



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad en Ortodoncia

COMPARACIÓN DE DOS MATERIALES PARA ADHESIÓN DE BRACKETS EN
DIENTES CON FLUOROSIS

Opción de titulación
Tesis

Que como parte de los requisitos para obtener el Diploma de
Especialidad en Ortodoncia

Presenta:
C.D Eloisa Ortiz Coronel

Dirigido por:
C.D.E.O Jesús Edgar Mandujano Pérez

C.D.E.O Jesús Edgar Mandujano Pérez
Presidente

M. en E. Elisa Rebeca Ascencio Rentería
Secretario

C.D.M.O Luis Andrés Vázquez Landaverde
Vocal

M.E.E.O Luis Alberto Anguiano Martínez
Suplente

M. en O. Elia Irene Núñez Hernández
Suplente

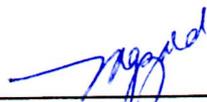

Firma

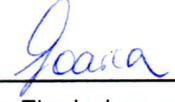
Firma

Firma

Firma

Firma


Dra. Guadalupe Zaldívar Lelo de Larrea
Directora de la Facultad


Dra. Ma. Guadalupe Flavia Loarca Piña
Directora de Investigación y
Posgrado

Centro Universitario
Querétaro, Qro.
Marzo 2018

RESUMEN

Introducción y objetivo: En ortodoncia las piezas dentales con fluorosis representan un problema ante el clínico ya que existe una menor adhesión del bracket al esmalte dental, ocasionando retraso y aumentando los costos en el plan de tratamiento. El propósito de ésta investigación fue comparar la resistencia al cizallamiento de brackets de ortodoncia cementados con 2 diferentes sistemas adhesivos en dientes con fluorosis. **Materiales y Métodos:** Se utilizaron 40 premolares humanos extraídos por motivos ortodóncicos, quedando conformada la muestra en 4 grupos. Grupo I compuesto por 15 dientes con un índice de fluorosis TF4 al cual se le cementaron brackets con resina Transbond Plus Color Change. Grupo II compuesto por 15 dientes con un índice de fluorosis TF4 al cual se le cementaron brackets con Fuji ORTHO LC. Grupo III (grupo control) compuesto por 5 dientes sanos al cual se le cementaron brackets con resina Transbond Plus Color Change. Grupo IV (grupo control) al cual se le cementaron brackets con Fuji ORTHO LC. Posteriormente fueron llevados a la máquina universal de pruebas CMS Metrology WDW-5Y para someterlos a las fuerzas de cizalla. Una vez realizadas las pruebas, se valoró el Índice de remanente adhesivo (ARI) con la ayuda del estereomicroscopio Stemi 305. **Resultados:** Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis no encontrándose diferencias estadísticamente significativas para las pruebas de resistencia al cizallamiento ($p < 0.9022$). Por otra parte la prueba ARI arrojó una diferencia significativa entre el grupo de dientes con fluorosis y el grupo control ($p < 0.039$). **Conclusiones:** No existe diferencia significativa en la fuerza de adhesión en dientes con fluorosis entre el uso de resina Transbond Plus Color Change y el ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC, incluso cuando se realiza ésta comparación con un grupo control de dientes sanos. Sin embargo es necesario la realización de estudios en dientes que presenten un grado de fluorosis mayor al empleado en éste estudio.

(**Palabras clave:** Fluorosis dental, adhesión, resistencia al cizallamiento)

SUMMARY

Introduction and objective: In orthodontics, fluorosed teeth represent a problem for the clinician since there is less adhesion of the bracket to the tooth enamel, causing delays and increasing costs in the treatment plan. The purpose of this research was to compare the shear bond strength of orthodontic brackets cemented with 2 different adhesive systems to fluorosed teeth. **Materials and Methods:** 40 human premolars extracted for orthodontic reasons were used, leaving the sample in 4 groups. Group I composed of 15 teeth with a TF4 fluorosis index to which brackets were bonded with Transbond Plus Color Change resin. Group II composed of 15 teeth with a TF4 fluorosis index to which brackets were bonded with Fuji ORTHO LC. Group III (control group) composed of 5 healthy teeth to which brackets were bonded with Transbond Plus Color Change resin. Group IV (control group) to which brackets were bonded with Fuji ORTHO LC. Then the shear bond strength of the brackets was tested with a CMS Metrology WDW-5Y universal testing machine. Once the tests were carried out, the adhesive remnant index (ARI) was evaluated with the help of Stemi 305 stereomicroscope. **Results:** The Kruskal-Wallis test was performed and no statistically significant differences were found for the shear strength tests ($p < 0.9022$). On the other hand, the ARI test showed a significant difference between the group of teeth with fluorosis and the control group ($p < 0.039$). **Conclusions:** There is no significant difference in the bond strengths of orthodontics brackets between the use of Transbond Plus Color Change resin and the Fuji ORTHO Lc glass ionomer on fluorosed teeth, even when this comparison is made with a control group of healthy teeth. However, it is necessary to carry out studies on teeth that present a higher degree of fluorosis than the one used in this study.

(Key words: Dental fluorosis, adhesion, shear bond strength)

Para mi Familia

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el apoyo económico otorgado para la realización de ésta investigación.

Un reconocimiento especial al Dr. En C. Rubén Abraham Domínguez Pérez, quien participó activamente en el desarrollo y asesoramiento, tanto en el área de laboratorio como en el desarrollo metodológico de éste proyecto. A mi director de tesis Dr. Jesús Edgar Mandujano Pérez por haber aceptado dirigir mi tesis y compartirme sus conocimientos. Al Dr. En C. Miguel Ángel Escobedo Bretado docente de la Universidad Juárez del Estado de Durango por su asesoría y facilitarnos parte del equipo para la realización de las pruebas.

Así mismo agradecemos a la Universidad Autónoma de Querétaro por habernos proporcionado el laboratorio y el equipamiento de éste con la máquina universal de pruebas que se requería para éste estudio.

TABLA DE CONTENIDOS

1. INTRODUCCIÓN	8
1.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	8
1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2. OBJETIVOS.....	16
3. METODOLOGÍA	17
3.1 <i>SUJETO EXPERIMENTAL</i>	17
3.2 <i>MÉTODOS</i>	17
3.3 <i>ANÁLISIS ESTADÍSTICO</i>	29
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1 RESULTADOS	30
4.2 DISCUSIÓN.....	32
4.3 CONCLUSIONES.....	35
5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Comparación de la fuerza de adhesión en los grupos experimentales (MPa).....	30
Tabla 2. Frecuencia y porcentaje de los resultados obtenidos mediante la prueba ARI.....	31

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Revisión de la literatura

Durante el tratamiento de ortodoncia la adhesión de los brackets juega un papel de suma importancia en la duración, costo y resultados del tratamiento, así como de la satisfacción y comodidad que el paciente pueda presentar durante el mismo.

La adhesión es la unión íntima que se sucede entre dos superficies de diferente naturaleza química gracias a fuerzas interfaciales de dos tipos, las primeras químicas y/o electrostáticas y las segundas mecánicas. Las mecánicas pueden ser de efecto geométrico o de efecto reológico y generalmente no se consideran adhesivas sino más bien de traba mecánica. Las químicas ocurren por enlaces covalentes, enlaces particulares de la química del carbono, los cuales son característicos en los polímeros(Craig et al, 2000).

