraídos por indicación terapéutica,
- Dientes almacenados en medio húmedo en Timol al 0,1%,
- Dientes con una puntuación de fluorosis TFI 2, obtenidos de pacientes que habiten en zonas consideradas endémicas de fluorosis en el país y que presenten como característica clínica opacidad marcada y una apariencia blanca calcárea en toda la superficie y que hayan firmado.

### **3.2.2 Criterios de exclusión**

- Dientes temporales.
- Dientes con grados de fluorosis superior a TFI grado 3 o menor a 1.
- Dientes mantenidos en ambiente seco.
- Dientes con caries, fisuras, lesiones de erosión o atrición.
- Dientes con presencia de dentina expuesta.

### 3.3 Operacionalización de variables

Tabla 1.

#### *Operacionalización de variables*

| VARIABLE             | DETERMINANTES                 | TIPO                               |
|----------------------|-------------------------------|------------------------------------|
| Dientes              | Sanos                         | Variable independiente             |
|                      | Afectados por fluorosis       |                                    |
| Tratamientos         | Microarenado                  | Variable dependiente               |
|                      | Hipoclorito de sodio al 5,25% |                                    |
|                      | Ácido fosfórico               |                                    |
| Resistencia adhesiva | Evaluada por cizallamiento    | Variable continua expresada en MPa |

### 3.4 Estandarización

El estudio fue llevado a cabo con el uso de dos instrumentos validados, la prueba mecánica de cizallamiento y el empleo de Microscopio electrónico de barrido, los procedimientos adhesivos de los dispositivos ortodónticos del tipo brackets, fueron ejecutados por el investigador principal siguiendo especificaciones descritas para cementación de brackets de metal para premolares con una superficie de 9,63mm en el tercio medio de la superficie vestibular del diente.

La prueba de cizallamiento fue realizada en una máquina de ensayos mecánicos universal Instron (Instron Corp, Canton, MA, EUA), en el laboratorio de Materiales dentales de la Facultad de Odontología de la Universidad de Ponta Grossa (UEPG).

La observación del grado de fluorosis de cada diente fue realizada con la superficie del diente húmeda identificando previamente a cada diente, los valores dados por cada examinador fue referido el valor más frecuente por los tres evaluadores.

La presión con la que el óxido de aluminio fue depositado fue estandarizado en 80 libras de presión (PSI) siguiendo recomendación de la literatura,

monitoreando en la presión de aire del equipo odontológico, en la cual el dispositivo emisor del óxido fue adaptado (Suma, et al., 2012, pp. 230-235).

### 3.5 Procedimientos

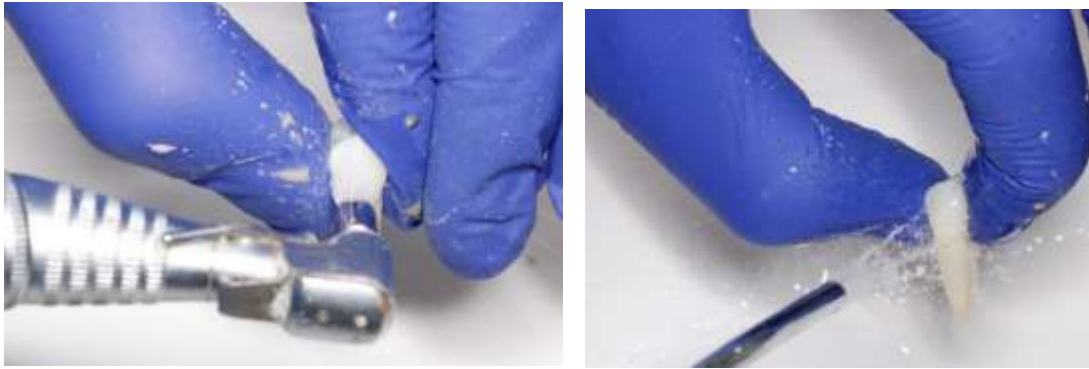
#### 3.5.1 Almacenamiento de las muestras

Los dientes seleccionados se almacenaron en frascos de vidrio con Timol como agente desinfectante, renovando cada semana el contenido de Timol, permaneciendo bajo refrigeración.



*Figura 1.* Almacenamiento de dientes bajo refrigeración en medio húmedo.

Fueron establecidos 6 grupos experimentales de estudio, 3 constituidos por dientes afectados por fluorosis y 3 constituidos por dientes considerados libres de fluorosis, 7 dientes sin signo de fluorosis constituido caso control, dentro de cada grupo 7 dientes constituyeron la muestra. Las superficies vestibulares de todos los dientes recibieron la aplicación de una mezcla de agua y piedra pómez (figura 2), mediante cepillo profiláctico en pieza de mano de baja velocidad durante 20 segundos. Los dientes a seguir se lavaron con agua de la jeringa triple por 30 segundos y la superficie fue secada con aire comprimido del equipo trimodular evitando dejar humedad en la superficie. Todos los dientes recibieron un procedimiento determinado según el grupo al que fueron integrados.



*Figura 2.* Secuencia de limpieza de las superficies dentales.

### **3.5.2 Selección de los dientes**

Todos los dientes una vez recolectados fueron examinados en cuanto a su grado de fluorosis de acuerdo al índice TFI, seleccionando únicamente los que presentaron grado 2 TFI, considerados sanos a los que no presentaron signos de fluorosis alguna. Este procedimiento fue ejecutado por tres personas capacitadas y calibradas en la detección de fluorosis, la observación de cada diente fue realizada con la superficie del diente húmeda (figura 3).



*Figura 3.* Análisis y selección de dientes que conformaron el estudio.

### **Materiales usados en el grupo# 1**

- Sistema cementante Transbond XT (3M- ESPE),
- Ácido fosfórico
- Lámpara de luz led VALO (Ultradent)



- Micro aplicador de adhesivo
- Pinza posicionadora de brackets
- Bracket metálico para premolares ( Forestadent)

**Grupo 1.-** Constituido por 7 dientes considerados sanos, en los que fue aplicado ácido fosfórico en gel al 37% durante 30 segundos, tras el enjuague de la superficie con una combinación de agua y aire proveniente de la jeringa triple durante 30 segundos, sobre la superficie del diente con un microbrush fue colocado una fina capa del adhesivo del propio material Transbond XT (3M-ESPE), ser fotopolimeriza mediante luz led VALO (Ultradent) colocada la punta de la pistola lo más cerca posible a la superficie dental, en la superficie del dispositivo ortodóntico tipo bracket fue colocado una uniforme y fina capa de cemento Transbond XT (3M-ESPE), cuidando de que el cemento ocupe toda la superficie completa de la base del bracket (figura 4).

Siguiendo las recomendaciones del fabricante, los excesos del material fueron retirados con una sonda exploradora y realizada la polimerización hacia mesial y distal del bracket por 10 segundos, LED (VALO, Ultradent) de una intensidad de luz estándar de  $1000 \text{ mW/cm}^2$ , colocando la punta de la lámpara de 9,6mm; a una distancia de 10mm de la superficie del bracket es decir lo más cerca posible al diente, buscando obtener una óptima colimación del haz de luz (figura 4).



*Figura 4.* Secuencia de proceso ejecutado en grupo 1.

La intensidad de la lámpara fotopolimerizadora fue evaluada a cada 5 cementaciones mediante radiómetro digital (Helux Deluxe Digital, Light meter 200) para reducir las discrepancias en cuanto a la intensidad de la luz emitida por la lámpara (figura 5).



*Figura 5.* Medición de intensidad de lámpara

### **Materiales usados dentro del grupo#2**

- Sistema cementante Orthocem (FGM),
- Lámpara de luz led VALO (Ultradent)
- Pinza posicionadora de brackets
- Bracket metálico de premolares (Forestadent)
- Ácido fosfórico al 37%

**El Grupo 2:** Constituido por 7 dientes considerados sanos, en los que fue aplicado ácido fosfórico en gel al 37% durante 20 segundos, tras lo cual la superficie del diente fue lavada y secada con una combinación de agua y aire proveniente de la jeringa triple durante 30 segundos, tras la cual sobre la superficie de la base del brackets se pone una fina capa del sistema cementante Orthocem (FGM) los excesos del material se eliminaron con una sonda exploradora y se realiza la polimerización hacia mesial y distal del bracket por 10 segundos, LED (VALO, Ultradent) de una intensidad de luz, estándar de 1000

mW/cm<sup>2</sup>, colocando la punta de la lámpara de 9,6 mm; a una distancia de 10mm de la superficie del dispositivo ortodóntico tipo bracket es decir lo más cerca posible a este, esperando con ello según recomendado por el fabricante obtener una óptima colimación del haz de luz (figura 6).



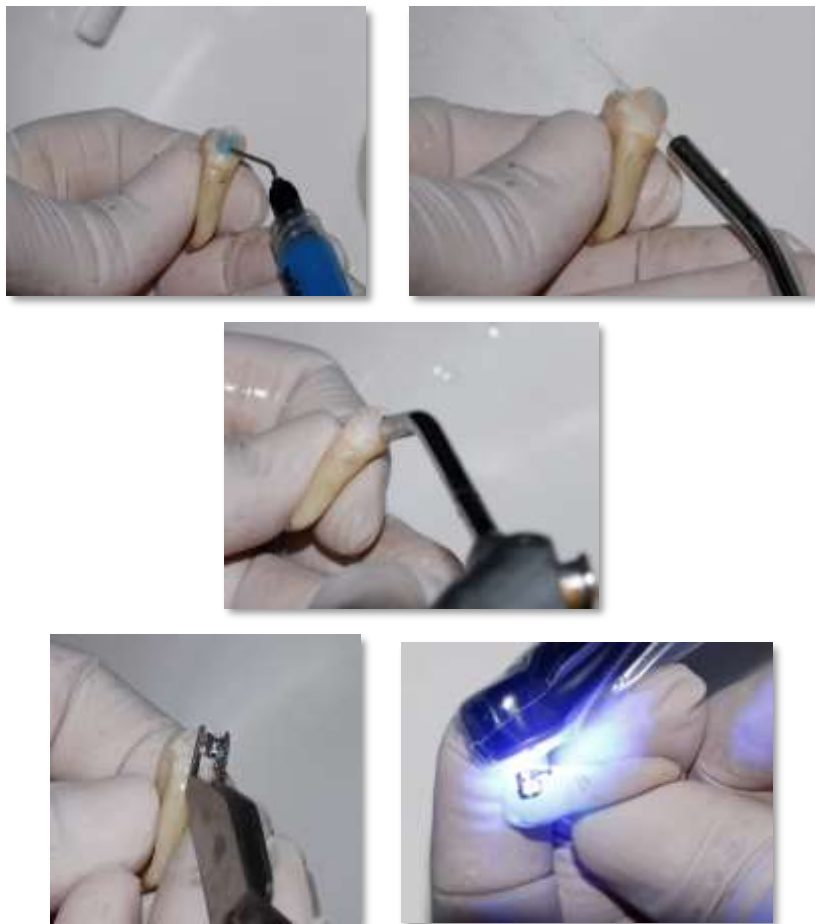
*Figura 6.* Secuencia de colocación de sistema cementante Orthocem, fotopolimerizando en la cementación del bracket.

### **Materiales usados dentro del grupo#3**

- Sistema cementante Orthocem (FGM),
- Lámpara de luz led VALO (Ultradent)
- Pinza posicionadora de brackets
- Bracket metálico para premolares (Forestadent)

- Ácido fosfórico al 37%

**Grupo 3:** Constituido por 7 dientes afectados con fluorosis, donde cada diente fue tratado en el tercio medio de su superficie vestibular con ácido fosfórico al 37% por 20 segundos, se lava y se seca con agua por 30 segundos con aire de la jeringa triple, aplicado el sistema resinoso cementante Orthocem (FGM). Siguiendo las especificaciones antes mencionadas en el grupo 2 para la cementación del bracket (figura 7).



