



Universidad Autónoma de Querétaro
Facultad de Medicina
Especialidad de Ortodoncia



“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA AL DESPRENDIMIENTO DE LOS
BRACKETS METÁLICOS CEMENTADOS CON RESINA TRANSBOND O
ENLIGHT POSTERIOR A TRES MESES DE EXPOSICIÓN A SALIVA ARTIFICIAL
VIARDEN ÁCIDA O ALCALINA”

Tesis

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

Presenta:

L.O. Naxca Maureen Doty Díaz Azuela

Dirigido por:

C.D.E.O. Claudia Vanessa Álvarez García

Dr. En C. René García Contreras

Centro Universitario, Querétaro, Qro.

Marzo 2021

México

Resumen

Introducción: Un gran número de brackets sufren fallas de adhesión durante el tratamiento de Ortodoncia. Hay varios factores y dificultades para lograr y mantener la adhesión dental como son la naturaleza acuosa del ambiente bucal, la biofísica y las variaciones del pH en la cavidad oral, pudiendo ocasionar diversas expresiones. Por lo que es importante conocer y tomar en consideración estos factores para poder elegir mejores materiales adhesivos. **Objetivo:** Determinar cuál bracket metálico presentó mayor resistencia al desprendimiento posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden ácida o alcalina, el cementado con la resina Transbond o la Enlight. **Material y métodos:** Fue un estudio experimental *In vitro*, que incluyó noventa brackets cementados con resina Transbond y Enlight a premolares humanos extraídos divididos en cinco grupos. Los grupos estuvieron conformados por treinta especímenes para el grupo control que no fueron expuestos a saliva artificial Viarden y quince especímenes para cada uno de los cuatro grupos experimentales que fueron expuestos a saliva artificial Viarden ácida y alcalina. Las variables estudiadas fueron la resistencia al desprendimiento, los brackets metálicos cementados con la resina Transbond y Enlight expuestos a saliva artificial Viarden ácida y alcalina y el índice remanente adhesivo. La recolección de datos se realizó en Excel para su posterior análisis estadístico ANOVA de una vía seguido del Post Hoc Tukey Test y la prueba de Kruskal-Wallis. Los resultados fueron considerados estadísticamente significativos con un valor de $P < 0.05$. **Resultados:** No hubo diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$) entre el grupo 1 (Enlight ácida) con el grupo 3 (Transbond ácida) y el grupo 4 (Transbond alcalina) y entre el grupo 2 (Enlight alcalina) con el grupo 4; mientras que existieron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los grupos. **Conclusiones:** La resina Enlight presentó mayor resistencia al desprendimiento posterior a tres meses de exposición a saliva artificial alcalina en comparación con la saliva artificial ácida y con la resina Transbond en saliva artificial ácida.

Palabras clave: Saliva artificial ácida, Saliva artificial alcalina, Resistencia al desprendimiento.

Summary

Introduction: A big number of brackets suffer flaws of adherence during the Orthodontic treatment. Numerous problems exist to obtain and to preserve the adherence in the structure it would as the watery nature of the mouth ambience, the biophysics, as well as differences of the pH in the mouth cavity can generate different declarations. From what it is important to know and to take in consideration these factors to be able to choose better adhesive materials. **Objective:** To determine which metallic bracket presented major resistance to the detachment later to three months of exhibition to artificial saliva acid or alkaline Viarden, cemented with the resin Transbond or the Enlight. **Material and methods:** It was an experimental study *In vitro*, which included ninety brackets cemented with resin Transbond and Enlight to human abstracted premolars split into five groups. The groups were shaped by thirty specimens for the group control that they were not exposed to artificial saliva Viarden and fifteen specimens for each of four experimental groups that were exposed to artificial saliva acid and alkaline Viarden. The studied variables were the resistance to the detachment, the metallic brackets cemented with the resin Transbond and Enlight exposed to artificial saliva acid and alkaline Viarden and the remaining adhesive index. The compilation of information was realized in Excel for his later statistical analysis ANOVA of a route followed by Post Hoc Tukey Test and the test of Kruskal-Wallis. The results were considered to be statistically significant with a value of $P < 0.05$. **Results:** There were no statistically significant differences ($p > 0.05$) between the group 1 (acid Enlight) with the group 3 (acid Transbond) and the group 4 (alkaline Transbond) and between the group 2 (alkaline Enlight) with the group 4; whereas there existed significant differences ($p < 0.05$) between the groups. **Conclusions:** The resin Enlight presented major resistance to the detachment later to three months of exhibition to artificial alkaline saliva compared to the artificial acid saliva and the resin Transbond in artificial acid saliva.

Key words: Artificial acid saliva, Artificial alkaline saliva, Resistance to the detachment.

Dedicatorias

A toda mi familia, en especial a mis papás que, sin su esfuerzo, apoyo y amor no hubiese sido posible este sueño y logro alcanzados.