La adhesión de brackets al esmalte ha sido el grabado de éste último con ácido fosfórico, tal y como propuso Bounocore (1955).

Los pasos a seguir para la adhesión directa e indirecta de los brackets en la superficie lingual y vestibular son los siguientes:

- Limpieza
- Acondicionamiento del esmalte
- Sellado
- Adhesión (Graber et al, 2006).

El ortodoncista requiere de un adhesivo que además de disminuir el tiempo en el sillón, sea de fácil manipulación, que le permita tiempo suficiente para colocar la aparatología con fluidez necesaria para mantenerlo en la superficie del diente en lo que éste es polimerizado, que penetre en las retenciones creadas tanto en el diente

como en el bracket, con mínima sorción acuosa y mínimo espesor de película para respetar la prescripción del sistema, fácil identificación y remoción de excedente, que no solubilice, evite la filtración y disminuya el riesgo de desarrollar lesiones bajo el bracket, impidiendo el desprendimiento prematuro de la aparatología, que tenga estabilidad dimensional con la suficiente resistencia al desprendimiento para soportar la biomecánica ortodóncica y previniendo la descementación involuntaria (Newman, 1965 ; Shammaa et al, 1999).

El éxito de la fijación de la aparatología ortodóncica depende de la capacidad del sistema adhesivo de resistir al desprendimiento con el gran número de fuerzas directas aplicadas sobre el bracket, el adhesivo y el esmalte. Actualmente los adhesivos comúnmente usados son a base de resinas. Los sistemas de ionómero de vidrio tienen cierta ventaja, pero su uso en la adhesión de brackets de ortodoncia ha sido limitado debido a propiedades mecánicas inferiores, en particular la fuerza de adhesión (Silverman et al. 1995).

El flúor es un ion de alta electronegatividad, abundante en la corteza terrestre; comúnmente se encuentra asociado y forma fluoruros en rocas (Vázquez et al. 2015). El fluoruro se encuentra principalmente en el agua potable, la sal y en bebidas embotelladas, que constituyen las fuentes principales para el consumo humano. Se ha reportado que más de cinco millones de habitantes en México están crónicamente expuestos a elevadas concentraciones de fluoruros a través del agua para uso y consumo humano (Mascarenhas y Burt, 1998).

En México, la norma oficial mexicana NOM-041SSA-1-1993 establece que la concentración óptima de flúor en el agua envasada de consumo, debe ser de 0.7 ppm, no obstante, existen en el mercado diferentes productos que en su etiqueta no especifican la cantidad de flúor incluido, por lo que se les conoce como productos con “fluoruros ocultos” (NOM, 2000).

La fluorosis dental es un trastorno que se produce por una ingesta excesiva de flúor durante la formación del órgano dentario. Esta alteración se debe a una disminución de la mineralización del esmalte que depende del grado de exposición al flúor. Este proceso se inicia en la dentición temporal, pero las manifestaciones clínicas de la enfermedad son más evidentes en la dentición permanente (Fejerskov et al, 1990).

La principal vía de incorporación del flúor en el organismo humano es la digestiva. Se absorbe rápidamente en la mucosa del intestino delgado y del estómago por un simple fenómeno de difusión. El flúor contenido en el agua potable se absorbe casi totalmente (95-97%) y en menor proporción el unido a los alimentos. Una vez absorbido, el flúor pasa a la sangre y difunde a los tejidos, fijándose específicamente en los tejidos calcificados por los que tiene gran afinidad, como son los huesos y los dientes.

Para que aparezca fluorosis en los dientes son condiciones indispensables:

1. Un consumo excesivo de flúor (aproximadamente por encima de 1,5mg/litro) de forma prolongada.
2. Que el consumo coincida con el período de formación de los dientes, que va desde la gestación hasta los ocho años de edad (Gómez y Gómez, 2002).

Clínicamente se caracteriza por manchas que son blancas, opacas y sin brillo en el esmalte; el diente puede encontrarse estriado o manchado, y las manchas extrínsecas pueden estar entre amarillo y marrón oscuro. Los casos más graves muestran cavidades y zonas de hipoplasia en el esmalte, lo cual puede hacer que el diente pierda su morfología normal (Molina y Bologna, 2015).

Thylstrup y Fejerskov (1978) facilitaron la tipificación de los defectos biológicos del flúor y propusieron un sistema de clasificación conocido como índice TF, que se

basa en los diferentes grados histopatológicos propios de la fluorosis dental y en los cambios adamantinos que se observan en ésta. El índice TF clasifica la fluorosis dental en diez diferentes categorías que se describen a continuación.

Grado TF0: Esmalte normal

Grado TF1: Esmalte dental normal, liso, translucido y cristalino, acompañado por finas líneas blancas opacas horizontales, que siguen la conformación de las periquimatías y logran observarse en el momento de secar el esmalte.

Grado TF2: Esmalte dental normal, liso, translucido y cristalino, acompañado por gruesas líneas blancas opacas horizontales, que siguen la conformación de las periquimatías con la presencia de manchones blancos opacos dispersos sobre la superficie del esmalte.

Grado TF3: Esmalte dental normal, liso, translucido y cristalino, en las que se observan líneas blancas opacas de mayor amplitud que se acentúan en las zonas de las periquimatías, con manchones blancos opacos y de color que varía del amarillo hasta el café, que se hallan dispersos sobre la superficie del esmalte dando la característica de veteado.

Grado TF4: Toda la superficie exhibe una marcada opacidad parecida a un blanco tiza o gris, pudiendo estar acompañada de betas y manchas de color, desde amarillo hasta marrón, pudiendo aparecer partes desgastadas por atrición

Grado TF5: Superficie totalmente blanca opaca con pérdida de partículas superficiales aparentando cráteres redondos de menos de 2mm.

Grado TF6: Superficie totalmente blanca opaca, con mayor cantidad de cráteres, formando bandas horizontales de esmalte faltante.

Grado TF7: Superficie totalmente blanca opaca con pérdida de la superficie de esmalte en aéreas irregulares discontinuas, que se inicia en el tercio incisal u oclusal que abarca menos del 50%de la superficie del esmalte.

Grado TF8: Pérdida de la superficie de esmalte que abarca un área menor de 50%. El remanente de esmalte es blanco opaco.

Grado TF9: Pérdida de la superficie de esmalte que abarca un área mayor de 50%. El remanente de esmalte es blanco opaco (Henostroza 2006).

El tratamiento ortodóncico con aparatología fija requiere de una adecuada adhesión entre el bracket y el esmalte dental, y puede ser un verdadero reto en regiones con fluorosis endémica. Si los valores de la fuerza de adhesión son muy bajos, puede ocurrir un rápido desprendimiento de los brackets como resultado de las fuerzas normalmente producidas, generando un retraso y un incremento en el costo del tratamiento. Los estudios disponibles que evalúan la adhesión de brackets a dientes con fluorosis son escasos y muestran diferentes resultados (Mandall et al, 2014). Como se ha mencionado en la literatura, la fluorosis dental representa un problema endémico en diversas regiones de México.