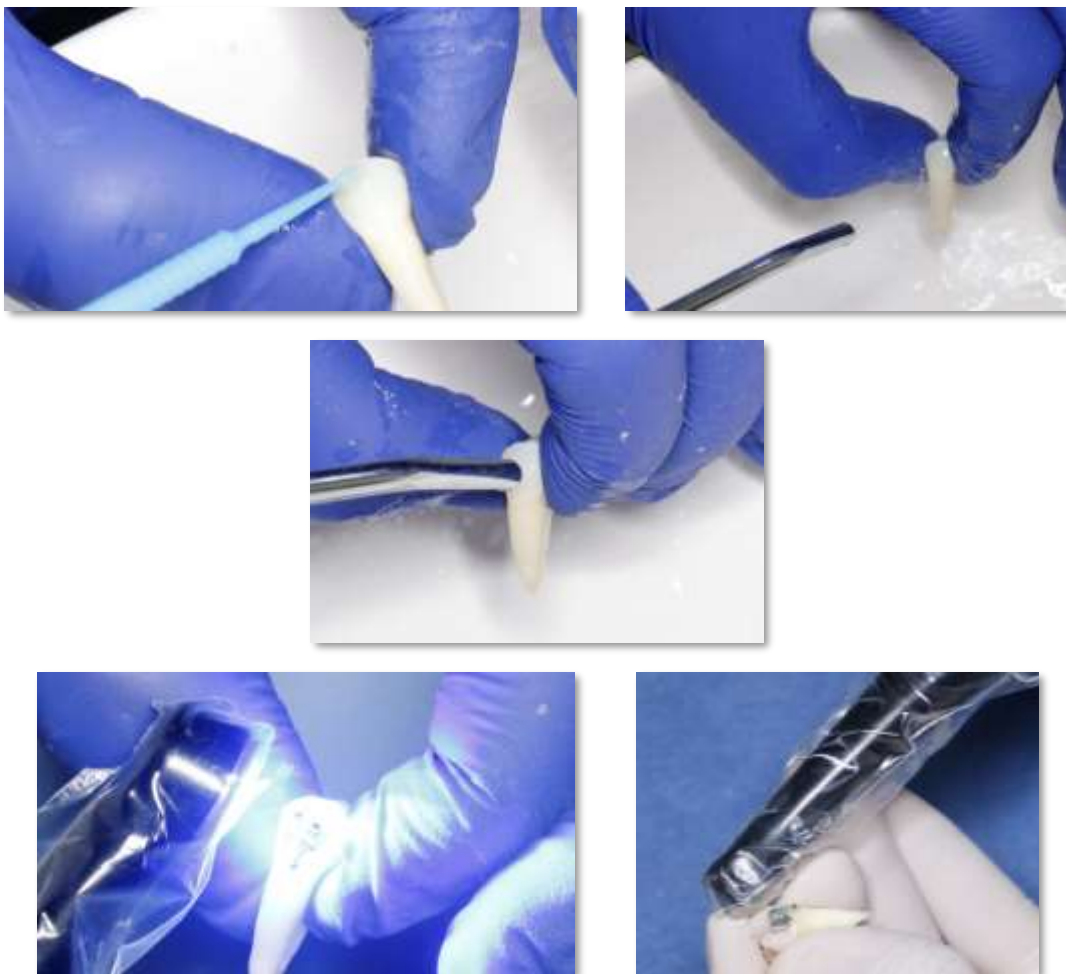
*Figura 7.* Secuencia de cementación de bracket grupo 3

#### **Materiales usados dentro del grupo#4**

- Sistema cementante Orthocem (FGM),
- Lámpara de luz led VALO (Ultradent)
- Pinza posicionadora de brackets
- Bracket metálicos de premolares (Forestadent)

- Hipoclorito al 5.25%
- Ácido fosfórico al 37%

**El Grupo 4:** Constituido por 7 dientes sanos, donde cada diente fue tratado en el tercio medio de su superficie vestibular una capa fina de hipoclorito de sodio al 5,25% durante 1 minuto aplicada mediante un microbrush realizando una ligera fricción, seguido del lavado de la superficie con agua durante 20 segundos con la jeringa triple, se seca la superficie dental, se realiza el grabado ácido fosfórico al 37% por 20 segundos, se lava y se seca con agua por 30 segundos con aire de la jeringa triple, aplicado el sistema resinoso cementante Orthocem (FGM). Siguiendo las especificaciones antes mencionadas en el grupo 2 para la cementación del bracket (figura 8).

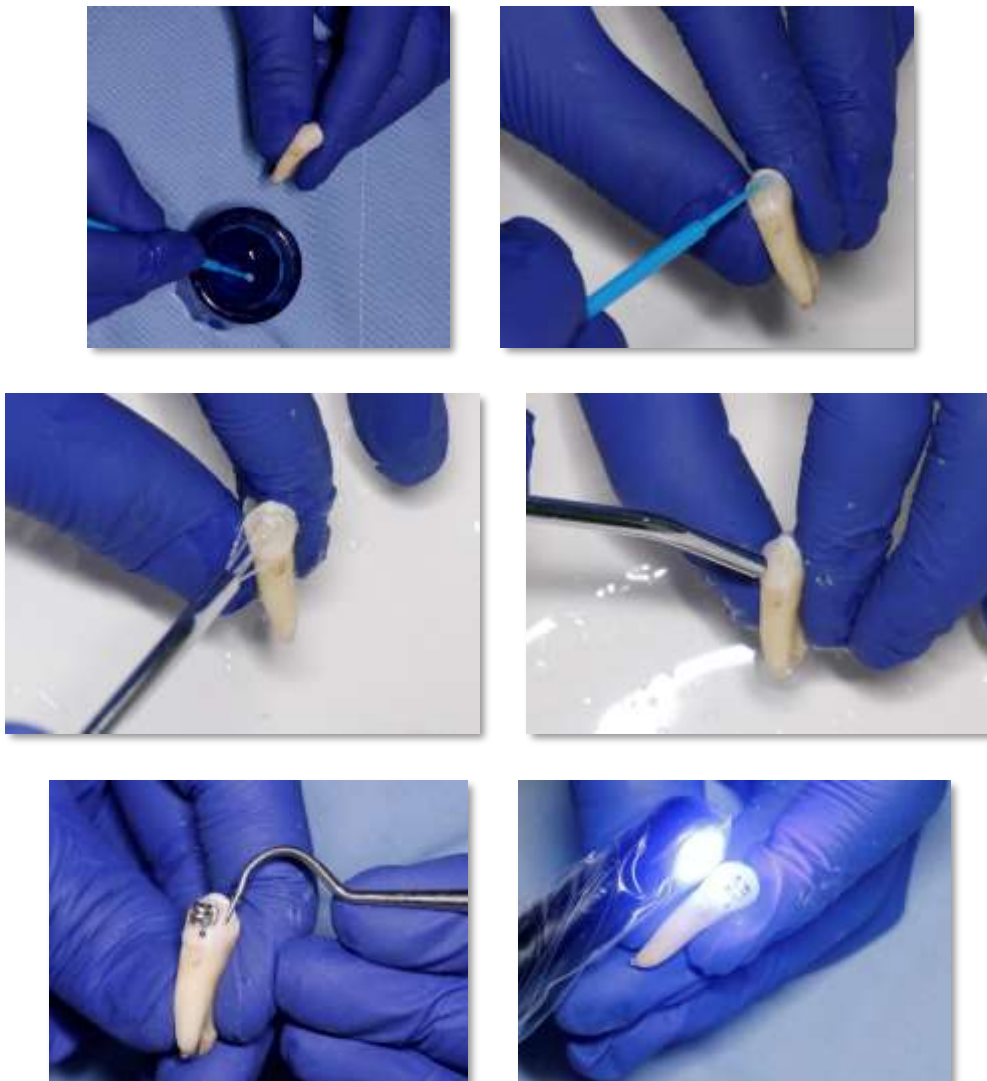


*Figura 8.* Secuencia de cementación de bracket según grupo 4

**Materiales usados dentro del grupo#5**

- Sistema cementante Orthocem (FGM),
- Lámpara de luz led VALO (Ultradent)
- Pinza posicionadora de brackets
- Bracket metálicos de premolares Forestadent
- Hipoclorito 5.25%
- Ácido fosfórico al 37%

**Grupo 5:** Constituido por 7 dientes con fluorosis, donde cada diente fue tratado en el tercio medio de su superficie vestibular una capa fina de hipoclorito de sodio al 5,25% durante 1 minuto aplicada mediante un micro aplicador de sistema adhesivo realizando una ligera fricción, realizándose el lavado de la superficie con agua durante 20 segundos con la jeringa triple buscando eliminar los restos de hipoclorito, se realiza el grabado ácido fosfórico al 37% por 20 segundos, se lava y se seca con agua por 30 segundos con aire de la jeringa triple, aplicado el sistema resinoso cementante Orthocem (FGM). Siguiendo las especificaciones antes mencionadas en el grupo 2 para la cementación del bracket (figura 9).

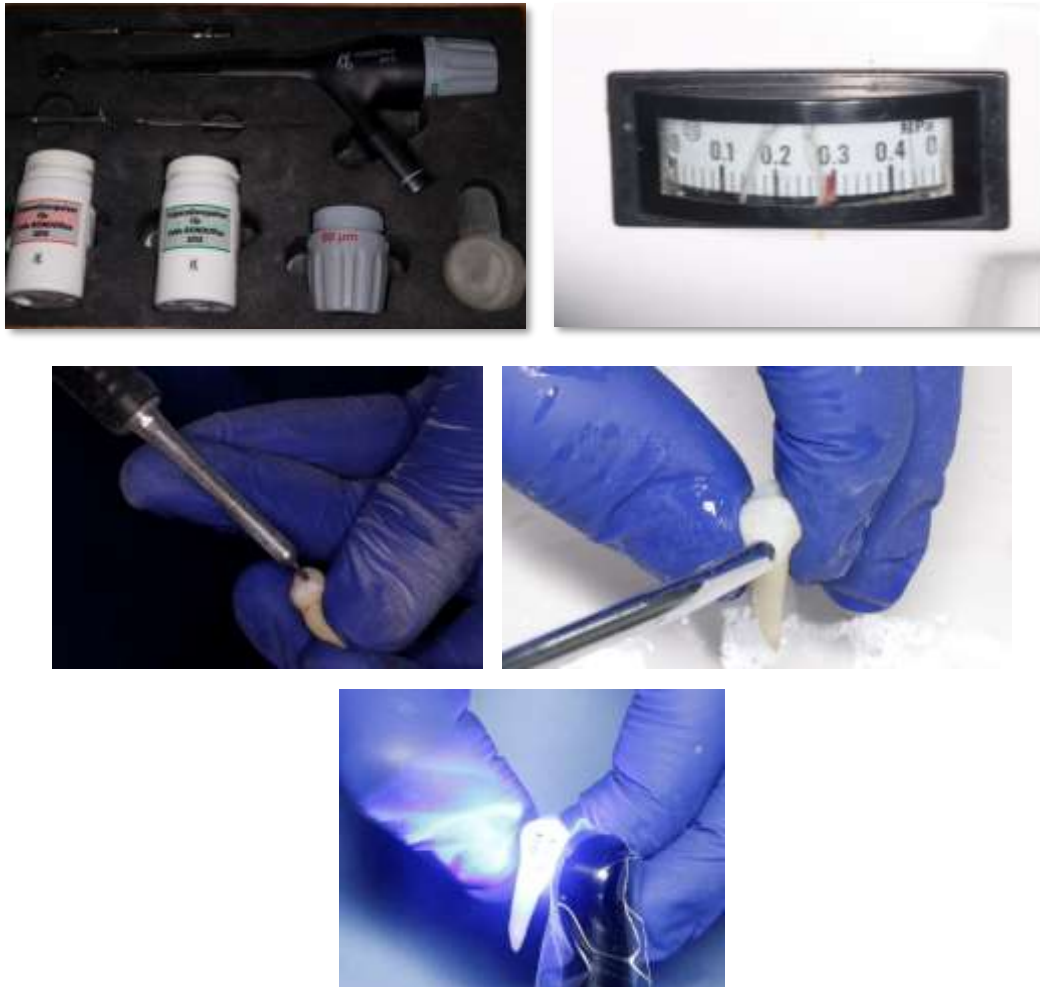


*Figura 9. Secuencia de cementación de bracket en grupo 5*

**El Grupo 6:** Constituido por 7 dientes sanos tratado en el tercio medio de su superficie vestibular con óxido de aluminio de 27 micras que fue aplicado desde un microarenador (RONDOflex plus (KaVo), con una boquilla de 0,018 de diámetro a 45° grados, adaptado al trimodular estandarizando la salida de presión de aire, realizando una aplicación que fue realizada durante 20 segundos, colocando la punta del microarenador a 5 mm de la superficie dental, distancia que fue estandarizada empleando un dispositivo, para regular esta medida, a una presión de 80 libras de presión (psi). A seguir todos los dientes fueron lavados con agua proveniente de la jeringa triple por 20 segundos y secado con el mismo dispositivo evitando dejarlos totalmente deshidratados. se



realiza el grabado ácido fosfórico al 37% por 20 segundos, se lava y se seca con agua por 30 segundos con aire de la jeringa triple, aplicado el sistema resinoso cementante Orthocem (FGM). Siguiendo las especificaciones antes mencionadas en el grupo 2 para la cementación del bracket (figura 10).