A mis amigos que estuvieron cercanos en esta etapa y la hicieron más linda y más amena.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

Agradecimientos

Al Doctor René García Contreras por aceptar ser codirector de esta investigación y por su apoyo incondicional en ella.

Al Doctor Rubén Abraham Domínguez Pérez por su gran ayuda, paciencia y asesoría en el área del Laboratorio y Metodología de la Investigación.

A la Especialista Claudia Vanessa Álvarez García por su apoyo y entusiasmo como directora de esta tesis.

A todos mis profesores y a la coordinadora de la Especialidad, Lulú Arvizu Valencia, por compartirme y enseñarme su experiencia y conocimientos en el campo de la Ortodoncia y por ser grandes personas.

A la casa comercial Viarden® por su generosa contribución de la saliva artificial para poder llevar a cabo esta investigación.

A Productos Químicos de Lagos y al Laboratorio de Análisis Clínicos Pons por su contribución y ayuda en la fase experimental de este proyecto.

Índice

Contenido	Página
Resumen	i
Summary	ii
Dedicatorias	iii
Agradecimientos	iv
Índice	v
Índice de cuadros	vi
Abreviaturas y siglas	vii
I. Introducción	1
II. Antecedentes/estado del arte	4
III. Fundamentación teórica	7
IV. Hipótesis o supuestos	10
V. Objetivos	11
V.1 General	11
V.2 Específicos	11
VI. Material y métodos	12
VI.1 Tipo de investigación	12
VI.2 Población o unidad de análisis	12
VI.3 Muestra y tipo de muestra	12
VI.3.1 Criterios de selección	12
VI.3.2 Variables estudiadas	13
VI.4 Técnicas e instrumentos	15
VI.5 Procedimientos	15
VI.5.1 Análisis estadístico	21
VII. Resultados	22
VIII. Discusión	25
IX. Conclusiones	30
X. Propuestas	31
XI. Bibliografía	32

Índice de cuadros

Cuadro		Página
VII.1	Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con resina Enlight.	22
VII.2	Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con resina Transbond.	23
VII.3	Comparación de la resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con resina Transbond y Enlight posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® ácida y alcalina.	24
VII.4	Distribución de frecuencia de las puntuaciones del ARI y resultado de las comparaciones de chi-cuadrada entre los 4 grupos.	24
XII.5	Resistencia al desprendimiento del grupo control de los brackets metálicos cementados con la resina Enlight.	37
XII.6	Resistencia al desprendimiento del grupo control de los brackets metálicos cementados con la resina Transbond.	37
XII.7	Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con la resina Enlight posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® ácida.	38
XII.8	Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con la resina Transbond posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® ácida.	38
XII.9	Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con la resina Enlight posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® alcalina.	39
XII.10	Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con la resina Transbond posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® alcalina.	39

Abreviaturas y siglas

ARI: índice remanente adhesivo

BIS-GMA: bisfenol glicidil metacrilato

cm²: centímetro cuadrado

DE: desviación estándar

LED: diodo emisor de luz

MPa: megapascales

mm: milímetros

mm²: milímetros cuadrados

mW: miliwatt

N: newtons

pH: potencial de hidrógeno

S: segundos

TEGDMA: dimetacrilato de trietilenglicol

UDMA: dimetacrilato de uretano

°C: grados centígrados

I. Introducción

Inicialmente, para realizar tratamientos ortodóncicos, se soldaban accesorios a bandas, que a su vez se cementaban en todos los dientes pues requería la separación previa de los dientes, lo que causaba infiltraciones e inflamación gingival (Neves et al., 2017). Gracias al hallazgo del grabado ácido sobre el esmalte dental, los tratamientos de Ortodoncia con bandas fueron paulatinamente entrando en abandono, otorgando reducción en tiempos de trabajo y mayor confort para el paciente, por lo que el avance en adhesivos para Ortodoncia comenzó a evolucionar (López y Sáez, 2014).

Un gran número de brackets sufren fallas de adhesión durante el tratamiento ortodóncico. Existen varios factores y dificultades para lograr y mantener la adhesión dental como son la naturaleza acuosa del ambiente bucal, la biofísica y las variaciones del pH en la cavidad oral, pudiendo ocasionar diversas expresiones o manifestaciones (Reisbick, 2000). Bajo estas circunstancias es común que un bracket sea recementado con una reparación de la superficie del esmalte. La cementación con las resinas de Ortodoncia está expuesta a agentes químicos presentes en la saliva, alimentos y enjuagues bucales, que pueden acelerar e incrementar la degradación de éste (Piedra et al., 2016). Por lo que el ambiente al que se exponen los brackets dentro de la cavidad bucal influye directamente en la fuerza de unión de éstos (McKinney, 1985; Mizrahi y Mizrahi, 1995; Webster et al., 2001).