En ortodoncia las piezas dentales con fluorosis representan un problema ante el clínico ya que existe una menor adhesión del bracket al esmalte dental, ocasionando retraso y aumentando los costos en el plan de tratamiento.

Actualmente existen pocos estudios que comparen la utilización de diferentes sistemas de adhesión a dientes con fluorosis.

En un estudio realizado en México por Betancourt et al, (2013) se encontró que en 18 (64.3%) de las 28 entidades estudiadas, más de 90% de los participantes se ubicó en la categoría muy leve o menor del índice de fluorosis. Los Índices de concentración de fluorosis (ICF) más altos ($1 \leq \text{ICF}$) se observaron en Durango, Zacatecas, Aguascalientes y San Luis Potosí, lo que indica que en estos estados la

fluorosis es un problema de salud pública. En la presente encuesta, el estado de Durango presentó el ICF más elevado. Estudios independientes sobre la concentración de flúor en el agua de este estado identificaron fuentes con hasta 14.0 ppm de flúor. Datos del Valle de Guadiana mostraron ICF > 2.19 lo que indica un nivel grave de fluorosis como problema de salud pública. Otro estado con alto ICF fue Zacatecas, en el que existen antecedentes de la zona de Guadalupe, donde la concentración de flúor en el agua potable fue de 9.0 ppm y la del agua embotellada fue de 3.0 ppm; Aguascalientes también se encontró en el grupo de estados con alto ICF. Los estados de Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Baja California y Chihuahua se ubicaron en un ICF > 0.6 y < 1.0. Existen diferentes reportes en la literatura sobre el tema que han identificado zonas con altos contenidos de flúor en el agua y de fluorosis endémica en estos estados.

En un estudio realizado por Sánchez et al, (2004) en 3 comunidades: La Fuente, Santillán y San José de Laja, municipio de Tequisquiapan, Querétaro, se observó una alta prevalencia de fluorosis dental.

En lo referente a la adhesión de brackets a dientes con fluorosis Mendes et al, (2014) encontraron valores significativamente más bajos en la fuerza de adhesión de brackets en dientes con fluorosis que en los dientes con un esmalte dental sano.

Estudios realizados mediante microscopio electrónico de barrido (Noble et al, 2008) han confirmado que la dificultad en la adhesión a dientes con fluorosis es probablemente atribuida a la incapacidad del esmalte fluorado para ser grabado con ácido fosfórico al 37%, que resulta en una disminución en la fuerza de adhesión. Se ha sugerido que la microabrasión del esmalte fluorado concomitantemente con grabado ácido mejora la adhesión. Sin embargo, los inconvenientes de la microabrasión incluyen daño al esmalte, la necesidad de utilizar un dique de goma, un mal control de polvo de óxido de aluminio o carburo de silicona, ingestión por parte del paciente de las partículas de polvo, aumento del tiempo de trabajo en sillón y los costos así como alergia potencial a dichos productos.

El esmalte con alto contenido de flúor es más resistente al grabado ácido por lo tanto presenta menos irregularidades en la superficie. Dando como resultado una adhesión más débil de la resina como consecuente una pobre retención de los brackets ortodóncicos. En un estudio realizado por Zarur et al (2010) mostró que el sitio de falla en los dientes con fluorosis está presente principalmente en la interface esmalte adhesivo, mostrando una diferencia estadísticamente significativa entre los dientes con y sin fluorosis tratados con diferentes técnicas de grabado.

El desarrollo en los ionómeros de vidrio ha llevado a la introducción de materiales híbridos que contienen resina y estos exhiben propiedades de los dos materiales, generando una adhesión química a la superficie del esmalte sin la necesidad de un grabado ácido previo y la liberación de iones de flúor. Estos cementos incrementan las propiedades anticariogénicas y presentan una mayor fuerza de adhesión que los cementos de ionómero convencionales, así mismo integran las cualidades necesarias para cementación de brackets (Fukino and Komori, 2015).

En generaciones anteriores los cementos de ionómero de vidrio utilizados como adhesivos en ortodoncia demostraron niveles altos de fracaso en comparación con la resina (Fricker, 1992; Norevall et al, 1996; Miller et al, 1996;) . Sin embargo estudios recientes de ionómeros modificados con resina han demostrado resultados clínicos muy favorables (Fricker, 1994; Gaworski et al, 1999).

Es importante realizar investigaciones que muestren los métodos más eficientes que garanticen una mejor adhesión de los brackets a piezas dentales con estos defectos, para poder brindar al paciente un tratamiento efectivo con tiempos ideales de operación.

1.2 Planteamiento del problema

De acuerdo a la literatura diversos autores han comprobado la dificultad que existe en la adhesión de brackets a dientes con fluorosis dental.

Dentro de los inconvenientes presentados, el que mayormente se registra en éstos estudios es la incapacidad del esmalte fluorado para ser grabado, y de ésta manera proporcionar un ambiente adecuado para la adhesión.

Actualmente existen diversos materiales para la cementación de brackets, siendo los de uso más común las resinas compuestas, sin embargo al ser el grabado ácido del esmalte un paso esencial para la utilización de las mismas, su efectividad según los estudios encontrados en dientes con fluorosis se ve disminuida.

Pregunta de investigación

¿Qué material para adhesión de brackets en dientes con fluorosis tiene mayor resistencia al cizallamiento, una resina convencional para cementación de brackets o un ionómero de vidrio modificado con resina?

2. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar la resistencia al cizallamiento de brackets cementados a dientes con fluorosis, mediante resina convencional para ortodoncia o ionómero de vidrio modificado con resina.

Objetivos específicos

- Medir la resistencia al cizallamiento de brackets cementados a dientes con fluorosis con resina convencional para ortodoncia.
- Medir la resistencia al cizallamiento de brackets cementados a dientes con fluorosis con ionómero de vidrio modificado con resina.
- Medir la resistencia al cizallamiento de brackets cementados a un grupo control de dientes sanos, con resina convencional para ortodoncia y con ionómero de vidrio modificado con resina.
- Evaluar el índice de remanente adhesivo ARI en todos los grupos
- Comparar las mediciones realizadas entre los grupos.

3. METODOLOGÍA

3.1 *Sujeto experimental*

Estudio experimental *in Vitro* desarrollado en premolares extraídos por indicaciones ortodónticas con fluorosis clasificados con un índice TF3.

Criterios de inclusión

- Premolares extraídos por indicaciones ortodónticas.
- Premolares clasificados con un grado TF3 de fluorosis.

Criterios de exclusión

- Premolares con caries extensas.
- Premolares con fracturas.
- Premolares con tratamiento químico previo.

Criterios de eliminación

- Aquellos premolares que durante las pruebas mecánicas sufran alguna fractura.
- Aquellos premolares que sufran desprendimiento del bracket antes de realizar las pruebas mecánicas

3.2 *Métodos*

El estudio se llevó a cabo en el periodo 2016-2017 en la Universidad Autónoma de Querétaro, Facultad de Medicina, Santiago de Querétaro, México. En donde se realizaron las pruebas de resistencia al cizallamiento de brackets adheridos a dientes con fluorosis dental, los cuales fueron recolectados en su mayoría de la Ciudad de Victoria de Durango, México.