*Figura 10.* Secuencia de cementación de brackets grupo 6

#### **Materiales usados dentro del grupo#7**

- Sistema cementante Orthocem (FGM),
- Lámpara de luz led VALO (Ultradent)
- Pinza posicionadora de brackets
- Bracket metálicos para premolares ( Forestadent)
- Oxido de aluminio de 27 micras
- Microarenador (RONDOflex plus (KaVo)
- Ácido fosfórico al 37%

**El Grupo 7:** Constituido por 7 dientes afectados por fluorosis tratado en el tercio medio de su superficie vestibular con óxido de aluminio de 27 micras que fue aplicado desde un microarenador (RONDOflex plus, KaVo) con una boquilla de 0.018 de diámetro a 45 ° adaptado al trimodular estandarizando la salida de presión de aire, realizando una aplicación durante 20 segundos, colocando la punta del microarenador a 5 mm de la superficie dental, distancia que fue estandarizada empleando un dispositivo, para regular esta medida, a una presión de 80 libras de presión (psi). A seguir todos los dientes fueron lavados con agua proveniente de la jeringa triple por 20 segundos y secado con el mismo dispositivo evitando dejarlos totalmente deshidratados, se realiza el grabado ácido fosfórico al 37% por 20 segundos, se lava y se seca con agua por 30 segundos con aire de la jeringa triple, aplicado el sistema resinoso cementante Orthocem (FGM). Siguiendo las especificaciones antes mencionadas en el grupo 2 para la cementación del bracket (figura 11).



*Figura 11.* Proceso de cementación con la aplicación de Óxido de aluminio de 27 micras sobre la superficie dental según descrito grupo 7

### **3.5.3 Preparación de las muestras para el cizallamiento**

Cada diente fue incrustado individualmente en resina acrílica autopolimerizable, empleando un tubo de PVC de 1.5 cm de altura como molde (figura 10), identificando cada muestra, cuidando que en el proceso de inclusión se dejen sus superficies vestibulares, expuestas al medio y las raíces incluidas dentro de cada bloque, cuidando de dejar la superficie de la cara libre vestibular paralela a la base con una angulación de 90 grados (figura 12).



*Figura 12.* Proceso de inclusión de cada diente en tubos PVC.

Durante todo el proceso la identificación de cada diente fue respetada; la prueba mecánica de resistencia adhesiva fue realizada en una máquina de ensayos mecánicos Instron en la Universidad Estadual de Ponta Grossa (UEPG) (figura 13).



*Figura 13.* Máquina de ensayos mecánicos Instron Universal empleada nótese la colocación de la cuchilla en la unión esmalte bracket.

#### **3.5.4 Pruebas de resistencia adhesiva**

La resistencia adhesiva fue determinada mediante cizallamiento en una máquina de ensayos mecánicos universal (Instron, Tinstrom Corp, Carton MA. EUA), a una velocidad de 0,5 mm/minuto y colocando el borde de cuchilla estándar en la unión del bracket a la superficie dental, cuidando dejar el eje longitudinal de la muestra perpendicular a la dirección de la fuerza aplicada, el contacto de la cuchilla se mantiene hasta producirse la fractura o expulsión del bracket de la superficie dental. Los valores obtenidos en Newtons (N) fueron posteriormente convertidos en Megapascales (MPa) dividiendo la carga de falla (N) por el área superficial de la base del dispositivo ortodóntico tipo bracket (9,63 mm<sup>2</sup>) (figura 14).



*Figura 14.* Acoplamiento del conjunto diente y bracket cementado en máquina de ensayos mecánicos, cuchilla posicionada en unión esmalte bracket previo a ser sometida a la fuerza.

Tras la des-cementación los dientes y brackets fueron identificados y analizados con una lupa estereoscópica con 10X de magnificación (Olympus SZ40, Shinjuku-ku, Tokio, Japón), evaluando la cantidad de remanente de resina después de la des-cementación, considerando el índice de adhesivo remanente (ARI) (Montasser, Drummond, 2009, pp. 773-776; Sharma, et al., 2014, pp. 29-33; Gungor, et al., 2009, pp. 173-197) con los siguientes scores:

0= no existe adhesivo en la superficie del diente lo que implica que la fractura se produjo en la unión resina esmalte.

1= Menos de la mitad del adhesivo permanece en la superficie del diente lo que implica que se produjo la fractura de forma predominante en la unión resina esmalte.

2= Mas de la mitad del adhesivo permanece en la superficie del diente lo que implica que se produjo la fractura de forma predominante en la unión bracket resina.

3= Todo el adhesivo permanece en la superficie del diente con una impresión clara de la base de soporte lo que implica que la fractura ocurrió en la interface de soporte es decir del bracket y la resina.

### 3.5.5 Análisis al microscopio electrónico de barrido

Con el propósito de visualizar la superficie adamantina y la superficie interna del bracket, un diente de cada grupo fue escogido al azar tras las pruebas de cizallamiento. El diente seleccionado fue seccionado mediante máquina recortadora Labcut (Isomet 100), hasta obtener un fragmento para ser tratados mediante baño de oro siguiendo los procedimientos para el análisis bajo Microscópio Electrónico de Barrido (MEB) entre 20 a 60 X las fotomicrografías obtenidas fueron analizadas por el investigador principal (figura 15).



*Figura 15.* Separación del fragmento dental mediante máquina recortadora para observación al MEB.



*Figura 16.* Separación del fragmento dental mediante máquina recortadora para observación al MEB.

### 3.5.6 Manejo y método de recolección de datos

Los datos de resistencia adhesiva obtenidos en Newtons fueron convertidos a megapascales tras considerar el área de adhesión del bracket a la superficie dental  $9,213 \text{ mm}^2$  y el valor en Newton (N) consiguiendo así el valor en Megapascal (MPa).

Los datos del tipo de fractura, establecidos según el ARI fueron relacionados con los resultados obtenidos en las pruebas de cizallamiento. Las fotomicrografías de los fragmentos analizados al microscopio electrónico de barrido sirvieron para evidenciar los resultados estadísticos encontrados.



### **3.5.7 Análisis estadísticos**

Los datos obtenidos fueron analizados a través del programa estadístico SPSS, realizándose una verificación de su normalidad a través del análisis de ANOVA y los valores de IAR analizados a través de la prueba de chi cuadrado.

### **3.5.8 Delimitación espacial y temporal**

El estudio se ejecutó en condiciones de laboratorio con todas las medidas de bioseguridad que permitan asegurar la confiabilidad del proceso, las acciones fueron ejecutadas por el investigador principal siguiendo una metodología previamente definida, probada y confiable. Las pruebas de cizallamiento se lo realizó en la (UEPG), bajo la responsabilidad de un técnico experto en la ejecución de este tipo de ensayo.

### **3.5.9 Limitaciones de la investigación**

Una de las limitaciones presentes en este estudio fue la dificultad de recolectar dientes afectados con fluorosis libres de caries en pacientes que se encuentran en tratamiento ortodóntico y que requieran de extracciones de sus premolares.

### **3.5.10 Aspectos bioéticos**

Para la ejecución de esta investigación fue tomado como referencia la declaración de Helsinki y el informe de Bournon, donde se menciona que toda investigación en seres humanos deberá proteger la vida, la salud, la dignidad, la integridad, el derecho a la autodeterminación y a la intimidad. Los dientes al ser considerados como órganos fueron manejados dentro de las precauciones y normas de bioética y de confidencialidad del donante de cada pieza dental.

De esta manera fue entregado un documento escrito a cada clínica donante, informando sobre los dientes empleados en el estudio del alcance de la investigación

#### 4. CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Del total de muestras de los tratamientos y considerando los tipos de dientes empleados con fluorosis y sin fluorosis, el análisis descriptivo considerando los valores de resistencia en Megapascuales obtenidas tras las pruebas mecánicas descritas en la tabla 1, son los siguientes:

Tabla 2.

*Datos obtenidos de resistencia adhesiva según los grupos*

| Muestra | Tipo diente | Tratamiento     | Cemento      | Fuerza |
|---------|-------------|-----------------|--------------|--------|
| 1       | sano        | Ácido           | Transbond xt | 20.49  |
| 2       | sano        | Ácido           | Transbond xt | 31.91  |
| 3       | sano        | Ácido           | Transbond xt | 4.54   |
| 4       | sano        | Ácido           | Transbond xt | 28     |
| 5       | sano        | Ácido           | Transbond xt | 14.1   |
| 6       | sano        | Ácido           | Transbond xt | 20.49  |
| 7       | sano        | Ácido           | Transbond xt | 21.08  |
| 8       | sano        | Ácido           | Orthocem     | 18.36  |
| 9       | sano        | Ácido           | Orthocem     | 14.64  |
| 10      | sano        | Ácido           | Orthocem     | 15.97  |
| 11      | sano        | Ácido           | Orthocem     | 15.97  |
| 12      | sano        | Ácido           | Orthocem     | 16.5   |
| 13      | sano        | Ácido           | Orthocem     | 27.94  |
| 14      | sano        | Ácido           | Orthocem     | 29.01  |
| 15      | fluorosis   | Ácido           | Orthocem     | 11.18  |
| 16      | fluorosis   | Ácido           | Orthocem     | 5.32   |
| 17      | fluorosis   | Ácido           | Orthocem     | 7.98   |
| 18      | fluorosis   | Ácido           | Orthocem     | 12.24  |
| 19      | fluorosis   | Ácido           | Orthocem     | 7.72   |
| 20      | fluorosis   | Ácido           | Orthocem     | 18.63  |
| 21      | fluorosis   | Ácido           | Orthocem     | 13.04  |
| 22      | sano        | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 9.58   |
| 23      | sano        | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 16.23  |
| 24      | sano        | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 10.91  |
| 25      | sano        | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 15.97  |
| 26      | sano        | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 20.22  |
| 27      | sano        | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 18.36  |
| 28      | sano        | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 7.19   |
| 29      | fluorosis   | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 7.19   |
| 30      | fluorosis   | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 14.37  |
| 31      | fluorosis   | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 19.16  |
| 32      | fluorosis   | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 9.58   |
| 33      | fluorosis   | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 13.57  |
| 34      | fluorosis   | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 14.64  |
| 35      | fluorosis   | ácd+hipoclorito | Orthocem     | 3.19   |
| 43      | sano        | ácd+arenado     | Orthocem     | 9.85   |

| Muestra | Tipo diente | Tratamiento | Cemento  | Fuerza |
|---------|-------------|-------------|----------|--------|
| 44      | sano        | ácđ+arenado | Orthocem | 9.31   |
| 45      | sano        | ácđ+arenado | Orthocem | 11.98  |
| 46      | sano        | ácđ+arenado | Orthocem | 16.77  |
| 47      | sano        | ácđ+arenado | Orthocem | 13.31  |
| 48      | sano        | ácđ+arenado | Orthocem | 14.1   |
| 49      | sano        | ácđ+arenado | Orthocem | 10.38  |
| 36      | fluorosis   | ácđ+arenado | Orthocem | 6.65   |
| 37      | fluorosis   | ácđ+arenado | Orthocem | 11.18  |
| 38      | fluorosis   | ácđ+arenado | Orthocem | 14     |
| 39      | fluorosis   | ácđ+arenado | Orthocem | 17.03  |
| 40      | fluorosis   | ácđ+arenado | Orthocem | 11.98  |
| 41      | fluorosis   | ácđ+arenado | Orthocem | 11.18  |
| 42      | fluorosis   | ácđ+arenado | Orthocem | 12.24  |

Buscando relacionar los valores de resistencia obtenidos de los tratamientos ejecutados entre dientes con fluorosis se realizó un estudio estadístico excluyendo el grupo control del análisis.

Considerando los datos de resistencia adhesiva entre los grupos, se aprecia diferencias entre dientes sanos y aquellos con fluorosis, en los procedimientos ejecutados (figura 17).

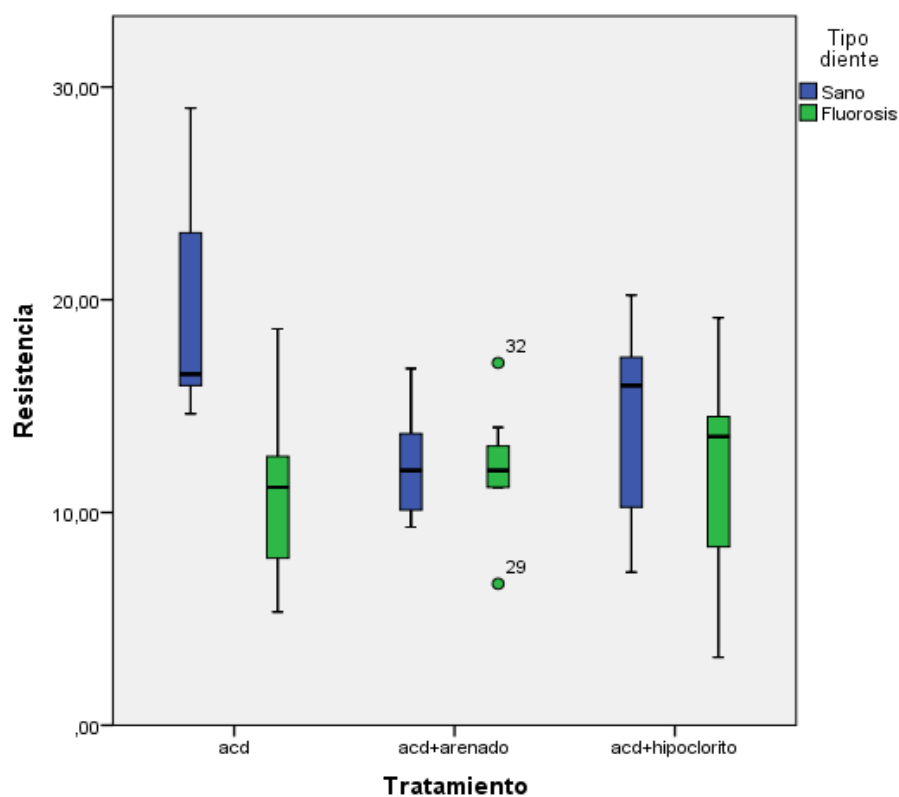


Figura 17. Diagrama de caja y bigote, por tratamiento y cemento utilizados según el tipo de diente.