La resistencia al desprendimiento es la capacidad de tolerar u oponerse a una fuerza necesaria para remover un material recubierto por un adhesivo de otra superficie (Madrid, 2015). Es indispensable el conocimiento de la resistencia mecánica de los materiales utilizados en Ortodoncia (Roulet, 1988).

El avejamiento de estos materiales en circunstancias *in vitro* es de suma importancia para el estudio de las pautas y propiedades de éstos, reproduciendo condiciones a mediano o a largo plazo de forma estandarizada (Brauer, 1988). Los métodos de envejecimiento para los materiales poliméricos son:

- Termociclaje
- Reserva del material en seco a 37°C
- Depósito en alcohol
- Almacenamiento en saliva artificial
- Almacenamiento o acopio en agua (Nogueira et al., 2009).

Durante esta fase de declive pueden presentarse procesos como: la degeneración de la matriz orgánica y la transformación adicional de los monómeros. Esos fenómenos influyen en la resistencia mecánica al desprendimiento (Nogueira et al., 2009).

La obtención de ácidos es un resultado del metabolismo de microorganismos fermentadores presentes en la flora bucal. A través de la glucólisis se da la lisis de la molécula de glucosa en agentes metabólicos que se transforman en ácidos que al estar presentes en la boca evitan el proceso de amortiguación presente en el hospedero, causando variaciones del pH oral y dando como efecto la desmineralización dentaria y el inicio de la caries dental (Gesimé et al., 2014). Un pH crítico para la descalcificación del esmalte es de 5.5 (Toodehzaeim y Khanpaye, 2015). Los alimentos con alto contenido en azúcares refinados y harinas contribuyen, a la vez, a acidificar el pH de la boca (González, 2014).

El pH bucal no sólo puede tener declives, este también puede alcalinizarse y comportarse de forma distinta. Estudios demuestran que el pH bucal aumenta en pacientes con hábitos de tabaco, fomentando el desarrollo de periodontitis o enfermedad periodontal. Esto debido a que la alcalinidad salival facilita la filtración de la nicotina siendo la causa de una adherencia mucho mayor de cálculo dental. El pH de la cavidad bucal en pacientes fumadores puede ser hasta de 8.0 con un aumento de periodontitis que implica la formación de bolsas periodontales. (Osorio et al., 2009).

En la actualidad, la adhesión en Ortodoncia ha sido un campo de mucho estudio e innovación. Es por ello que surgió la necesidad de estudiar estas dos resinas de uso a nivel mundial. El propósito del presente trabajo fue comparar la resistencia al desprendimiento de las resinas Transbond y Enlight sometidas a envejecimiento en saliva artificial ácida y alcalina en brackets metálicos y determinar

el índice remanente adhesivo (ARI, del inglés, *Adhesive Remanent Index*) de los grupos estudiados después de la aplicación de fuerzas de desprendimiento tras la descementación de los brackets al esmalte dental, ya que las variaciones del pH en la cavidad oral ocasionan diversas expresiones o manifestaciones, agentes como la dieta, higiene y hábitos también colaboran a estas alteraciones; por lo que es de relevancia considerar el comportamiento dinámico bucal para elegir mejores materiales adhesivos y así dar a los pacientes una mejor atención con resultados óptimos y duraderos en el tiempo.

II. Antecedentes

El ambiente al que se exponen los brackets dentro de la cavidad bucal influye directamente en la fuerza de unión de éstos. Existe poca información en la literatura sobre cómo el pH afecta la superficie del esmalte y la resistencia de unión.

Un artículo original publicado por Toodehzaeim y Khanpaye (2015) del efecto del pH salival sobre la resistencia al cizallamiento en brackets, en el cual, ochenta premolares extraídos divididos aleatoriamente en cuatro grupos de veinte fueron examinados durante dos meses en saliva artificial a un pH de 3.8, 4.8, 5.8 y 6.8 respectivamente. Usando la máquina de ensayos universales, la resistencia al cizallamiento se calculó dividiendo la fuerza de fractura por la base de soporte y reportado en megapascales (MPa); concluyendo que el valor del grupo uno (pH de 3.8) fue significativamente más bajo que el de los otros tres grupos y recomendando mantener una buena higiene bucal y limitar el uso de bebidas ácidas.

Por otra parte, un estudio *in vitro* publicado por Ostby y cols. (2008) y hecho en cuarenta y cinco molares extraídos determinaron cómo las diferencias de pH afectaban la resistencia al desprendimiento de los brackets de Ortodoncia. Cada grupo formado por quince molares utilizaron diferentes marcas comerciales de primers autograbantes y con diferentes concentraciones de su pH. Los dientes fueron descementados con una máquina universal de pruebas y el adhesivo residual de cada espécimen también fue evaluado. El primer con pH más alto Clearfil S3 Bond presentó mayor resistencia al desprendimiento en comparación con Transbond Plus y Adper Prompt L-Pop.