3.2.1 Descripción de las variables

- Fluorosis dental: Alteración de carácter irreversible sobre el esmalte dental ocasionando una disminución de la mineralización del mismo y que depende del grado de exposición al flúor.
- Resina convencional para ortodoncia: Resina para adhesión de brackets metálicos y cerámicos en ortodoncia compuesto por:
 - 1) Primer: Metacrilato 3M
 - 2) Pasta: Amino benzoato Canforoquinona, Bis-GMA TEGDMA, Silano, Sílice de cuarzo y Canforoquinona
- Ionómero de vidrio modificado con resina: Predominantemente vidrios ionoméricos en un 80% con un 20% de resina fotocurada, el cual endurece mediante una reacción ácido básica entre el ion filtrable del polvo de vidrio y el ácido poliacrílico, en donde el componente de agua es sustituido con resina. Especialmente adecuado para la adhesión de brackets, bandas y aplicaciones ortodónticas. Su capacidad para ser colocado en entornos húmedos sin necesidad de grabado con ácido fosfórico simplifica el procedimiento de cementado.
- Resistencia al cizallamiento: Carga necesaria para producir una fractura en la interface de unión entre dos materiales cuando se aplican fuerzas paralelas en sentido contrario

3.2.3 Definición operacional de las variables

- Fluorosis dental: Se clasificó el grado de fluorosis según el índice TF, siendo seleccionados los órganos dentales que pertenecieran al grupo TF3, esto mediante inspección visual realizada por 2 diferentes evaluadores.
- Resina convencional para ortodoncia: Resina Transbond Plus color Change (3M Unitek, Monrovia, USA)
- Ionómero de vidrio modificado con resina: GC Fuji ORTHO LC (GC Orthodontics).
- Resistencia al cizallamiento: Se evaluará mediante la máquina universal de pruebas CMS Metrology WDW-5Y, y los valores arrojados se registrarán en mega pascales (MPa).

3.2.4 Material y equipo

Para realizar las pruebas experimentales se emplearon los siguientes productos comerciales: Acrílico y monómero, silicona marca Poliformas, cubo de cera de 2 x 2 cm, resina Transbond Plus color Change 3M Unitek, adhesivo Transbond™ MIP, Ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC, ácido grabador Scotchbond 3M ESPE, 40 Brackets edge wise para premolares Borgatta Mirage Sequence 0.018", 40 Microbrush, recipiente almacenador de plástico, Torundas de algodón, Guantes de látex libre de polvo, Agua destilada, Pinzas porta brackets, Explorador, Espátula de cemento, Losetas de papel, Cepillos de profilaxis, Hipoclorito al 5% y un posicionador de brackets Moreli. Además se utilizó el siguiente equipo: Lámpara de fotocurado, máquina universal de pruebas CMS Metrology WDW-5Y y un estereomicroscopio Stemi 305.

3.2.5 Preparación de la muestra

Se utilizaron 40 premolares extraídos por razones ortodónticas, 30 de los cuales fueron seleccionados y clasificados previamente con un índice TF3 y los otros 10 restantes con esmalte dental sano.

Los órganos dentales después de ser extraídos fueron lavados con agua corriente para eliminar restos de sangre o cualquier otro residuo, y posteriormente fueron almacenados en un contenedor de plástico con agua destilada, la cual fue cambiada periódicamente para mantener la limpieza y evitar el deterioro de las piezas.

Se elaboraron moldes de silicona con la ayuda de cubos de cera de 2 x 2 cm, los cuales fueron rellenos con acrílico autocurable y antes de su polimerización se fue montando un premolar por cubo (Fig.1)

Se utilizó acrílico de diferente color para una mejor clasificación e identificación de los grupos.



Fig. 1 Premolares montados en cubo de acrílico y su almacenamiento en agua destilada.

Una vez montados los dientes y antes de la cementación de los brackets, cada premolar fue limpiado por su cara vestibular con hipoclorito de sodio al 5% con la ayuda de un cepillo de profilaxis a baja velocidad (Fig.2), posteriormente fueron enjuagados con agua a presión con una jeringa triple y se secó con aire libre de aceite.



Fig. 2 Limpieza y desinfección

Los 40 dientes fueron divididos en forma aleatoria, quedando conformados y tratados de la siguiente manera:

Grupo I: 15 dientes con fluorosis con un índice TF3, a los cuales les fueron cementados por su cara vestibular brackets con resina Transbond Plus Color Change de la siguiente manera: Una vez realizado el procedimiento de limpieza de la cara vestibular, se procedió a grabar con ácido fosfórico al 35% (Scotchbond 3M ESPE) por 15 segundos, posteriormente se enjuagó con agua a presión durante 15 segundos y se secó con jeringa triple libre de aceite (Fig.3(a)). El esmalte, fue acondicionado con adhesivo Transbond™ MIP, colocando una gota del mismo en un dispensador, posteriormente se sumergió y saturó la punta del microbrush con el adhesivo y se colocó una capa generosa en la cara vestibular del diente hasta cubrir toda la zona grabada, por último se aplicó suavemente aire por 2 segundos. (Fig.3 (b)).

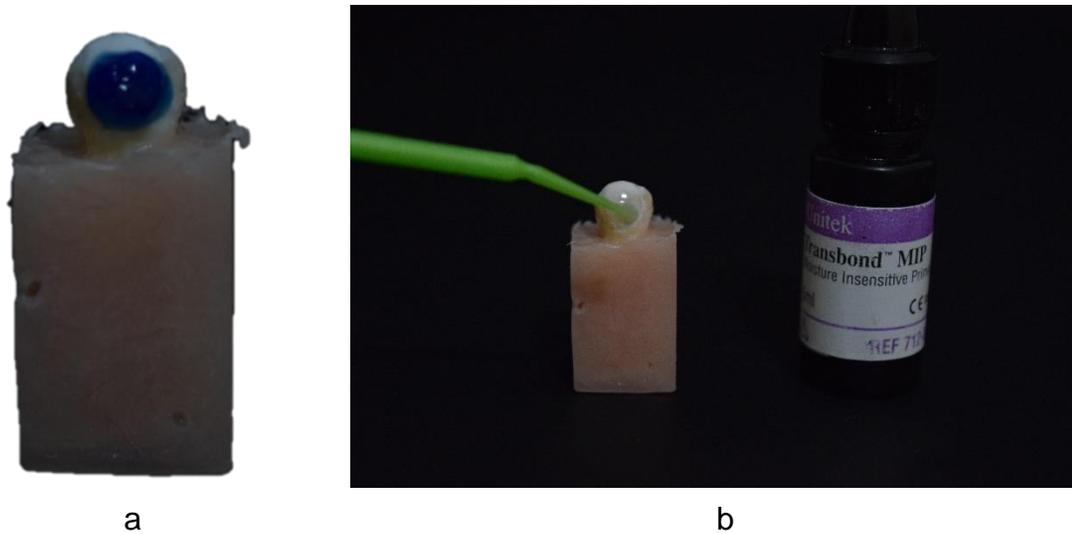
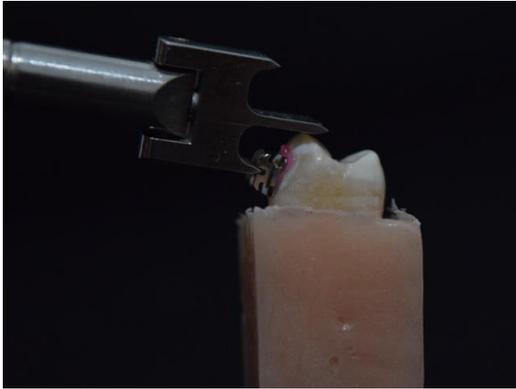