Lo que se evidencia en la tabla 2, donde los valores de resistencia adhesiva son menores en los dientes afectados con fluorosis (tabla 2).

Tabla 3.

*Datos descriptivos por tratamiento y cemento utilizados según el tipo de diente.*

|                                      | N  | Media | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza para la media |                 | Mínimo | Máximo |
|--------------------------------------|----|-------|---------------------|----------------|--|-----------------|--------|--------|
|                                      |    |       |                     |                | Límite inferior                              | Límite superior |        |        |
| ácido-Orthocem-sano                  | 7  | 19.77 | 6.06                | 2.29           | 14.17  | 25.37           | 14.64  | 29.01  |
| ácido-Orthocem-fluorosis             | 7  | 10.87 | 4.40                | 1.66           | 6.81   | 14.94           | 5.32   | 18.63  |
| ácido+hipoclorito-Orthocem-sano      | 7  | 14.07 | 4.86                | 1.84           | 9.57   | 18.56           | 7.19   | 20.22  |
| ácido+hipoclorito-Orthocem-fluorosis | 7  | 11.67 | 5.36                | 2.02           | 6.72   | 16.63           | 3.19   | 19.16  |
| ácido+arenado-Orthocem-sano          | 7  | 12.24 | 2.68                | 1.01           | 9.77   | 14.72           | 9.31   | 16.77  |
| ácido+arenado-orthocem-fluorosis     | 7  | 12.04 | 3.14                | 1.19           | 9.13   | 14.95           | 6.65   | 17.03  |
| Total                                | 49 | 14.39 | 6.25                | 0.89           | 12.60  | 16.19           | 3.19   | 31.91  |

Al aplicar un ANOVA con post hoc Tukey se comprueba que los datos presentaron varianzas iguales, por lo que el estadístico Levene al 5% de significancia fue ejecutado evidenciándose diferencias significativas al 5% entre los grupos analizados (tabla 3). Siendo las principales diferencias entre los grupos fluorosis y sanos, donde la aplicación del ácido y Orthocem fue realizada ( $p= 0,10$ ) como evidenciado en la tabla 3.

Tabla 4.

*Comparaciones del grupo ácido en dientes sanos versus los otros grupos.*

| (I) Tratamiento-Cemento                                    | (J) Tratamiento-Cemento             | Diferencia de medias (I-J) | Error típico | Sig. | Intervalo de confianza al 95% |                 |
|--|-------------------------------------|----------------------------|--------------|------|-------------------------------|-----------------|
|  |                                     |                            |              |      | Límite inferior               | Límite superior |
| acd-orthocem-sano  | ác-d-orthocem-fluorosis             | 8,8971*                    | 2,4437       | ,010 | 1,5452                        | 16,2490         |
|  | ác-d+arenado-orthocem-sano          | 7,5271*                    | 2,4437       | ,042 | ,1752                         | 14,8790         |
|  | ác-d+arenado-orthocem-fluorosis     | 7,7329*                    | 2,4437       | ,034 | ,3810                         | 15,0848         |
|  | ác-d+hipoclorito-orthocem-fluorosis | 8,0986*                    | 2,4437       | ,024 | ,7467                         | 15,4505         |
| *. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05. |                                     |                            |              |      |                               |                 |

Con respecto al análisis de los fragmentos tras la fractura considerando el índice ARI de permanencia de resina tras la fractura, y tomando en cuenta el tipo más frecuente de fractura presentado por grupo (tabla 4).

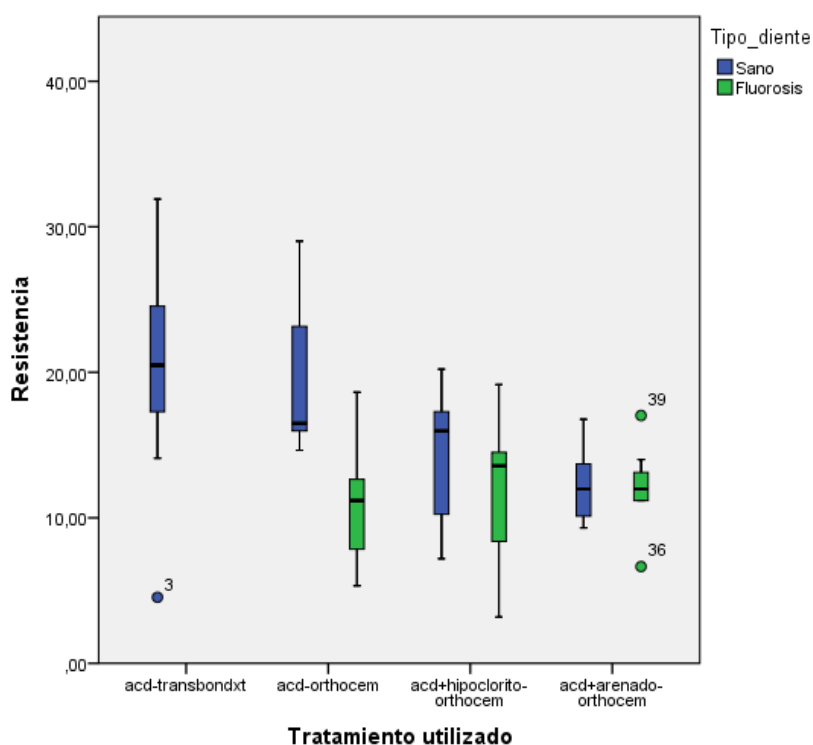
Tabla 5.

*Tipo de fractura por tratamiento ejecutado.*

| Grupo | Tipo diente | tratamiento      | cemento      | Tipo de fractura | Scores del índice de adhesivo remanente ( ARI) (Montasser, Drummond, 2009, pp. 773-776; Sharma, et al., 2014, pp. 29-33; Gungor et al., 2009, pp. 173-197)   |
|-------|-------------|------------------|--------------|------------------|--|
| 1     | Sano        | ácido            | Transbond xt | 3                | 3=Todo el adhesivo permanece en la superficie del diente con una impresión clara de la base de soporte lo que implica que la fractura ocurrió en la interface de soporte es decir el bracket y la resina |
| 2     | Sano        | ácido            | Orthocem     | 2                | 2=Mas de la mitad del adhesivo permanece en la superficie del diente lo que implica que se produjo la fractura de forma predominante en la unión bracket resina.   |
| 3     | Fluorosis   | ácido            | Orthocem     | 0                | 0= no existe adhesivo en la superficie del diente lo que implica que la fractura se produjo en la unión resina esmalte.  |
| 4     | Sano        | ác-d+hipoclorito | Orthocem     | 1                | 1=Menos de la mitad del adhesivo permanece en la superficie del diente lo que implica que se produjo la fractura de forma predominante en la unión resina esmalte.                                       |
| 5     | Fluorosis   | ác-d+hipoclorito | Orthocem     | 0                | 0= no existe adhesivo en la superficie del diente lo que implica que la fractura se produjo en la unión resina esmalte.  |
| 6     | Fluorosis   | ác-d+arenado     | Orthocem     | 0                | 0= no existe adhesivo en la superficie del diente lo que implica que la fractura se produjo en la unión resina esmalte.  |
| 7     | Sano        | ác-d+arenado     | Orthocem     | 0                | 0= no existe adhesivo en la superficie del diente lo que implica que la fractura se produjo en la unión resina esmalte.  |

Con respecto al análisis de las fracturas tomando como referencia la escala ARI, el score 3 puede considerarse como una fractura “Muy bueno” por encontrarse la mayor parte de resina sobre la superficie dental y 0 “Muy malo” por encontrarse la mayor parte de resina en la superficie interna del bracket, se construyó una tabla de contingencia para analizar el grado de relación de los tratamientos descritos anteriormente con la escala de fracturas, a la par los datos fueron analizados mediante el análisis del chi cuadrado, evidenciando una significancia de 0.002 menor al 5%, por lo que se rechaza la hipótesis nula, aceptando la relación existente entre el tratamiento y el tipo de fractura.

La media de cada grupo fue analizada estadísticamente mediante el programa estadístico SPSS, observando que la media se reduce paulatinamente, siendo el grupo tratado con ácido con Transbond XT fue quien obtuvo los mayores valores, observando una reducción de estos valores en los grupos con fluorosis, encontrando la menor resistencia promedio en el grupo ácido y Orthocem en el grupo con fluorosis (figura 18).



*Figura 18.* Diagrama de caja y bigote, por tratamiento y cemento utilizados según el tipo de diente.

Se evidencia así una diferencia entre diente sano y diente con fluorosis en el método arenado seguido de ácido y Orthocem, destacándose en forma general, que la resistencia en promedio es mayor siempre en los dientes sanos (tabla 5).

Tabla 6.

*Datos descriptivos por tratamiento y cemento utilizados según el tipo de diente.*

|                                     | N  | Media | Desviación estándar | Error estándar | 95% del intervalo de confianza para la media |                 | Mínimo | Máximo |
|-------------------------------------|----|-------|---------------------|----------------|--|-----------------|--------|--------|
|                                     |    |       |                     |                | Límite inferior                              | Límite superior |        |        |
| ác-d-Transbond XT sano              | 7  | 20.09 | 8.96                | 3.39           | 11.80  | 28.37           | 4.54   | 31.91  |
| ác-d-Orthocem-sano                  | 7  | 19.77 | 6.06                | 2.29           | 14.17  | 25.37           | 14.64  | 29.01  |
| ác-d-Orthocem-fluorosis             | 7  | 10.87 | 4.40                | 1.66           | 6.81   | 14.94           | 5.32   | 18.63  |
| ác-d+hipoclorito-Orthocem-sano      | 7  | 14.07 | 4.86                | 1.84           | 9.57   | 18.56           | 7.19   | 20.22  |
| ác-d+hipoclorito-Orthocem-fluorosis | 7  | 11.67 | 5.36                | 2.02           | 6.72   | 16.63           | 3.19   | 19.16  |
| ác-d+arenado-Orthocem-sano          | 7  | 12.24 | 2.68                | 1.01           | 9.77   | 14.72           | 9.31   | 16.77  |
| ác-d+arenado-orthocem-fluorosis     | 7  | 12.04 | 3.14                | 1.19           | 9.13   | 14.95           | 6.65   | 17.03  |
| Total                               | 49 | 14.39 | 6.25                | 0.89           | 12.60  | 16.19           | 3.19   | 31.91  |

Al aplicar un ANOVA con post hoc Tukey, se comprueba que los datos presentaron varianzas iguales con el estadístico Levene al 5% de significancia, evidenciándose ausencia de diferencias entre los grupos analizados (Tabla 6). Observándose una única diferencia significativa al 5% entre el grupo tratado con ácido y Transbond XT en dientes sanos y el grupo que recibió ácido y Orthocem en dientes con fluorosis, con un  $p=0.0410$ .

Tabla 7.