En un estudio publicado por Cartas y cols. (2014) demostraron que la resina Ormco tuvo valores superiores a la resina 3M cuando ambas estuvieron en contacto con el suero fisiológico y cuando ambas resinas se sumergieron en la bebida alcohólica, la resina 3M incrementó significativamente su resistencia al desprendimiento en comparación con la resina Ormco.

En otra investigación *in vitro* realizada en la Universidad Central de Ecuador, evaluaron la resistencia compresiva de dos ionómeros de vidrio modificados con resina para restauración en cilindros fotopolimerizados considerando tiempo de exposición a saliva artificial; y concluyeron que existieron diferencias estadísticamente significativas del ionómero de vidrio Fuji sobre el Vitremer por el tiempo de exposición a saliva artificial (Guagua, 2014).

Nogueira y cols. (2009) publicaron que el envejecimiento artificial acelerado es un procedimiento válido para reproducir o asemejar las condiciones orales y saber el efecto de las características de los biomateriales utilizados. Esto incrementó la resistencia de las resinas Filtek Z-250, Charisma y Filtek Supreme en comparación con la Filtek Supreme Translúcido y Durafill VS.

Una revisión bibliográfica sobre la Influencia del pH en las relaciones microbianas de la cavidad bucal concluyó que las variaciones del pH oral pueden producir expresiones en tejidos duros y tejidos blandos (Gésime et al., 2014).

Un estudio *in vitro* realizado por Glittner y cols. (2010) sobre la influencia de diversos medios de almacenamiento en la fuerza de unión y fractura de esmalte cuando brackets cerámicos son descementados, concluyeron que el medio de almacenamiento influye significativamente en la resistencia al cizallamiento. El almacenamiento en etanol al 96% causa una deshidratación del esmalte, que probablemente fue la razón de la disminución de la resistencia al desprendimiento; por lo que se prefirió una solución de timol al 1%.

Un estudio realizado por Otal y cols. (2002) evaluaron la resistencia a la tracción, la localización del lugar de la fractura y la evaluación de la superficie del esmalte utilizando el índice ARI de cinco adhesivos de Ortodoncia, dos autopolimerizables y tres fotopolimerizables; y observaron que la media mayor de la resistencia a la tracción fue para el grupo del adhesivo Transbond, estadísticamente significativa con respecto a los otros grupos. El lugar de fractura se localizó a nivel adhesivo-bracket metálico en todos los grupos estudiados y el tipo de polimerización del adhesivo no influyó en la cantidad de resina residual

dejada sobre el esmalte; sin embargo, los adhesivos con flúor se correspondieron con un índice ARI más bajo.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

III. Fundamentación teórica

Michael Buonocore (1955) hizo el primer descubrimiento en la adhesividad dentaria. Planteó el ácido ortofosfórico al 85% para el tratamiento del esmalte dental y favoreciendo así la adhesión a éste. Rafael Bowen (1962) registró el bisfenol glicidil metacrilato (BIS- GMA) dando origen al avance de materiales poliméricos idóneos para unirse al esmalte dental. Luego en 1966 Newman y Sharpe eliminaron el relleno cerámico del BIS-GMA para lograr una viscosidad menor. Esta fue la primera en unirse al esmalte. Gracias a estos descubrimientos, la Ortodoncia evolucionó hasta la unión directa de brackets al esmalte dental (Cartas et al., 2014).

La adhesión adamantina se logra por la disolución parcial de los cristales de hidroxiapatita a través del acondicionamiento con ácido ortofosfórico al 37%, formando microporosidades en la superficie y generando patrones de desmineralización (Maldonado, 2014; Neves et al., 2017).

La resina compuesta es un material polimérico restaurador. Está compuesta por 3 materiales diferentes:

-Matriz: Es la fase orgánica y se integra de monómeros como el BIS-GMA (Bisfenol-glicidil metacrilato) y UDMA (Dimetacrilato de uretano) que le dan firmeza a la estructura polimérica; así también como el TEGDMA (Dimetacrilato de trietilenglicol) para una mejor manipulación clínica del biomaterial (Anusavice et al., 2013; Maldonado, 2014).

-Relleno: La fase inorgánica en donde sus partículas de silicato de aluminio, bario, circonio, vidrio de zinc, entre otros se encuentran en la matriz para fortalecerla y mejorar las cualidades mecánicas de la fase orgánica, decreciendo la contracción por polimerización y dando radiopacidad al material (Anusavice et al., 2013; Maldonado, 2014).

-Agente de conexión: Es una molécula de tipo bifuncional, que permite la unión química de la matriz orgánica con la inorgánica, mejorando las propiedades mecánicas y físicas (Anusavice y Rawls, 2013; Araya, 2014).