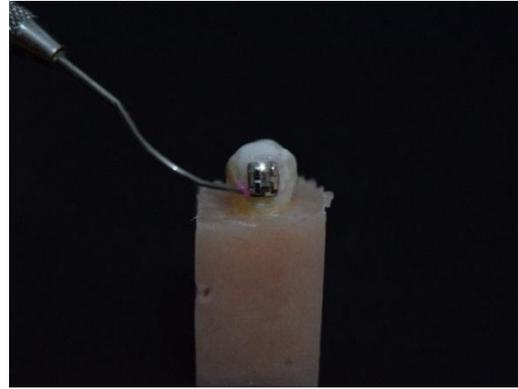
Fig. 3. (a). Grabado del esmalte. (b) Acondicionado del esmalte

Se tomó el bracket con la pinza porta brackets y se colocó sobre la malla del mismo resina Transbond Plus Color Change, y se colocó sobre la superficie acondicionada del diente a 4 mm del borde oclusal con la ayuda del posicionador de brackets, ejerciendo la presión suficiente para que el exceso de adhesivo saliera por los bordes del bracket, los cuales fueron retirados con la ayuda de un explorador antes de su fotopolimerización (Fig. 4 (a y b)).

Una vez colocado el bracket en su posición, se colocó la punta de la lámpara de fotopolimerización en cada uno de los 4 bordes del bracket fotopolimerizando por 5 segundos para cada una de las muestras (Fig. 5 (a y b))

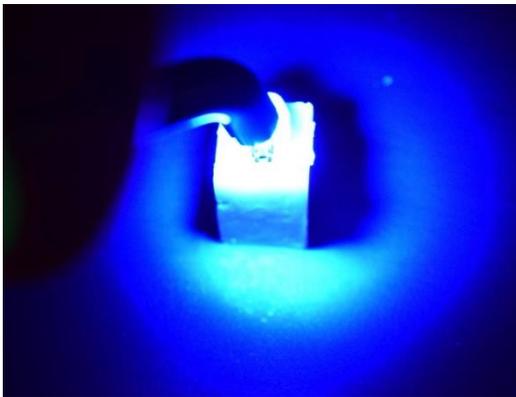


a



c

Fig.4. (a) posicionado del bracket. (b) Retiro de excedente de adhesivo



a



b

Fig.5. (a) Colocación de la lámpara de fotocurado. (b) bracket fotopolimerizado

Grupo II: 15 dientes con fluorosis con un índice TF3, a los cuales les fueron cementados por su cara vestibular brackets con Fuji ORTHO LC de la siguiente manera: Una vez realizado el procedimiento de limpieza de la cara vestibular, se procedió a grabar con ácido fosfórico al 35% (Scotchbond 3M ESPE) por 15 segundos, esto a pesar de ser una medida opcional según indicaciones del fabricante, se decidió hacerlo para mantener las mismas condiciones del esmalte que en las demás muestras, posteriormente se enjuagó con agua a presión durante

15 segundos, y se eliminó el excedente de agua sin desecar con torundas de algodón. Una vez preparada la superficie del diente se realizó la mezcla del material con ayuda de una espátula de cemento y losetas de papel, en una proporción polvo y líquido de 3.0gr/1.0gr. Se dividió el polvo en 2 partes iguales mezclando la primer parte con todo el líquido durante 10 segundos y posteriormente se incorporó el polvo restante y se mezcló durante 15 segundos (Fig.6).

Finalmente se tomó el bracket con la pinza porta brackets y se colocó sobre la malla del mismo la mezcla de ionómero, y se colocó sobre la superficie acondicionada del diente a 4 mm del borde oclusal con la ayuda del posicionador de brackets, ejerciendo la presión suficiente para que el exceso de adhesivo saliera por los bordes del bracket, los cuales fueron retirados con la ayuda de un explorador antes de su fotopolimerización.

Una vez colocado el bracket en su posición, la punta de la lámpara de fotopolimerización se colocó en cada uno de los 4 bordes del bracket fotopolimerizando por 5 segundos para cada una de las muestras.

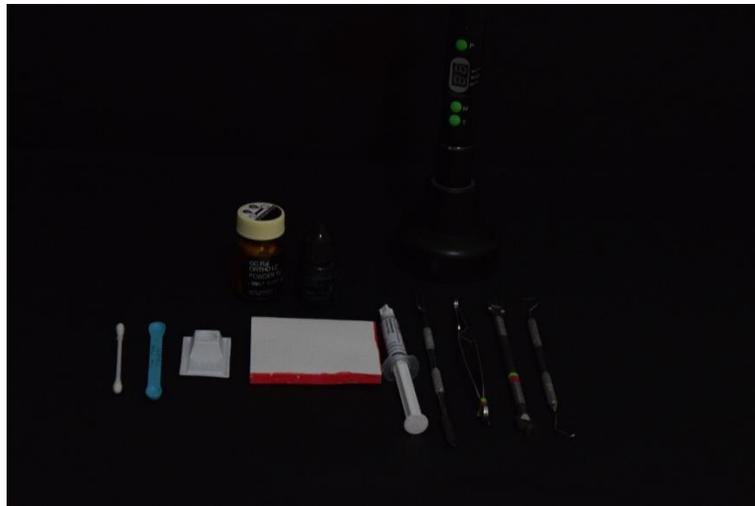


Fig.6. Material para cementado con Fuji ORTHO LC

Grupo III: 5 dientes con esmalte dental sano, a los cuales les fueron cementados por su cara vestibular brackets con resina Transbond Plus Color Change de la siguiente manera: Una vez realizado el procedimiento de limpieza de la cara vestibular, se procedió a grabar con ácido fosfórico al 35% (Scotchbond 3M ESPE) por 15 segundos, posteriormente se enjuagó con agua a presión durante 15 segundos y se secó con jeringa triple libre de aceite. El esmalte, fue acondicionado con adhesivo Transbond™ MIP, colocando una gota del mismo en un dispensador, posteriormente se sumergió y saturó la punta del microbrush con el adhesivo y se colocó una capa generosa en la cara vestibular del diente hasta cubrir toda la zona grabada, por último se aplicó suavemente aire por 2 segundos.

Se tomó el bracket con la pinza porta brackets y se colocó sobre la malla del mismo resina Transbond Plus Color Change, y se colocó sobre la superficie acondicionada del diente a 4 mm del borde oclusal con la ayuda del posicionador de brackets, ejerciendo la presión suficiente para que el exceso de adhesivo saliera por los bordes del bracket, los cuales fueron retirados con la ayuda de un explorador antes de su fotopolimerización.

Una vez colocado el bracket en su posición, la punta de la lámpara de fotopolimerización se colocó en cada uno de los 4 bordes del bracket fotopolimerizando por 5 segundos para cada una de las muestras.