*Comparaciones del grupo ácido con Transbond XT versus los otros grupos de tratamiento.*

| (I)<br>Tratamiento<br>utilizado<br>por diente | (J) Tratamiento<br>utilizado por diente  | Diferencia<br>de medias<br>significativa<br>en 0.05 | Error<br>estándar | Sig.   | Intervalo de<br>confianza al 95% |                    |
|---|--|---|-------------------|--------|----------------------------------|--------------------|
|   |  |   |                   |        | Límite<br>inferior               | Límite<br>superior |
| ácido-<br>Transbond<br>XT-sano                | Ácido+orthocem-<br>sano                  | 0.3171  | 2.8969            | 1.0000 | -8.6505                          | 9.2848             |
|   | Ácido+orthocem-<br>fluorosis             | 9.2143*   | 2.8969            | 0.0410 | 0.2467                           | 18.1819            |
|   | ácido+hipoclorito-<br>orthocem-sano      | 6.0214  | 2.8969            | 0.3840 | -2.9462                          | 14.9890            |
|   | ácido+hipoclorito-<br>Orthocem-fluorosis | 8.4157  | 2.8969            | 0.0780 | -0.5519                          | 17.3833            |
|   | ácido+arenado-<br>Orthocem-sano          | 7.8443  | 2.8969            | 0.1210 | -1.1233                          | 16.8119            |
|   | ácido+arenado-<br>Orthocem-fluorosis     | 8.0500  | 2.8969            | 0.1040 | -0.9176                          | 17.0176            |

Lo que pudo ser comprobado al analizar los datos, considerando los tratamientos y los tipos de diente comparando con el grupo control (diente sano con ácido y Transbond XT) mediante la prueba de Dunnett, observándose que el grupo ácido y Orthocem se muestra igual al grupo control. Sin embargo, el resto de grupos muestran diferencias con el control  $p < 0,05$  (tabla 7).

Tabla 8.

*Análisis de Dunnett considerando los tratamientos y los tipos de dientes con el grupo control.*

| Tratamientos           | Sano         | (**)      | Fluorosis    | (**)      |
|------------------------|--------------|-----------|--------------|-----------|
| Ácido                  | 17,3 ± 2,1 a | Igual     | 9,7 ± 2,8 b  | Diferente |
| Ácido +<br>Hipoclorito | 11,8 ± 3,2 b | Diferente | 11,7 ± 2,8 b | Diferente |
| Ácido + Arenado        | 12,2 ± 2,7 b | Diferente | 12,7 ± 2,1 b | Diferente |
| Control                | 18,7 ± 2,4   |           |              |           |

Al analizar con un grado de significancia al 10% las diferencias entre ácido con Transbond XT en dientes sanos y ácido Orthocem en dientes con fluorosis se muestran de 8.4157 con una significancia de  $p=0.0780$ . De manera similar, con



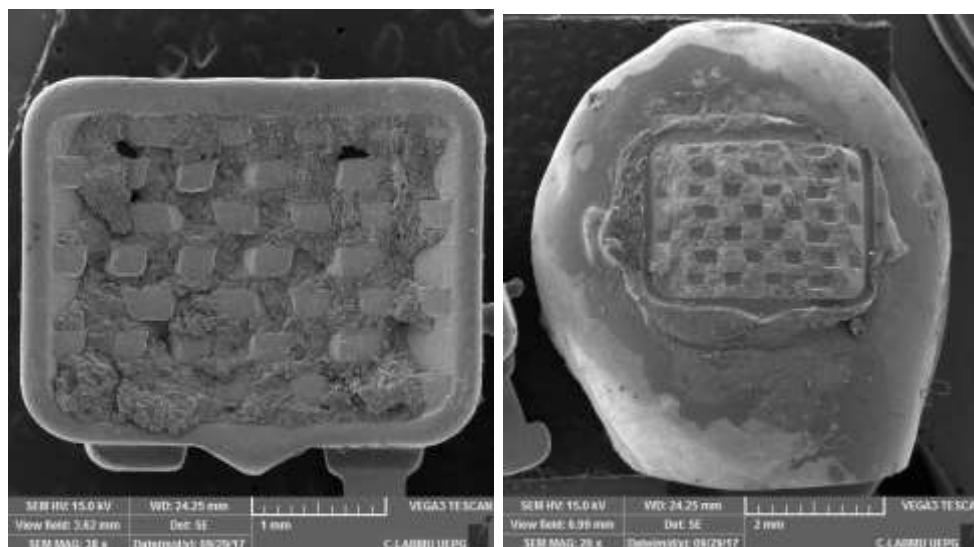
el 10% de significancia, la diferencia entre el grupo ácido con Transbond XT en dientes sanos y arenado seguido de ácido con Orthocem en dientes con fluorosis sería de 8.0500 con una significancia de  $p= 0.1040$ . Demostrando diferencias significativas en dientes con fluorosis más que en dientes sanos.

Destacando el hecho de que el grupo considerado “Gold estándar” fue quien mostró diferencia con los otros grupos, entre los tratamientos probados hipoclorito de sodio y arenado no existió diferencia estadísticamente significativa con el hecho de colocar únicamente ácido sobre la superficie, lo que ocurrió tanto en dientes considerados sanos como en aquellos afectados por fluorosis.

#### **4.1 Análisis al microscopio electrónico de barrido**

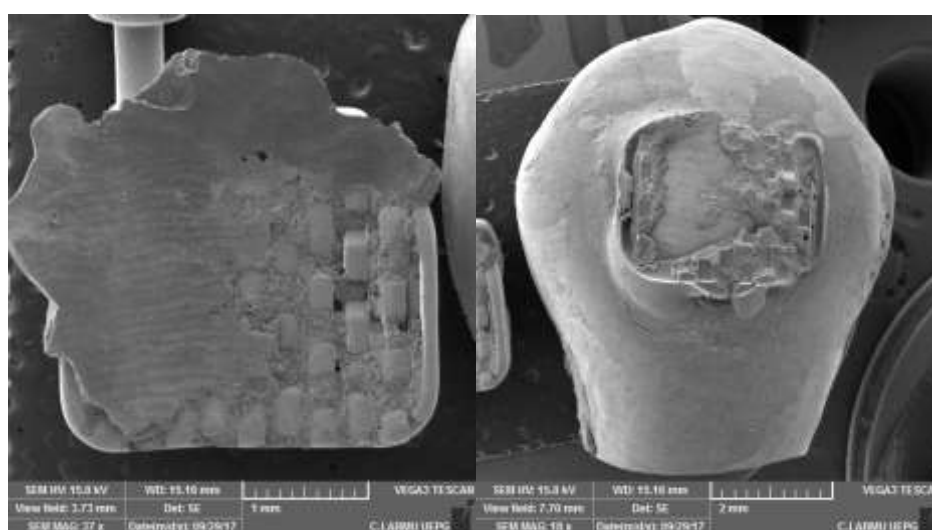
Al analizar al MEB los fragmentos obtenidos de la superficie dental y de la parte interna del bracket escogidos aleatoriamente, la apreciación de cada una de las imágenes se presenta a seguir.

En la muestra correspondiente a diente sano más ácido fosfórico y colocación del cemento Transbond XT, puede apreciarse restos de cemento resinoso sobre la superficie de esmalte en un cien por ciento, por otro lado en la superficie interna del bracket se observa irregularidades propias de su superficie, atribuidas a que se trata de un bracket con una base de cuñas cruzadas, que al momento de realizar el cizallamiento permite que el material resinoso permanezca entrelazado entre ellas. Correspondiendo a un típico score 3 según el ARI (Montasser, Drummond, 2009, pp. 773-776; Sharma, et al., 2014, pp. 29-33; Gungor, et al., 2009, pp. 173-197) el cual refiere que se puede apreciar todo el adhesivo en la superficie del diente con una impresión clara de la base de soporte lo que implica que la fractura ocurrió en la interface de soporte es decir entre el bracket y la resina (figura 19).



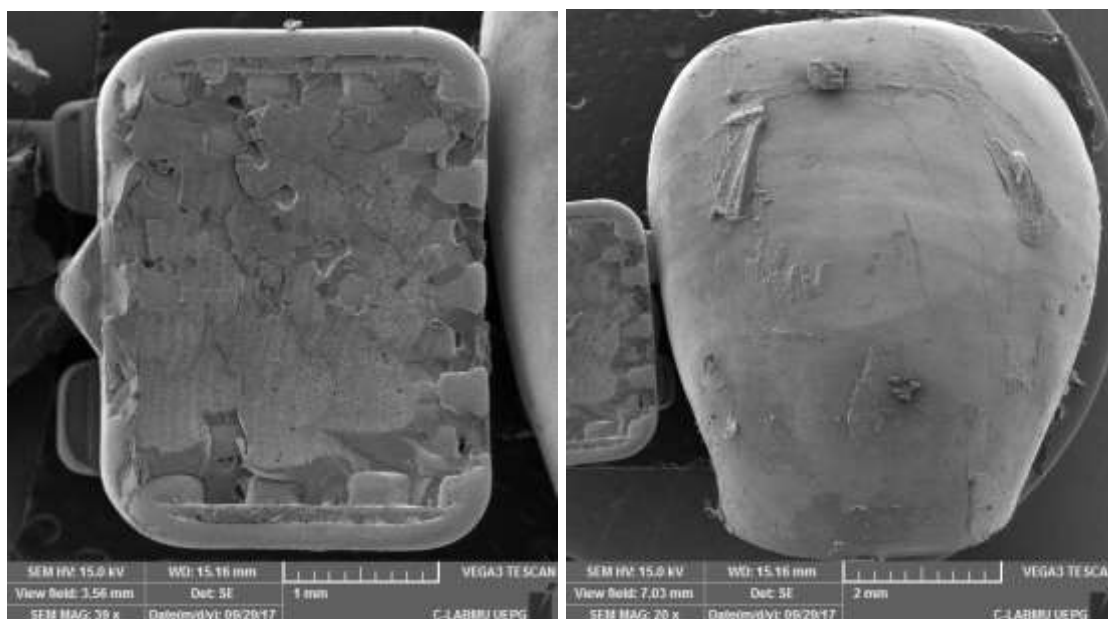
*Figura 19.* Fotomicrografía de muestra perteneciente al grupo control diente sano con ácido y Transbond XT.

Con respecto a la muestra correspondiente al grupo diente sano ácido y Orthocem se aprecia menos de un 50% del material cementante en la superficie vestibular, correspondiendo a un típico score 2 según el ARI (Montasser, Drummond, 2009, pp. 773-776; Sharma, et al., 2014, pp. 29-33; Gungor, et al., 2009, pp. 173-197) el cual refiere que más de la mitad del adhesivo permanece en la superficie del diente lo que implica que se produjo la fractura de forma predominante en la unión bracket resina (figura 20).



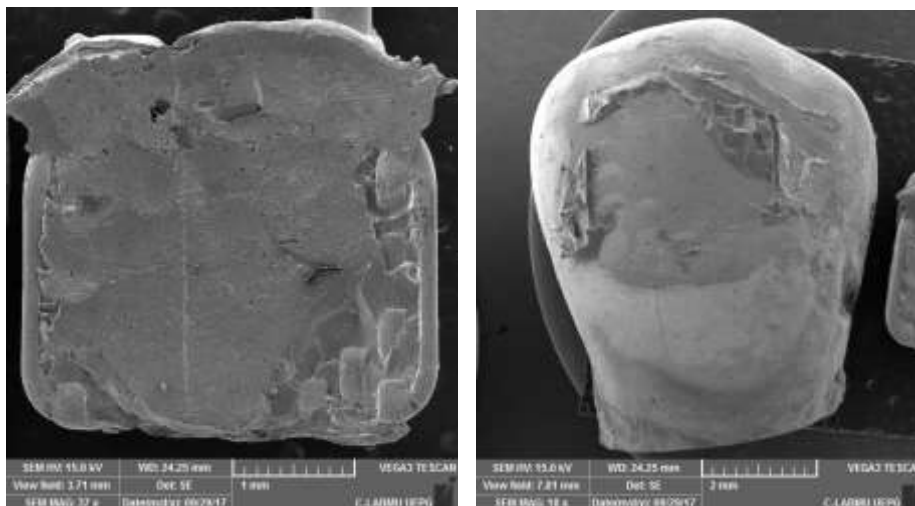
*Figura 20.* Fotomicrografía de muestra perteneciente al grupo diente sano más ácido y Orthocem.

Con respecto a la muestra correspondiente al grupo fluorosis más ácido seguido de cemento Orthocem, puede apreciarse en la superficie dental presencia de áreas débil integración del cemento a la superficie de esmalte, coincidiendo con un típico score 0 según el ARI (Montasser, Drummond, 2009, pp. 773-776; Sharma, et al., 2014, pp. 29-33; Gungor, et al., 2009, pp. 173-197) el cual refiere que no existe adhesivo en la superficie del diente lo que implica que la fractura se produjo en la unión resina esmalte (figura 21).