3M™ Unitek Transbond™ XT es un adhesivo ortodóncico en jeringa de fotocurado para cementar brackets cerámicos y metálicos a superficies dentales proporcionándole un tiempo de trabajo adicional para el preciso posicionamiento de los brackets. Consiste en una jeringa Light Cure Adhesive Paste (4 gramos), un imprimador Light Cure Adhesive Primer (6 mililitros), un gel grabador de ácido fosfórico Scotchbond Universal Etchant al 32% (3 mililitros) y un pincel con sus cabezales desechables. La viscosidad del adhesivo Transbond™ XT se diseñó para evitar rebase de adhesivo y deslizamiento de brackets, lo cual le ahorra dinero y reduce el desperdicio de adhesivo (Ficha Técnica 3M™ ESPE, 2019).

Ormco™ Enlight™ Light Cure Adhesive es un sistema adhesivo fotopolimerizable que cuenta con un adhesivo de fotocurado de alto relleno y una resina de Bis-GMA. Consiste en una jeringa con la resina o pasta adhesiva (4 gramos), un imprimador o sellador Ortho Solo™ Universal Bond Enhancer (5 mililitros) y un ácido fosfórico Etching Solution al 37% (10 mililitros) (Ficha Técnica Ormco™, 2019).

La saliva artificial de Viarden® es un sustituto salival con un pH neutro de 7. Es útil en personas con falta de saliva (xerostomía), en personas con menor cantidad de saliva y en caso de radioterapia de cabeza y cuello y quimioterapia en los que disminuye el flujo salival. Su presentación es de 35 mililitros y 250 mililitros en atomizador. Su modo de empleo es aplicar directamente en boca de 3 a 4 atomizaciones cada que se requiera (Ficha Técnica Viarden®, 2020).

El índice remanente adhesivo o también llamado ARI por sus siglas en inglés (*Adhesive Remnant Index*) descrito por Årtun y Bergland en 1984, es una técnica clínica que evalúa la cantidad residual del composite sobre el esmalte tras el fracaso de la adhesión. Sirve de orientación del lugar donde principalmente se produce la fractura (bracket-adhesivo, adhesivo-esmalte, dentro del propio esmalte), de acuerdo con los puntajes siendo:

- Grado 0: Sin resina en el diente
- Grado 1: Menos de la mitad de la resina en el esmalte dental

- Grado 2: Más de la mitad de la resina se queda en la estructura dentaria
- Grado 3: Toda la resina permanece en el esmalte con una impresión íntegra de la malla del bracket sobre él (Otal et al., 2002).

Dirección General de Bibliotecas UAQ

IV. Hipótesis

Hipótesis de trabajo.

El bracket metálico cementado con la resina Transbond presentó mayor resistencia al desprendimiento posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden ácida o alcalina en comparación con la resina Enlight.

Hipótesis nula.

El bracket metálico cementado con la resina Transbond no presentó mayor resistencia al desprendimiento posterior tres meses de exposición a saliva artificial Viarden ácida o alcalina en comparación con la resina Enlight.

Dirección General de Bibliotecas UAQ

V. Objetivos

V.1 Objetivo general

Determinar cuál bracket metálico presentó mayor resistencia al desprendimiento posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden ácida o alcalina, el cementado con la resina Transbond o la Enlight.

V.2 Objetivos específicos

- Medir la resistencia al desprendimiento del bracket metálico cementado con la resina Transbond posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden ácida.
- Medir la resistencia al desprendimiento del bracket metálico cementado con la resina Transbond posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden alcalina.
- Medir la resistencia al desprendimiento del bracket metálico cementado con la resina Enlight posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden ácida.
- Medir la resistencia al desprendimiento del bracket metálico cementado con la resina Enlight posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden alcalina.
- Comparar la resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con la resina Transbond y la Enlight posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden ácida o alcalina.
- Determinar el índice ARI de los grupos estudiados.

VI. Material y métodos

VI.1 Tipo de investigación

Fue un estudio experimental puro *In vitro*.

VI.2 Población o unidad de análisis

Brackets metálicos Mirage Sequence Edgewise slot .022 (Borgatta®) cementados con la resina Transbond a premolares humanos extraídos.

Brackets metálicos Mirage Sequence Edgewise slot .022 (Borgatta®) cementados con la resina Enlight a premolares humanos extraídos.

VI.3 Muestra y tipo de muestra

Consistió en noventa brackets cementados con resina Transbond y Enlight a premolares humanos extraídos divididos en cinco grupos. Los grupos estuvieron conformados por treinta especímenes para el grupo control que no fueron expuestos a saliva artificial Viarden y quince especímenes para cada uno de los cuatro grupos experimentales que fueron expuestos a saliva artificial Viarden ácida y alcalina. La determinación del tamaño de la muestra fue en base a la norma ISO/TS 29022 2013, Dentistry Adhesion Notched-edge Shear Bond Strength Test.

VI.3.1 Criterios de selección

- Premolares indicados para extracción por razones ortodóncicas o periodontales.
- Premolares con un periodo no mayor a 6 meses de almacenamiento e inmersos en agua destilada de grado 2.