Grupo IV: 5 dientes con esmalte dental sano, a los cuales les fueron cementados por su cara vestibular brackets con Fuji ORTHO LC de la siguiente manera: Una vez realizado el procedimiento de limpieza de la cara vestibular, se procedió a grabar con ácido fosfórico al 35% (Scotchbond 3M ESPE) por 15 segundos, esto a pesar de ser una medida opcional según indicaciones del fabricante, se decidió hacerlo para mantener las mismas condiciones del esmalte que en las demás muestras, posteriormente se enjuagó con agua a presión durante 15 segundos, y se eliminó el

excedente de agua sin desecar con torundas de algodón. Una vez preparada la superficie del diente se realizó la mezcla del material con ayuda de una espátula de cemento y losetas de papel, en una proporción polvo y líquido de 3.0gr/1.0gr. Se dividió el polvo en 2 partes iguales mezclando la primer parte con todo el líquido durante 10 segundos y posteriormente se incorporó el polvo restante y se mezcló durante 15 segundos.

Finalmente se tomó el bracket con la pinza porta brackets y se colocó sobre la malla del mismo la mezcla de ionómero, y se colocó sobre la superficie acondicionada del diente a 4 mm del borde oclusal con la ayuda del posicionador de brackets, ejerciendo la presión suficiente para que el exceso de adhesivo saliera por los bordes del bracket, los cuales fueron retirados con la ayuda de un explorador antes de su fotopolimerización.

Una vez colocado el bracket en su posición, se colocó la punta de la lámpara de fotopolimerización en cada uno de los 4 bordes del bracket fotopolimerizando por 5 segundos para cada una de las muestras.

3.2.6 Prueba de resistencia al cizallamiento

Para realizar las pruebas mecánicas los cubos con los premolares montados fueron colocados en un soporte de acero de forma circular y sujetos firmemente mediante 4 tornillos como se muestra en la Fig. 7.

Una vez colocado el soporte con el cubo montado en la Máquina Universal de Pruebas CMS Metrology WDW-5Y, se ajustó la hoja de corte biselada adaptada en la Máquina Universal de Pruebas de tal forma que se encontrara justo en la interface bracket – esmalte (Fig. 8), la cual se hizo descender a una velocidad de 1mm/min

de acuerdo a la estandarización ISO/TS 1145 (Specification 2003) , hasta el desprendimiento del bracket.

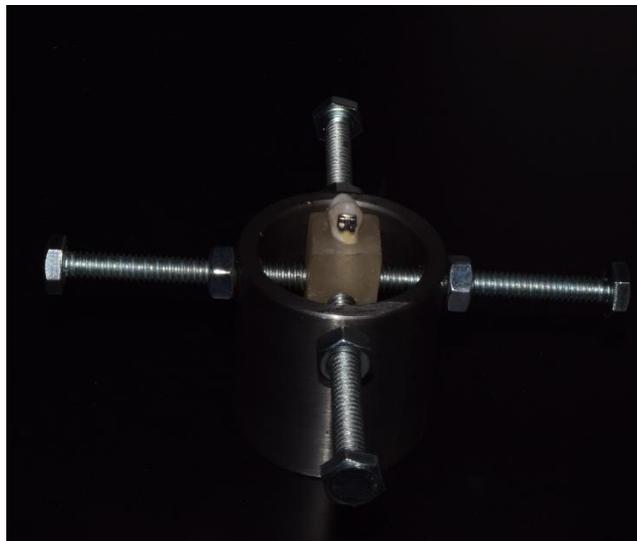


Fig. 7. Cubo montado en el soporte de acero

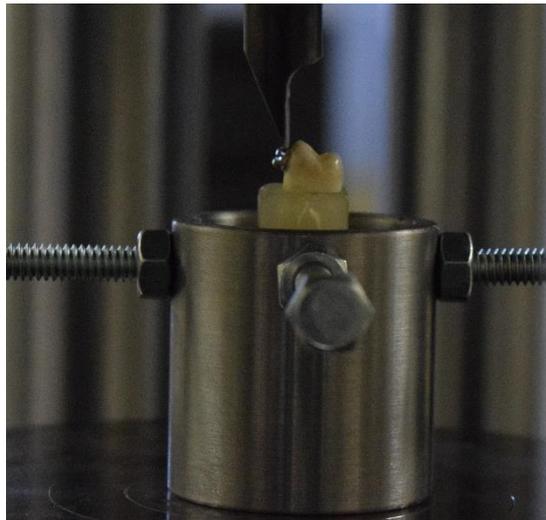


Fig. 8. Posición de la hoja de corte

Los resultados fueron registrados en Newton y convertidos a MPa de acuerdo al área de la superficie de la base del bracket (12.3 mm²)

3.2.7 Prueba ARI

Una vez realizadas las pruebas de resistencia al cizallamiento, se procedió a analizar la superficie del esmalte de cada muestra según el índice de Artun y Bergland (Artun y Bergland, 1984) el cual utiliza una escala del 0 – 3 en donde:

0: Sin adhesivo remanente en esmalte

1: Menos de la mitad de adhesivo remanente en esmalte

2: Mas de la mitad de adhesivo remanente en esmalte

3: Todo el adhesivo en el esmalte

Éste análisis fue realizado con la ayuda del estereomicroscopio Stemi 305 y la participación de 2 diferentes evaluadores (Fig. 9).

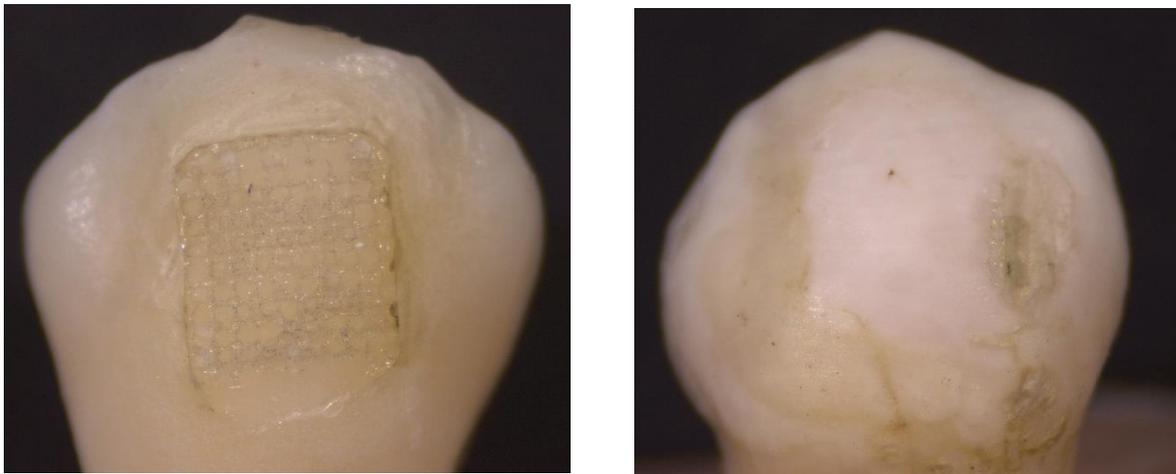


Fig. 9. Fotografías tomadas con estereomicroscopio Stemi 305

3.3 *Análisis estadístico*

Los datos fueron almacenados en hojas de Excel. Al ser un estudio no paramétrico se realizó el análisis de Kruskal-Wallis para la prueba de resistencia al cizallamiento y de Chi cuadrada para el índice ARI con la ayuda del software GraphPad Prism 7.02, con un nivel de significancia de $p < 0.5$.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados

En la tabla 1 se muestran los resultados de la prueba de cizallamiento en cada uno de los grupos experimentales. Se realizó la prueba de Kruskal-Wallis no encontrándose diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.9022$).