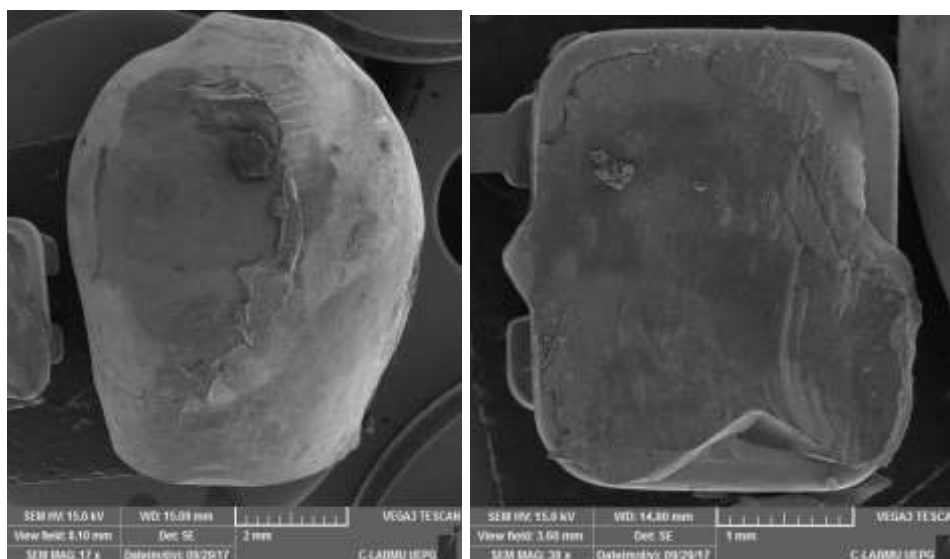
*Figura 21.* Fotomicrografía correspondiente a muestra de grupo diente con fluorosis más ácido más Orthocem.

Con respecto a la muestra correspondiente al grupo conformado por dientes sano en cuya superficie fue colocado hipoclorito de sodio seguido de ácido fosfórico y Orthocem como agente de cementación, puede apreciarse en la superficie vestibular restos de resina correspondientes con el score 1 según el ARI (Montasser, Drummond, 2009, pp. 773-776; Sharma, et al., 2014, pp. 29-33; Gungor, et al., 2009, pp. 173-197) el cual refiere que menos de la mitad del adhesivo permanece en la superficie del diente lo que implica que se produjo la fractura de forma predominante en la unión resina esmalte (figura 22).



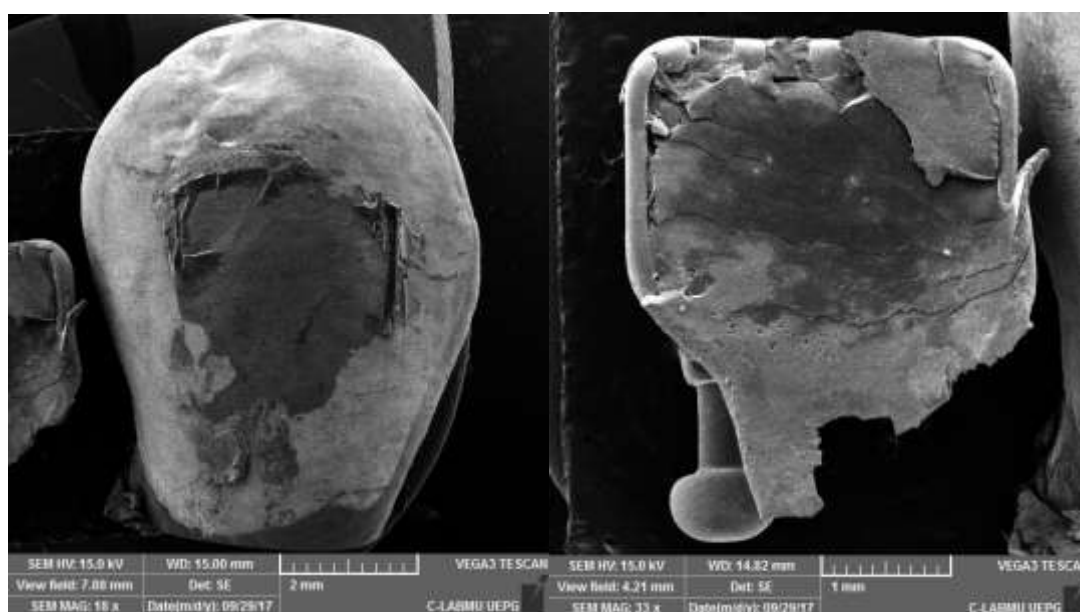
*Figura 22.* Fotomicrografía de muestra correspondiente a diente sano más hipoclorito de sodio previo a la aplicación de ácido fosfórico y Orthocem.

En la muestra correspondiente al grupo formado por dientes afectados por fluorosis donde fuera aplicado hipoclorito de sodio seguido de ácido fosfórico y cemento Orthocem puede apreciarse en la superficie vestibular del diente áreas con desprendimiento de la superficie de esmalte, que coincide con un score 0 según el ARI (Montasser, Drummond, 2009, pp. 773-776; Sharma, et al., 2014, pp. 29-33; Gungor, et al., 2009, pp. 173-197) el cual refiere que no existe adhesivo en la superficie del diente lo que implica que la fractura se produjo en la unión resina esmalte (figura 23).



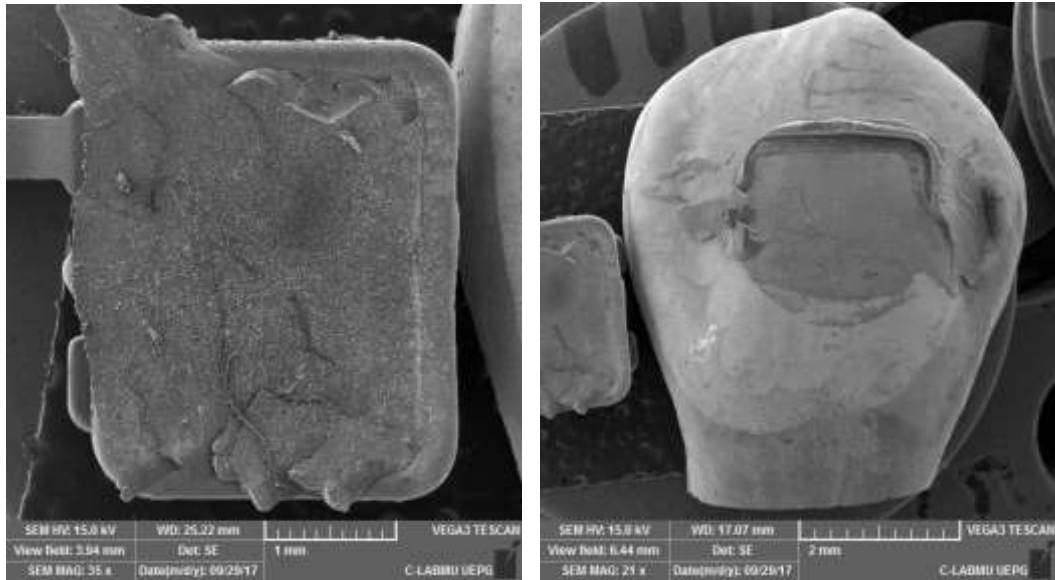
*Figura 23.* Fotomicrografía de muestra de diente afectado por fluorosis donde fue aplicado hipoclorito, ácido y Orthocem.

En la muestra correspondiente al grupo formado por dientes afectados por fluorosis donde fuera colocado arenado seguido de ácido fosfórico y Orthocem puede observarse en la superficie dental ausencia de residuos de resina, lo que lleva a pensar que en cierta área en el momento de ejercer la fuerza se produjo pérdida de tejido posiblemente por la fragilidad de este que coincide con un score 0 según el ARI (Montasser, Drummond, 2009, pp. 773-776; Sharma, et al., 2014, pp. 29-33; Gungor, et al., 2009, pp. 173-197) el cual refiere que no existe adhesivo en la superficie del diente lo que implica que la fractura se produjo en la unión resina esmalte (figura 24).



*Figura 24.* Fotomicrografía de muestra perteneciente al grupo conformado por diente con fluorosis que recibió arenado, ácido fosfórico y Orthocem.

En las microfotografías obtenidas de la muestra correspondiente al grupo diente sano que recibió arenado más ácido fosfórico y cementación con Orthocem puede apreciarse en la superficie vestibular del diente ausencia de restos de material resinoso, coincidiendo con lo referido en un score 0 según el ARI (Montasser, Drummond, 2009, pp. 773-776; Sharma, et al., 2014, pp. 29-33; Gungor et al., 2009, pp. 173-197) el cual refiere que no existe adhesivo en la superficie del diente lo que implica que la fractura se produjo en la unión resina esmalte (figura 25).



*Figura 25.* Fotomicrografía perteneciente al grupo conformado por diente sano que recibió arenado, ácido fosfático y Orthocem.

## 5. DISCUSIÓN

Los resultados del estudio muestran bajos valores de resistencia adhesiva en el esmalte afectado por el hecho de que la fluorosis dental es una alteración específica de la formación de los dientes, producida por la excesiva ingesta de flúor mediante el consumo de agua o ingesta accidental de pastas dentales fluoradas (Takahashi, et al., 2017 pp. CD011850), que desencadenan alteraciones en el esmalte durante las fases de secreción y/o maduración, provocando porosidades en la superficie del esmalte de forma más evidente a nivel de las líneas incrementales de Retzius (Olivares-Keller, et al., 2013, pp. 447-454), en dependencia del grado de compromiso (Khandelwal, et al., 2013, pp. 1-3).

La hipermineralización superficial del tejido afectado está acompañada por una hipomineralización sub superficial (Ibiyemi, et al., 2018, pp. 54-62), afectando a los procesos adhesivos dentales por la resistencia al condicionamiento ácido (Tubert-Jeannin, et al., 2011, pp. CD007592) que la superficie demuestra, como fue comprobado en este estudio. El cemento Orthocem empleado mostró un desempeño adecuado al analizarlo con el cemento Transbond XT empleado como control positivo Gold estándar, hecho que resultó interesante (Shida, et al., 2009, pp. 182-6).

En este estudio fueron empleados dientes con fluorosis en grado leve 2 según el índice de TFI, determinado tras examen clínico por expertos, escogiendo este índice por la asociación con los cambios histopatológicos de la superficie del esmalte que el índice TFI permite (Waidyasekera, et al., 2010, p. 17-23), y por la elevada prevalencia de la enfermedad en el Ecuador y en el mundo (Aguilar-Díaz, et al., 2017, pp. 306-313) lo que determinó el interés por abordar esta patología.

Como ortodoncistas estamos en continuo contacto con superficies afectadas (Celik, et al., 2017, pp. 943-951), más ahora con la excesiva exposición sistémica

del flúor durante el desarrollo de los dientes, desencadenada por la presencia de esta sustancia en diferentes elementos de aseo e incluso alimentos con beneficios indiscutibles en cuanto a la disminución de caries (Waidyasekera, et al., 2010, pp. 17-23).

Lo que coincide con nuestro resultado que puede estar asociado al hecho de que la capa superficial del esmalte fluorótico es altamente hipermineralizada, con espacios interprismáticos llenos de agua y proteínas propias del esmalte y su estructura como ha sido observado en las fotomicrografías con áreas con mayor evidencia de afectación que otras, esta heterogeneidad de distribución de la lesión, convierte al esmalte fluorótico en un tejido difícil de acondicionar (Silva-Benítez, et al., 2013, pp. 152-157) con resistencia de unión significativamente más baja (Suma, et al., 2012, pp. 230-235) coincidiendo con nuestros resultados.

El óxido de aluminio de 27 micras empleado en este estudio, mostro valores de resistencia adhesiva estadísticamente similares a la aplicación de ácido fosfórico únicamente, sin embargo el tiempo requerido, su costo y dificultad de manejo debe ser considerado (Sharma et al 2017pp20-25). La fluorosis grado 2 según el índice TF de los dientes evaluados constituye una forma leve con líneas opacas blancas que corresponden a la posición de los periquematis, que se distribuyen de forma irregular en la superficie adamantina (Ibiyemi, et al., 2018, pp. 54-62), alcanzando un espesor de 2 a 3 mm (Lacruz, et al., 2017, pp. 939-993) con cambios micro estructurales irreparables (Medina, et al., 2016, pp. 34-41) y que al recibir la aplicación del elemento micro abrasivo sufrirá la eliminación de la capa superficial hipermineralizada del esmalte fluorótico en un espesor en media de 200 micras, exponiendo un tejido de mejor calidad (Silva-Benítez, et al., 2013, pp. 152-157), sin embargo en un diente fluorótico la falta de homogenización de las zonas afectadas desencadenan heterogeneidad en la resistencia adhesiva .

La aplicación del óxido de aluminio, provoca energía de la masa en movimiento que al aplicar sobre el diente desarrolla una energía capaz de eliminar tejido (Puddy, et al., 2014, pp. e63-e66; King, et al., 2016, pp. 36-41). Sin embargo La



presencia de una capa residual de oxígeno podría interponerse a la acción acondicionadora afectando los procesos adhesivos e impidiendo un vínculo adhesivo fuerte y fiable entre el esmalte dental y los dispositivos ortodónticos del tipo brackets, de gran importancia en la práctica de la ortodoncia como especialidad (Baherimoghadam, et al., 2016; pp. 193-198). Los sistemas adhesivos auto condicionantes tienen en general un menor desempeño que los adhesivos de condicionamiento ácido total (Vermelho, et al., 2016, pp. 1707-1715); sin embargo ciertos estudios indican que estos sistemas adhesivos considerados leves, contiene monómeros funcionales, con afinidad química a la hidroxiapatita no deben ser precedidos por el condicionamiento con ácido fosfórico (Rosa, et al., 2015, pp. 765-76).