- Brackets metálicos Mirage Sequence Edgewise slot .022 (Borgatta®) que estuvieron nuevos y sellados.

VI.3.2 Variables estudiadas

Variable	Definición conceptual	Dependiente:			
		Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Resistencia al desprendimiento	Capacidad tolerar u oponerse a la fuerza necesaria para remover un material recubierto por un adhesivo de otra superficie.	La prueba de cizallamiento se midió utilizando una máquina universal de pruebas CMS Metrology modelo WDW-5Y a una velocidad de crucero de 1 milímetro/minuto.	Cuantitativa	Continua	MPa
Índice remanente adhesivo (ARI)	Técnica clínica que evalúa la cantidad residual del composite sobre el esmalte tras el fracaso de la adhesión.	El observador utilizando el microscopio estereoscópico Carl Zeiss modelo Stemi 305 determinó el grado correspondiente del índice de acuerdo a la cantidad residual	Cualitativa	Nominal	Grado 0: sin resina sobre el esmalte. Grado 1: menos de la mitad del composite. Grado 2: más de la

del composite sobre el esmalte.

mitad del adhesivo.

Grado 3: todo el adhesivo sobre el esmalte.

Independientes:

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Unidad de medida
Bracket metálico cementado con la resina Transbond expuesto a saliva artificial Viarden ácida y alcalina	Un bracket metálico es un dispositivo que guía los movimientos ortodóncicos producidos por la aplicación de fuerzas. 3M™ Transbond™ XT es un adhesivo fotopolimerizable para cementar brackets cerámicos y metálicos a superficies dentales.	Cada grupo experimental se sumergió en 350 mililitros aproximadamente de saliva artificial Viarden ácida o alcalina durante 3 meses.	Cualitativa	Nominal	_____
Bracket metálico cementado con la resina Enlight	Un bracket metálico es un dispositivo que guía los movimientos ortodóncicos producidos por la aplicación de fuerzas.	Cada grupo experimental se sumergió en 350 mililitros aproximadamente			

expuesto a saliva artificial Viarden ácida y alcalina	Ormco™ Enlight™ Light Cure Adhesive Es un sistema adhesivo fotopolimerizable que cuenta con un adhesivo de fotocurado de alto relleno y una resina de Bis-GMA.	de saliva artificial Viarden ácida o alcalina durante 3 meses.	Cualitativa	Nominal	_____
-------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------	-------------	---------	-------

VI.4 Técnicas e instrumentos

El estudio se llevó a cabo en el periodo de octubre 2020 a febrero 2021 en el Laboratorio de Investigación Odontológica Multidisciplinaria de la Facultad de Medicina, de la Universidad Autónoma de Querétaro, en donde se realizaron las pruebas de resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con resina Transbond y Enlight posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® ácida y alcalina. El método tradicional de evaluación se hizo de acuerdo a la prueba de adhesión estándar: resistencia al cizallamiento o desprendimiento, la cual se realizó con la maquina universal de pruebas CMS Metrology modelo WDW-5Y. La recolección de resultados se llevó a cabo en una base de datos en Windows Excel para su posterior análisis.

VI.5 Procedimientos

Obtención y almacenamiento de los dientes.

Se obtuvieron dientes primeros y segundos premolares recién extraídos de pacientes de la clínica de exodoncia de la Clínica de Odontología de la Universidad Autónoma de Querétaro y consultorios dentales privados, con requerimiento de extracción de premolares por indicación ortodóncica y/o periodontal. Se les solicitó

a los pacientes la donación voluntaria de sus dientes extraídos, y se les explicó de una manera clara y comprensible sobre la investigación que se llevó a cabo con dichos dientes, haciéndoles saber que el estudio fue meramente investigativo y sin fines de lucro.

Los premolares extraídos se lavaron con agua para eliminar restos de sangre. Se guardaron, inmersos en agua destilada de grado 2 para su posterior estudio.



Fig.1. Recolección de premolares extraídos y su posterior almacenamiento en agua bidestilada.

Preparación de las muestras.

Se consiguieron moldes de silicona, se colocaron los dientes recolectados en dichos moldes y se cubrieron con acrílico en su porción radicular, dejando expuesta únicamente la corona de los dientes para el estudio.

Se establecieron cinco grupos de estudio de forma aleatoria y se clasificó cada grupo en un color para simplificar su identificación; cada uno de ellos estuvo conformado por premolares superiores e inferiores y por brackets metálicos Mirage Sequence Edgewise slot .022 (Borgatta®) con un área de superficie de 10.5 milímetros cuadrados (3 milímetros de ancho por 3.5 milímetros de largo). En el grupo control, se cementaron la mitad (quince especímenes) con resina Transbond y la otra mitad (quince especímenes) con resina Enlight. En el primer grupo experimental se cementó el bracket en el diente con resina Enlight expuesto a saliva artificial Viarden ácida, el segundo grupo experimental con resina Enlight expuesto a saliva artificial Viarden alcalina, el tercer grupo experimental con resina Transbond

expuesto a saliva artificial Viarden ácida y el cuarto grupo experimental con resina Transbond expuesto a saliva artificial Viarden alcalina.