Tabla 1. Comparación de la fuerza de adhesión en los grupos experimentales (MPa)

	N	$X \pm D.E.$	Rango
Grupo I	15	18.75 ± 0.91	(15.3-25.1)
Grupo II	15	19.3 ± 1.51	(10.8-26)
Grupo III	5	20 ± 3.1	(11.66-28.1)
Grupo IV	5	20.1 ± 1.06	(18-24.4)

*Kruskal – Wallis Test ($p < 0.9022$); MPa: Mega pascales; Grupo I: Brackets cementados a dientes con fluorosis con resina Transbond XT; Grupo II: Brackets cementados a dientes con fluorosis con Ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC; Grupo III: Brackets cementados a dientes sanos con resina Transbond XT; Grupo IV: Brackets cementados a dientes sanos con Ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC

En la tabla 2 se muestra la frecuencia y porcentaje de las evaluaciones al realizar la prueba de Índice de remanente adhesivo (ARI), la cual fue analizada estadísticamente con la prueba de Chi cuadrada, arrojando una diferencia significativa entre el grupo de dientes con fluorosis y el grupo control ($p < 0.039$).

Tabla 2. Frecuencia y porcentaje de los resultados obtenidos con la prueba ARI

Grupos	Índice de ARI			
	Sin adhesivo remanente en esmalte (0)	Menos de la mitad de adhesivo en esmalte (1)	Más de la mitad de adhesivo remanente (2)	Todo el adhesivo en el esmalte (3)
Grupo I	9 (30%)	10(33.33%)	9(30%)	2(6.67%)
Grupo II	9(30%)	8(26.67%)	7(23.33%)	6(20%)
Grupo III	0(0%)	5(50%)	1(10%)	4(40%)
Grupo IV	0(0%)	2(20%)	3(30%)	5(50%)

Chi cuadrada $p < 0.039$; ARI 0: No quedó adhesivo remanente en la superficie del esmalte; ARI 1: Menos de la mitad del adhesivo se mantuvo en el esmalte; ARI 2: Más de la mitad del adhesivo se mantuvo en la superficie del esmalte; ARI 3: 100% del adhesivo se mantuvo en la superficie del esmalte

4.2 Discusión

La adhesión de brackets en ortodoncia toma un papel de suma importancia para la calidad, tiempos y costos de operación durante el tratamiento del mismo. Como se ha mencionado anteriormente la fluorosis dental representa un reto ante el clínico a la hora de cementación de los brackets.

Las recomendaciones basadas en la evidencia sobre la adhesión ortodóncica al esmalte con fluorosis son escasas en la literatura dental. Esto se puede ver reflejado en las pocas investigaciones sobre la adhesión de diferentes materiales de unión al esmalte fluorado en general (Naretto 2011).

El presente estudio evaluó la adhesión que presentan dos sistemas adhesivos para brackets en dientes con fluorosis. Encontrando que el rango de valores en el desprendimiento de brackets en dientes con fluorosis por medio de la prueba de resistencia al cizallamiento fue de 10.8-26 MPa.

Los valores obtenidos entre el grupo I (18.75 ± 0.91), grupo II (19.3 ± 1.51), grupo III (20 ± 3.1) y grupo VI (20.1 ± 1.06) no obtuvieron diferencias significativas entre ellos. Sin embargo, se presentaron valores más altos que los obtenidos en estudios que evalúan la fuerza de adhesión en dientes con fluorosis en donde los valores obtenidos en la prueba de cizallamiento presentan una media de 15.1 MPa (Mendes et al. 2014).

También contrasta con los resultados obtenidos en otro estudio (Adanir et al. 2009), en donde se evaluó el efecto de la fluorosis en la resistencia al desprendimiento de brackets de ortodoncia, en donde treinta dientes con fluorosis y 15 dientes con esmalte dental sano se incluyeron en el estudio. Los resultados mostraron que la fluorosis redujo significativamente la resistencia al desprendimiento de brackets de ortodoncia.

Los brackets cementados con resina Transbond Plus Color Change a dientes con fluorosis presentaron una media en la resistencia a la fuerza de cizallamiento de 18.75 MPa, estos valores fueron ligeramente mayores a los registrados en otro estudio realizado en dientes con fluorosis (Isci et al. 2011) en donde se utilizó la resina Transbond XT y la media se encontraba en 15.22 MPa.

Por otra parte los brackets cementados con ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC a dientes con fluorosis presentaron una media en la resistencia a la fuerza de cizallamiento de 19.3 MPa, estos valores son mucho más altos que los registrados en dientes con esmalte sano que utilizaron en otro estudio en donde evaluaban la resistencia al desprendimiento de brackets en dientes sanos y dientes con blanqueamiento previo, obteniendo una media de 11.67 MPa para el grupo de dientes sanos (Cacciafesta et al. 2006).

Actualmente en la literatura no se encontraron estudios que describan la fuerza de adhesión de brackets a dientes con fluorosis comparando estos dos materiales; Ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC y resina Transbond Plus Color Change. Sin embargo, en un estudio realizado comparando ambos materiales pero en esmalte dental sano, en donde se utilizó como muestra 100 premolares extraídos por razones ortodóncicas y analizando los dos materiales con diferentes tiempos de grabado y contaminación con agua, llegaron a la conclusión de que el material Fuji ORTHO LC era capaz de lograr la misma o mayor adhesión en algunos casos que la lograda por la resina Transbond XT incluso si el esmalte no había sido grabado o se encontraba contaminado con agua previo al cementado (Cheng et al. 2011).

Estos resultados antes mencionados no concuerdan con nuestro estudio ya que como se mencionó previamente no existe diferencia significativa entre los valores obtenidos al comparar estos materiales tanto en dientes con fluorosis como en el grupo de dientes sanos.

Las diferencias de los resultados experimentales obtenidos en esta investigación comparadas con estudios previos pudieran deberse al tipo de bracket utilizado, tipo de diente, tiempos de grabado o el grado de fluorosis, ya que en la mayoría de los trabajos realizados se observa que al realizar una fuerza de tracción sobre un bracket adherido con una resina al esmalte dentario, el fracaso de la adhesión se sitúa entre la malla del bracket y el adhesivo, se supone que los restos de adhesivo que quedan sobre el esmalte necesitarían fuerzas mayores para su descementación (Otal 2002).

En éste estudio, al realizar la prueba de ARI se encontró una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.039$) entre los brackets cementados a dientes con fluorosis y el grupo control de dientes sanos, en donde los dientes sanos obtuvieron un mayor remanente de adhesivo, lo cual sugiere que en el grupo de dientes con fluorosis la unión entre el adhesivo ortodóncico y el esmalte no es tan fuerte como en un diente sano (Mendes et al. 2014). Sin embargo, desde un punto de vista clínico y conservador, una cantidad de adhesivo residual escasa es preferible para limpiar la superficie del esmalte de una manera más fácil, rápida y con una mínima intervención (Anon 2008).