Los resultados revelan el gran reto que representa la cementación del bracket sobre el esmalte fluorotico (Adanir, et al., 2009, pp. 276-80), siendo evidente la necesidad de evaluar la durabilidad de estos sistemas a largo plazo, sobre todo empleando sistema autoadhesivo (Zhang, Wang 2013, pp. 484-491).

Entendiendo que la variabilidad en el pH de los componentes es responsable de la reducción del carbonato del esmalte, modifica la estructura cristalina y provoca aumento en la resistencia del esmalte a la disolución ácida, se hace necesario seguir investigando sistemas autocondicionantes como alternativa de estos procesos, sobre todo al considerar que un tratamiento ortodóntico exitoso depende de la resistencia adecuada del bracket al esmalte (Adanir, et al., 2007, pp. 230-235), con una fuerza de unión mínima de 6 a 8 MPa y que mantengan lo más intacto posible el tejido adamantino, tras la descementación del bracket (El-Angbawi, et al., 2015, pp. CD010887. Waidyasekera, et al., 2010, pp. 17-23).

La fractura donde restos de resina permanecieron en la superficie dental y que puede considerarse como la más adecuada se encontró en el grupo de dientes sanos que recibieron ácido fosfórico y la colocación posterior de todo el proceso adhesivo y de cementación del Transbond XT; así como en el grupo donde el sistema de cementación Orthocem en dientes sanos con aplicación única de ácido fosfórico lo que muestra la efectividad del orthocem y cuando el mismo

procedimiento fue ejecutado sobre dientes con fluorosis los valores disminuyeron notablemente y fueron más frecuentes las fracturas que dejaron restos de material resinoso en la superficie del bracket, es decir consiguieron desprender el material cementante de la superficie dental, coincidiendo con otros autores (Celik, et al., 2017, pp. 943-951) que se explica por la estructura misma del tejido.

Considerando los tratamientos ejecutados en los dientes con fluorosis, se observa desprendimiento de material restaurador permaneciendo menos del 50% de cemento en la superficie del esmalte, se puede observar con mayor frecuencia fractura tanto en el tejido dental como en la superficie interna del bracket.

En el proceso de cementación de brackets al esmalte afectado o no por fluorosis se ha verificado la acción positiva que la colocación de sistemas adhesivos produce sobre la resistencia de unión de estos dispositivos (Baherimoghadam, et al., 2016, pp. 193-8), el sistema Transbond XT empleado en este estudio fue aplicado considerándolo como un “Gold standart” por los resultados previos de estudios ejecutados (Sharma, et al., 2014, pp. 29-33), siguiendo las indicaciones estrictas del fabricante y únicamente sobre dientes considerados sanos, donde tras la colocación de ácido fosfórico sobre la superficie, la aplicación de un sistema adhesivo propio del agente de cementación, con desempeño adecuado como fuera reportado previamente tanto en dientes sanos como aquellos afectados por fluorosis (Shida, et al., 2009, pp. 182-186).

Los resultados obtenidos evidencian que uno de los procedimientos probados mostraron mejor desempeño, la literatura refiere al incremento del tiempo de condicionamiento ácido de la superficie de esmalte como un procedimiento adecuado para incrementar de la resistencia adhesiva (Türkmen, et al., 2010, pp. e119-e124), lo que en este estudio no fue probado, por lo que nuevas interrogantes van surgiendo en la búsqueda de nuevos procedimientos para evitar el desprendimiento total del esmalte cuando el dispositivo ortodontico es retirado, por tanto la adhesión con oxido de aluminio da mejores resultados en la adhesión pero por otro lado es perjudicial para el esmalte .

## **6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **6.1. Conclusiones**

Mediante pruebas de resistencia adhesiva se determina que la aplicación de óxido de aluminio sobre superficies de esmalte fluorotico provoco los mejores valores de resistencia adhesiva.

Mediante pruebas de resistencia adhesiva se determina que la aplicación de hipoclorito de sodio al 5,25% durante un minuto sobre esmalte con fluorosis provoco menos valores de resistencia adhesiva, comparada con su aplicación en esmalte sano.

Mediante pruebas de resistencia adhesiva se determina que la aplicación de ácido fosfórico al 37% durante 20 segundos sobre superficie de esmalte intacto afectado por fluorosis presentando valores menores.

Al considerar considerar el ARI al MEB, la aplicación del óxido de aluminio sobre el esmalte fluorotico provoco una superficie con mínima presencia de cemento dejando áreas de esmalte desprendido, el hipoclorito de sodio al 5.25% y el ácido fosfórico dejaron mayor cantidad de residuos de cemento en la superficie dental.

### **6.2. Recomendaciones**

La adhesión del bracket sobre el esmalte afectado por fluorosis dental aún continúa siendo un reto que el especialista ortodoncista debe cumplir, se recomienda la aplicación de un tratamiento adicional a la colocación de ácido fosfórico, considerando el deseo de conservar intacto el tejido adamantino tras el tratamiento ortodontico.

De acuerdo al alcance y los resultados de esta investigación es recomendable la aplicación de hipoclorito en dientes con esmalte intacto con fluorosis previo a la cementación de bracket ya que las fotomicrografías al MEB evidenciaron

efectividad en cuanto a la integración del sistema adhesivo, cemento y diente con fluorosis.

El estudio y análisis obtenidos del índice de resina residual, el óxido de aluminio aplicado sobre dientes con fluorosis mostró ser un procedimiento altamente agresivo en la fotomicrografía obtenida al Microscopio electrónico de barrido, se pudo apreciar ausencia de residuos de resina en la superficie del diente, con evidencia de desprendimiento de tejido de la superficie lo que se constituye en un hecho desfavorable, para ello se recomienda en estudios posteriores buscar nuevos procedimientos adicionales que se puedan implementar a estos cementos autocondicionantes como un medio de interfaz para evitar el desprendimiento del esmalte fluorótico y de esta manera tener una adhesión ideal y conservar la superficie adamantina afectada por fluorosis.

## REFERENCIAS

- Adanir N, Türkkahraman H, Yalçın Güngör A. (2009). Effects of adhesion promoters on the shear bond strengths of orthodontic brackets to fluorosed enamel. *Eur J Orthod*; 31:276-80. Doi:10.1093/ejo/cjn093
- Aguilar-Díaz FDC, Morales-Corona F, Cintra-Viveiro AC, Fuente-Hernández J. (2017). Prevalence of dental fluorosis in Mexico 2005-2015: a literature review. *Salud Publica Mex*. May-Jun;59(3):306-313. Doi: 10.21149/7764.
- Akkus A, Karasik D, Roperto R. (2017) Correlation between micro-hardness and mineral content in healthy human enamel. *J Clin Exp Dent*. Apr 1;9(4): e569-e573. Doi:10.4317/jced.53345
- American Dental Association. Fluoridation facts, (2005). Available at. Recuperado el 29 de mayo de <http://www.ada.org/public/topics/fluoride/facts/>.
- Azari A, Nikzad Jamnani S, Yazdani A, Atri F, Rasaie V, Fazel Anvari Yazdi A (2017) Deposition of Crystalline Hydroxyapatite Nanoparticles on Y-TZP Ceramic: A Potential Solution to Enhance Bonding Characteristics of Y-TZP Ceramics. *J Dent (Tehran)*.;14(2):62-68. Recuperado el 29 de mayo de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29104596>
- Baherimoghadam T, Akbarian S, Rasouli R, Naseri N (2016). Evaluation of enamel damages following orthodontic bracket debonding in fluorosed teeth bonded with adhesion promoter. *Eur J Dent*. Apr-Jun;10(2):193-8. Doi:10.4103/1305-7456.178296.
- Baherimoghadam T, Akbarian S, Rasouli R, Naseri N. (2016) Evaluation of enamel damages following orthodontic bracket debonding in fluorosed teeth bonded with adhesion promoter. *Eur J Dent*. Apr-Jun;10(2):193-8. Doi:10.4103/1305-7456.178296.
- Baherimoghadam T, Akbarian S, Rasouli R, Naseri N. (2016). Evaluation of enamel damages following orthodontic bracket debonding in fluorosed teeth bonded with adhesion promoter. *Eur J Dent*; 10:193-8.
- Bakhadher W, Talic N, Al Hezaimi K. (2015). Bond strength and micro-computed

- tomographic evaluation of pre-coated brackets. *Aust Orthod J.* 31(2):201-7. Recuperado el 28 de mayo de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26999894>
- Bamboi I, Săveanu CI, Dănilă I, Chiriac H, Gherasim C. (2010) SEM comparative analysis of the composite diacrylic resin-enamel interface in laser and bur prepared cavities. *Rev Med Chir Soc Med Nat Iasi.* Oct-Dec;114(4):1204-8. Recuperado el 28 de mayo de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21500481>
- Bassir MM, Rezvani MB, Ghomsheh ET, Hosseini ZM (2016). Effect of different surface treatments on microtensile bond strength of composite resin to normal and fluorotic enamel after microabrasion. *J Dent (Tehran);*13(6):431-437. Recuperado el 28 de mayo de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28243305>
- Carvalho TS, Lussi A. Susceptibility of enamel to initial erosion in relation to tooth type, tooth surface and enamel depth. *Caries Res.* 2015;49(2):109-15. Doi: 10.1159/000369104
- Celik EU, Yazkan B, Yildiz G, Tunac AT. (2017). Clinical performance of a combined approach for the esthetic management of fluorosed teeth: Three-year results. *Niger J Clin Pract;*20(8):943-951. doi: 10.4103/1119-3077.180066.
- De Jesus Tavares RR, Lima Bezerra G, de Souza Penha KJ, Torres CR, Firoozmand LM. (2017) Er:YAG pre-treatment for bonding of orthodontic bracket: 1 year of in vitro treatment. *Clin Cosmet Investig Dent.* 27;9:19-25. Doi: 10.2147/CCIDE.S129628
- De Moor RJ, Delme KI. (2010). Laser-assisted cavity preparation and adhesion to erbium-lased tooth structure: part 2. present-day adhesion to erbium-lased tooth structure in permanent teeth. *J Adhes Dent.* Apr;12(2):91-102. Doi:10.3290/j.jad.a17523
- Dos Santos AP, Malta MC, de Marsillac MW, de Oliveira BH. (2016). Fluoride Varnish Applications in Preschoolers and Dental Fluorosis in Permanent Incisors: Results of a Nested-cohort Study Within a Clinical Trial. *Pediatr Dent.* Oct 15;38(5):414-418. PMID:

28206898. Recuperado el 28 de mayo de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28206898>

- Durey K, Nattress B. (2015). The Bond Strength of Resin Bonded Bridge Retainers to Abutments of Differing Proportions of Enamel and Composite. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. Mar;23(1):33-9.
- Ekambaram M, Anthonappa RP, Govindool SR, Yiu CKY. (2017). Comparison of deproteinization agents on bonding to developmentally hypomineralized enamel. *J Dent*. pii: S0300-5712(17)30256-7. Doi: 10.1016/j.jdent.2017.10.004.
- El-Angbawi A, McIntyre GT, Fleming PS, Bearn DR. (2015). Non-surgical adjunctive interventions for accelerating tooth movement in patients undergoing fixed orthodontic treatment. *Cochrane Database Syst Rev*. 18;(11):CD010887. Doi: 10.1002/14651858.CD010887.pub2. Review.
- Elnafar AA, Alam MK, Hasan R. (2014). The impact of surface preparation on shear bond strength of metallic orthodontic brackets bonded with a resin modified glass ionomer cement. *J Orthod* 41(3): 201-7. Doi: 10.1179/1465313314Y.0000000097
- Fowler CE, Gracia L, Edwards MI, Willson R, Brown A, Rees GD. (2009). Inhibition of enamel erosion and promotion of lesion rehardening by fluoride: a white light interferometry and micro indentation study. *J Clin Dent*.;20(6):178-85. Recuperado el 28 de mayo de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20131677>
- Gaur A, Maheshwari S, Verma SK, Tariq M. (2016). Effects of adhesion promoter on orthodontic bonding in fluorosed teeth: A scanning electron microscopy study. *J Orthod Sci*. Jul-Sep;5(3):87-91. Doi: 10.4103/2278-0203.186165
- Hamdane N, Kmeid R, Khoury E, Ghoubril J. (2017) Effect of sandblasting and enamel deproteinization on shear bond strength of resin-modified glass ionomer. *Int Orthod* 15(4):600-609. Doi: 10.1016/j.ortho.2017.09.005
- Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, De Munck J. (2012). Bonding effectiveness of a new 'multi-mode'