Cementación de los brackets.

Se realizó profilaxis con cepillo montado en contrángulo, utilizando pasta profiláctica sin flúor Viarden® durante 10 segundos. Se enjuagó con agua por 15 segundos. Se secó con aire libre de agua, aceite o humedad con una jeringa pera de hule. Se grabó el esmalte con ácido ortofosfórico según el porcentaje y las indicaciones del fabricante (al 32% durante 15 segundos para la resina Transbond y al 37% durante 30 segundos para la resina Enlight). Se lavó con agua por 15 segundos. Se mantuvo seco, no en exceso, el esmalte grabado con aire limpio y seco con ayuda de una jeringa pera de hule. Se colocó una ligera capa uniforme de imprimador sin polimerizar en la superficie del diente usando un pincel o microapliacor. Se llevó la resina o pasta adhesiva a la base del bracket para luego éste llevarlo sobre la superficie vestibular o palatina/lingual del diente. Se ajustó el bracket en una posición de tal manera que quedara perpendicular al piso, se presionó suavemente y se retiraron los excesos de resina con un explorador. Se polimerizó con una lámpara fotopolimerizadora VALO Cordless Curing Light (Ultradent®) de luz LED con una intensidad de luz de 1200 mW/cm² fotocurando por 30 segundos y dirigiendo la luz a los bordes mesial y distal del bracket.



Fig. 2. Protocolo de cementación de los brackets a la superficie dental.

Almacenamiento de las muestras.

Una vez concluido el proceso de cementación de los brackets metálicos, se llevaron los especímenes a las soluciones de saliva artificial Viarden®. Dado que el pH de la saliva normal es de 6.8 a 7, se ajustaron los pH de las soluciones de saliva artificial Viarden con ácido clorhídrico al 36.46% para volverla ácida (pH 4.8) e hidróxido de sodio al 33% para volverla alcalina (pH 8.8), correspondiente a los especímenes de cada grupo durante tres meses de exposición y cambiando o ajustando semanalmente las soluciones de saliva para evitar la desestabilización del pH con ayuda de un potenciómetro Conductronic PC45 y un agitador magnético digital marca Benchmark (hotplate stirrer).

Cada grupo experimental se almacenó en la incubadora Thermo Scientific Heratherm Incubator a 36.5 grados centígrados.



Fig. 3. Almacenamiento de los grupos experimentales en la incubadora Thermo Scientific Heratherm Incubator a 36.5 grados centígrados.

Realización de la prueba.

Los especímenes fueron desprendidos usando una maquina universal de pruebas marca CMS Metrology modelo WDW-5Y a una velocidad de crucero de 1 milímetro/minuto hasta que la fractura fue visible. La resistencia al desprendimiento se calculó dividiendo la fuerza de fractura en Newtons (N) por la base de soporte del bracket en milímetros cuadrados (mm^2) y reportado en megapascales (MPa).



Fig. 4. Desprendimiento de los brackets con la maquina universal de pruebas CMS Metrology modelo WDW-5Y a una velocidad de crucero de 1 milímetro/minuto.

Los especímenes se evaluaron en el microscopio estereoscópico Carl Zeiss modelo Stemi 305 para la determinación del índice ARI de cada grupo estudiado.

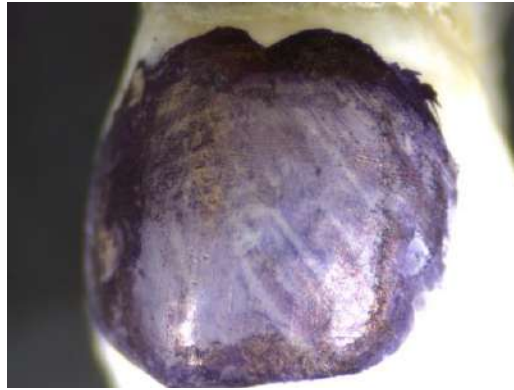


Fig. 5. ARI grado 0: sin adhesivo en el diente.

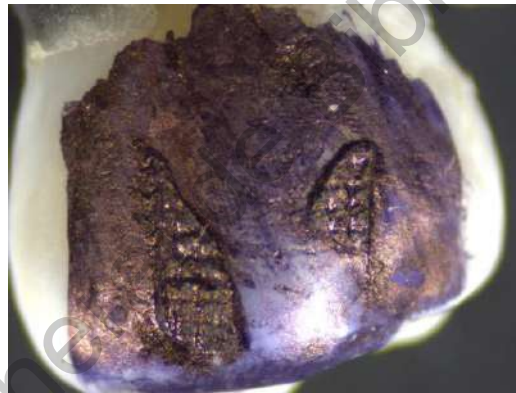


Fig. 6. ARI grado 1: menos de la mitad del adhesivo permanece en el diente.