A pesar de esto no se observó una relación directa entre la fuerza de tracción ejercida y la cantidad de adhesivo remanente en el esmalte entre ambos grupos.

4.3 Conclusiones

Los resultados obtenidos indican que no existe diferencia significativa ($p < 0.9022$) en la fuerza de adhesión en dientes con fluorosis entre el uso de resina Transbond Plus Color Change (18.75 ± 0.91 MPa) y el Ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC (19.3 ± 1.51 MPa)

No existe diferencia significativa ($p < 0.9022$) en la fuerza de adhesión de brackets entre los grupos de dientes con fluorosis utilizando resina Transbond Plus Color Change (18.75 ± 0.91 MPa), Ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC (19.3 ± 1.51 MPa) y el grupo control de dientes sanos que utilizó Ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC (20.1 ± 1.06) y resina Transbond Plus Color Change (20 ± 3.1).

Los valores de la escala de ARI para los dientes sanos en los que se utilizó resina Transbond Plus Color Change (40% Índice ARI3) y cemento de Ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC (50% Índice ARI3) fueron mayores ($p < 0.039$) que para los dientes con fluorosis en los que se utilizaron los mismos materiales, resina Transbond Plus Color Change (6.67% Índice ARI3) y cemento de Ionómero de vidrio Fuji ORTHO LC (20% Índice ARI3), esto a pesar de no existir diferencia en la resistencia al cizallamiento entre los grupos evaluados.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Adanir, N., Türkkahraman, H. & Yalç, A., 2009. Effects of adhesion promoters on the shear bond strengths of orthodontic brackets to fluorosed enamel. , 31(December 2008), pp.276–280.
- Anon, 2008. Efectos de un nuevo agente de autograbado en la resistencia al descementado de las brackets ortodóncicas. , pp.207–212.
- Artun & Bergland, 1984. Clinical trials with crystal growth conditioning as an alternative to acid-etch enamel pretreatment.
- Betancourt-Lineares, A. et al., 2013. Prevalencia de fluorosis dental en localidades Mexicanas ubicadas en 27 estados y el D.F. A seis años de la publicación de la Norma Oficial Mexicana para la fluoruración de la sal. *Revista de Investigacion Clinica*, 65(3), pp.237–247.
- Cacciafesta, V. et al., 2006. The effect of bleaching on shear bond strength of brackets bonded with a resin-modified glass ionomer. , pp.83–87.
- Cheng, H.Y. et al., 2011. Bond strength of orthodontic light-cured resin-modified glass ionomer cement. , 33(August 2010), pp.180–184.
- Craig, R. G., Powers, J. M., Wataha, J.C., 2000. *Dental materials*,
- Fejerskov, O., Manji, F. & Baelum, V., 1990. The nature and mechanisms of dental fluorosis in man. *Journal of dental research*, 69(2 suppl), pp.692–700.
- Fricker, J.P., 1992. A 12-month clinical evaluation of a glass polyalkenoate cement for the direct bonding of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 101(4), pp.381–384.
- Fricker, J.P., 1994. A 12-month clinical evaluation of a light-activated glass

polyalkenoate (ionomer) cement for the direct bonding of orthodontic brackets. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 105(5), pp.502–505.

Fukino, Y. & Komori, A., 2015. Time-related bond strength of resin-reinforced glass ionomer cement under various light exposure conditions. *Orthodontic Waves*, 74(3), pp.76–82. Available at: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1344024115000345>.

Gaworski, M. et al., 1999. Decalcification and bond failure: a comparison of a glass ionomer and a composite resin bonding system in vivo. *American journal of orthodontics and dentofacial orthopedics*, 116(5), pp.518–521.

Gómez Santos G, Gómez Santos D, M.D.M., 2002. *Flúor y fluorosis dental. Pautas para el consumo de dentífricos y aguas de bebida en Canarias*,

Henostroza, G., 2006. *Estética en odontología restauradora. Madrid: Ripano*.

Isci, D. et al., 2011. Effects of fluorosis on the shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a self-etching primer. , 33(September 2010), pp.161–166.

Jasso, S.Z. & Zamarrita, E., 2010. Estudio comparativo de dos técnicas de grabado en dientes con fluorosis. , pp.589–594.

de la Federación, D.O., 2000. Modificación a la norma oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994. *Salud ambiental, agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización*”, octubre, 20, pp.1–8.

Mandall, N.A. et al., 2014. Orthodontic adhesives: a systematic review. *Journal of Orthodontics*.

Mascarenhas, A.K. & Burt, B.A., 1998. Fluorosis risk from early exposure to fluoride toothpaste. *Community dentistry and oral epidemiology*, 26(4), pp.241–248.

- Mendes, M. et al., 2014. Shear bond strength of orthodontic brackets to fluorosed enamel. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentaria e Cirurgia Maxilofacial*, 55(2), pp.73–77. Available at: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rpemd.2013.10.002>.
- Miller, J.R. et al., 1996. A three-year clinical trial using a glass ionomer cement for the bonding of orthodontic brackets. *The Angle Orthodontist*, 66(4), pp.309–312.
- Molina-frechero, N. & Bologna-molina, R., 2015. Fluoride Exposure Effects and Dental Fluorosis in Children in Mexico City. , pp.3664–3670.
- Naretto, S., 2011. . *Considerations in Orthodontic Bracket Adhesion to Hypomineralized Enamel, Principles in Contemporary Orthodontics*,
- Newman, G. V, 1965. Epoxy adhesives for orthodontic attachments: progress report. *American journal of orthodontics*, 51(12), pp.901–912.
- Noble, J., Karaiskos, N.E. & Wiltshire, W.A., 2008. In vivo bonding of orthodontic brackets to fluorosed enamel using an adhesion promotor. *Angle Orthodontist*, 78(2), pp.357–360.
- Norevall, L.I., Marcusson, A. & Persson, M., 1996. A clinical evaluation of a glass ionomer cement as an orthodontic bonding adhesive compared with an acrylic resin. *The European Journal of Orthodontics*, 18(4), pp.373–384.
- Otal, V., 2002. Artículo original Resistencia a las fuerzas de tracción de la unión esmalte-bracket de productos adhesivos. , pp.317–323.
- Sánchez-garcía, S. et al., 2004. *Pediatría*. , 71.
- Shammaa, I. et al., 1999. Comparison of bracket debonding force between two conventional resin adhesives and a resin-reinforced glass ionomer cement: an in vitro and in vivo study. *The Angle orthodontist*, 69(5), pp.463–469.

- Silverman, E. et al., 1995. A new light-cured glass ionomer cement that bonds brackets to teeth without etching in the presence of saliva. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 108(3), pp.231–236.
- Specification, T., 2003. TECHNICAL SPECIFICATION ISO / TS. , 2003.
- Surfaces, E., 1955. *Journal of Dental Research*.
- Thomas M. Graber, Robert L. Vanarsdall, Katherine W. L. Vig, L.W.G., 2006. Adhesión en ortodoncia. In *Ortodoncia: principios y técnicas actuales*. pp. 727–737.
- Vázquez, R.T. et al., 2015. Niveles de fluoruros en el agua de los pozos de la ciudad de Durango. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 12(3), pp.51–57.