- adhesive to enamel and dentine. *Journal of Dentistry* 40: 475–484. Doi: 10.1016/j.jdent.2012.02.012.
- Hasija P, Sachdev V, Mathur S, Rath R. (2017) Deproteinizing agents as an effective enamel bond enhancer an in vitro study. *J Clin Pediatr Dent* 41(4): 280-283. Doi: 10.17796/1053-4628-41.4.280.
- Hassan U, Farooq I, Moheet IA, AlShwaimi E. (2017). Cutting efficiency of different dental materials utilized in an air abrasion system. *Int J Health Sci (Qassim)*. Sep-Oct;11(4):23-27. Recuperado el 29 de mayo de 2018 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/29085264>
- Haznedaroglu E, Sozkes S, Menten AR. (2014) Microhardness evaluation of enamel adjacent to an improved GIC sealant after different enamel pre-treatment procedures. *Eur J Paediatr Dent*. Dec;15(4):397-400. Recuperado el 30 de mayo de 2018 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/25517588>
- He Z, Chen L, Hu X, Shimada Y, Otsuki M, Tagami J, Ruan S. (2017). Mechanical properties and molecular structure analysis of subsurface dentin after Er:YAG laser irradiation. *J Mech Behav Biomed Mater*. Oct;74:274-282. Doi: 10.1016/j.jmbbm.2017.05.036
- Ibiyemi O, Zohoori FV, Valentine RA, Kometa S, Maguire A. (2018). Prevalence and extent of enamel defects in the permanent teeth of 8-year-old Nigerian children. *Community Dent Oral Epidemiol*. 46(1):54-62. Doi: 10.1111/cdoe.12328.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (2011). Requisitos del agua potable. Recuperado el 30 de mayo de 2018 de <https://bibliotecapromocion.msp.gob.ec/greenstone/collect/promocion/index/assoc/HASH0158.dir/doc.pdf>
- Khandelwal V, Nayak UA, Nayak PA, Ninawe N (2013). Aesthetic management of dental fluorosis. *BMJ Case Rep*. 1-3. Doi: 10.1136/bcr-2013-010029.
- King J, Milly H, Boyes V, Austin R, Festy F, Banerjee A. (2016) The effect of air-abrasion on the susceptibility of sound enamel to acid challenge. *J Dent*. Mar;46:36-41. Doi: 10.1016/j.jdent.2016.01.009



- Lacruz RS, Habelitz S, Wright JT, Paine ML . (2017). Dental enamel formation and implications for oral health and disease. *Physiol Rev.* Jul 1;97(3):939-993. Doi: 10.1152/physrev.00030.2016
- Lin T, Aoki A, Saito N, Yumoto M, Nakajima S, Nagasaka K, Ichinose S, Mizutani K, Wada S, Izumi Y. (2016) Dental hard tissue ablation using mid-infrared tunable nanosecond pulsed Cr:CdSe laser. *Lasers Surg Med.* Dec;48(10):965-977. Doi: 10.1002/lsm.22508.
- Medina S, Salazar L, Mejía C, Moreno F. (2016). In vitro behavior of the dentin and enamel calcium hydroxyapatite in human premolars subjected to high temperatures. *DYNA* 83(195): 34- 41. Doi: 10.15446/dyna.v83n195.42732
- Miyashita W, Komori A, Takemoto K. (2017). Kommon Base a precise direct bonding system for labial fixed appliances. *Int Orthod.* Sep;15(3):452-466. Doi: 10.1016/j.ortho.2017.06.025.
- Montasser MA, Drummond JL. (2009). Reliability of the adhesive remnant index score system with different magnifications. *Angle Orthod* ; 79:773-336. Doi: 10.2319/080108-398.1
- Moosavi H, Ahrari F, Mohamadipour H. The effect of different surface treatments of demineralised enamel on microleakage under metal orthodontic brackets. 2013; 14(1): 2. Doi: 10.1186/2196-1042-14-2
- Najafi HZ, Moshkelgosha V, Khanchemehr A, Alizade A, Mokhtar A. (2015). The Effect of Four Surface Treatment Methods on the Shear Bond Strength of Metallic Brackets to the Fluorosed Enamel. *J Dent Shiraz Univ Med Sci.*, 16(3 Suppl): 251-259. Recuperado el 29 de mayo de 2018 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/26535405>
- Øgaard B.; Fjeld, M. (2010). The Enamel Surface and Bonding in Orthodontics. *Seminars in orthodontics* 16 (1):37-48. Doi: 10.1053/j.sodo.2009.12.003
- Olivares-Keller D, Arellano-Valeria Mj, Cortés J, Cantín M. (2013). Prevalence and Severity of Dental Fluorosis and its Association with History of Dental Caries in Schoolchildren Consuming Fluoridated Drinking

- Water in Temuco, Chile. *I Int. J. Odontostomat.*, 7(3):447-454. Doi:10.4067/S0718-381X2013000300018.
- Oliveira PHC, Cassoni A, Brugnera A Junior, Tenório IP, Rodrigues JA. (2017) Bond Strength of Abraded and Non-Abraded Bleached Enamel to Resin After Er,Cr:YSGG Laser Irradiation. *Photomed Laser Surg.* Oct;35(10):530-536. Doi: 10.1089/pho.2016.4229
- Puddy AC1, Sunkin JA, Aden JK, Walick KS, Hsu JR. (2014) Cast saw burns: evaluation of simple techniques for reducing the risk of thermal injury. *J Pediatr Orthop.* Dec;34(8): e63-66. Dio-. 10.1097/BPO.0000000000000274
- Ran S, Sun N, Liu Y, Zhang W, Li Y, Wei L, Wang J, Liu B. (2017) Fluoride resistance capacity in mammalian cells involves complex global gene expression changes. *FEBS Open Bio.* 5;7(7):968-980. Doi: 10.1002/2211-5463.12236.
- Ran S, Sun N, Liu Y, Zhang W, Li Y, Wei L, Wang J, Liu B. (2017) Fluoride resistance capacity in mammalian cells involves complex global gene expression changes. *FEBS Open Bio.* 5;7(7):968-980. Doi: 10.1002/2211-5463.12236.
- Reyes-Gasga J, Koudriavtseva O, Herrera-Becerra R, Escobosa A. (2015). XRD Characterization of Crystallinity of Human Tooth Enamel under Influence of Mechanical Grinding. *Materials Sciences and Applications*, 6, 464-472. Doi: 10.4236/msa.2015.66050
- Rosa WL, Piva E, Silva AF. (2015) Bond strength of universal adhesives: A systematic review and meta-analysis. *J Dent.* Jul;43(7):765-76. Doi: 10.1016/j.jdent.2015.04.00
- Seeliger JH, Botzenhart UU, Gedrange T, Kozak K, Stepien L, Machoy M. (2017). Enamel shear bond strength of different primers combined with an orthodontic adhesive paste. *Biomed Tech (Berl).* Aug 28;62(4):415-420. Dio: 10.1515/bmt-2016-0241.
- Sharma R, Kumar D, Verma M. (2017) Deproteinization of Fluorosed Enamel with Sodium Hypochlorite Enhances the Shear Bond Strength of

- Orthodontic Brackets: An In vitro Study. *Contemp Clin Dent*. Jan-Mar;8(1):20-25. Doi: 10.4103/ccd.ccd\_934\_16
- Sharma S, Tandon P, Nagar A. (2014). Shear bond strength of four different orthodontic adhesive. *J Orthodontic Science*; 3 (2): 29-33. Doi: 10.4103/2278-0203.132892.
- Shellis RP, Barbour ME, Jesani A, Lussi A, (2013) Effects of buffering properties and undissociated acid concentration on dissolution of dental enamel in relation to pH and acid type. *Caries Res*; 47:601–611. Do: 10.1159/000351641.x
- Shida K, Kitasako Y, Burrow MF, Tagami J. (2009). Micro shear bond strengths and etching efficacy of a two step self etching system to fluorosed and non fluorosed enamel. *Eur J Oral Sci*. 117: 182-186. Doi: 10.1111/j.1600-0722.2009.00609.x Doi: 10.1111/j.1600-0722.2009.00609.x.
- Shida K, Kitasako Y, Burrow MF, Tagami J. (2009). Micro-shear bond strengths and etching efficacy of a two-step self-etching adhesive system to fluorosed and non-fluorosed enamel. *Eur J Oral Sci*. Apr;117(2):182-6. Doi: 10.1111/j.1600-0722.2009.00609.x.
- Silva-Benítez EL, Zavala-Alonso, V, Martinez-Castanon GA, Loyola-Rodriguez JP, Patiño-Marin N, Ortega-Pedrajo I, García-Godoy F. (2013) Shear bond strength evaluation of bonded molar tubes on fluorotic molars. *Angle Orthod.*; 83: 152-157. Doi: 10.2319/030812-203.1
- Soares CJ, Pereira JC, Souza SJ, Menezes MS, Armstrong SR. (2012) The effect of prophylaxis method on microtensile bond strength of indirect restorations to dentin. *Oper Dent*. Nov-Dec;37(6):602-9. Doi: 10.2341/11-459-L.
- Sobouti F, Dadgar S, Sanikhaatam Z, Nateghian N, Saravi MG. (2016). Effects of two erbium-doped yttrium aluminum garnet lasers and conventional treatments as composite surface abrasives on the shear bond strength of metal brackets bonded to composite resins. *J Orthod Sci*. Jan-Mar;5(1):18-24. Doi: 10.4103/2278-0203.176654.

- Subaşı MG, Alp G. (2017). Repair bond strengths of non-aged and aged resin nanoceramics. *J Adv Prosthodont.* Oct; 9(5):364-370. Doi: 10.4047/jap.2017.9.5.364.
- Suma S, Anita G, Chandra Shekar BR, Kallury A. (2012). The effect of air abrasion on the retention of metallic brackets bonded to fluorosed enamel surface. *Indian J Dent Res.*;23(2):230-5. Doi: 10.4103/0970-9290.100432
- Takahashi R, Ota E, Hoshi K, Naito T, Toyoshima Y, Yuasa H, Mori R, Nango E. (2017). Fluoride supplementation (with tablets, drops, lozenges or chewing gum) in pregnant women for preventing dental caries in the primary teeth of their children. *Cochrane Database Syst Rev.* Oct 23;10: CD011850. Doi: 1002/14651858.CD011850.pub2.
- Tubert-Jeannin S, Auclair C, Amsallem E, Tramini P, Gerbaud L, Ruffieux C, Schulte AG, Koch MJ, Rège-Walther M, Ismail A. (2011). Fluoride supplements (tablets, drops, lozenges or chewing gums) for preventing dental caries in children. *Cochrane Database Syst Rev.* Dec 7;(12):CD007592. Doi: 10.1002/14651858.CD007592.pub2.
- Türkmen C, Sazak-Oveçoğlu H, Günday M, Güngör G, Durkan M, Oksüz M. (2010). Shear bond strength of composite bonded with three adhesives to Er,Cr:YSGG laser-prepared enamel. *Quintessence Int.* Jun;41(6):e119-24. Recuperado el 29 de mayo de 2018 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20490385>
- Vermelho PM, Reis AF, Ambrosano GMB, Giannini M. (2016). Adhesion of multimode adhesives to enamel and dentin after one year of water storage. *Clin Oral Investig.* 2017 Jun;21(5):1707-1715. Doi: 10.1007/s00784-016-1966-1
- Waidyasekera K, Nikaido T, Weerasinghe D, Watanabe A, Ichinose S, Tay F, Tagami J. (2010). Why does fluorosed dentine show a higher susceptibility for caries: an ultra-morphological explanation. *J Med Dent Sci.* Mar;57(1):17-23. Recuperado el 29 de mayo de 2018 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20437762>
- Xu Y, Huang H, Zeng Q, Yu C, Yao M, Hong F, Luo P, Pan X, Zhang A. (2017).

The effect of elemental content on the risk of dental fluorosis and the exposure of the environment and population to fluoride produced by coal-burning. *Environ Toxicol Pharmacol.* 1;56:329-339. Doi: 10.1016/j.etap.2017.10.011

Yassaei S, Aghili H, Hosseinzadeh Firouzabadi A, Meshkani H. (2017). Effect of Er:YAG Laser and Sandblasting in Recycling of Ceramic Brackets. *J Lasers Med Sci.* Winter; 8(1):17-21. Doi: 10.15171/jlms.2017.04

Zhang Y, Wang Y (2013). Effect of reactive and un-reactive substrates on photopolymerization of self-etching adhesives with different aggressiveness. *Dent Mater J.* 32(3):484-91. Recuperado el 29 de mayo de 2018 de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23719012>