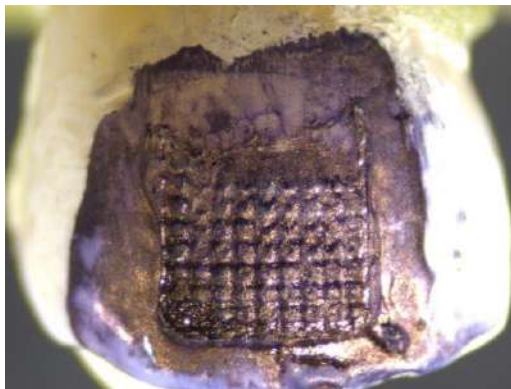


Fig. 7. ARI grado 2: más de la mitad del adhesivo permanece en el diente.

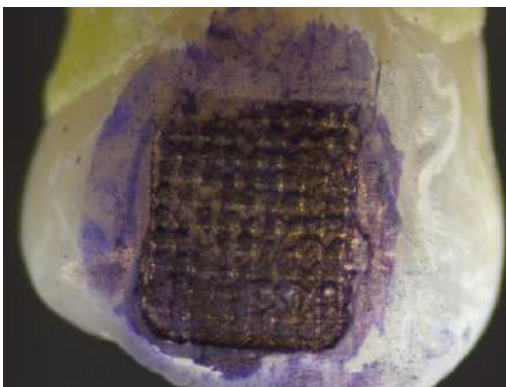


Fig. 8. ARI grado 3: todo el composite permanece en el diente con una marca total de la base del bracket.

Se realizaron las pruebas estadísticas pertinentes que fueron utilizadas para determinar la distribución de las variables que determinaron el tipo de análisis correspondiente.

VI.5.1 Análisis estadístico

La estadística descriptiva incluyó la media y la desviación estándar (DE) de los valores de resistencia al desprendimiento (MPa) fueron calculados mediante una base de datos de las muestras en Windows Excel. Un P-valor de 0.05 se consideró significativo para todas las pruebas estadísticas. La prueba de Shapiro-Wilks mostró una distribución normal de datos. El ANOVA de una vía y Post Hoc Tukey Test se utilizaron para las comparaciones de resistencia al desprendimiento entre los grupos estudiados. Para evaluar las diferencias en los puntajes de ARI, la prueba de chi-cuadrada fue usada.

VII. Resultados

Tabla 1. Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con resina Enlight.

	Grupo control Enlight (n=12)	Grupo 1 Enlight ácida (n=12)	Grupo 2 Enlight alcalina (n=12)
	<i>Promedio ± DE (Rango)</i>		
Resistencia al desprendimiento (MPa)	16.99 ± 4.18 (10.36 – 23.62)	22.41 ± 4.54 (13.76 – 30.67)	29.69 ± 5.72 (22.35 – 41.9)
		P= 0.0059	P= 0.0000045
		P= 0.0024	

La tabla 1 arrojó una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y el grupo 1 y 2, y diferencia significativa entre el grupo 1 y 2.

Tabla 2. Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con resina Transbond.

	Grupo control Transbond (n=13)	Grupo 3 Transbond ácida (n=13)	Grupo 4 Transbond alcalina (n=13)
	<i>Promedio ± DE (Rango)</i>		
Resistencia al desprendimiento (MPa)	17.86 ± 3.22 (11.2 – 22.7)	18.78 ± 5.61 (9.51 – 29.9)	25.56 ± 5.57 (15.5 – 30.48)
		P= 0.612	P= 0.0003
		P= 0.0049	

La tabla 2 mostró una diferencia estadísticamente significativa entre el grupo control y el grupo 4, y diferencia significativa entre el grupo 3 y 4.

Tabla 3. Comparación de la resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con resina Transbond y Enlight posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® ácida y alcalina.

	Grupo 1 Enlight ácida (n=12)	Grupo 2 Enlight alcalina (n=12)	Grupo 3 Transbond ácida (n=13)	Grupo 4 Transbond alcalina (n=13)
	<i>Promedio ± DE (Rango)</i>			
Resisten cia al despren dimiento (MPa)	22.41 ± 4.54 A (13.76 – 30.67)	28.9 ± 6.18 B (19.4 – 41.9)	18.78 ± 5.61 AC (9.51 – 29.9)	25.56 ± 5.57 AB (15.5 – 30.48)

Las letras iguales no son estadísticamente diferentes ($p > 0.05$), letras diferentes son estadísticamente diferentes ($p < 0.05$), ANOVA y Post Hoc Tukey Test.

Tabla 4. Distribución de frecuencia de las puntuaciones del ARI^a y resultado de las comparaciones de chi-cuadrada entre los 4 grupos.

Grupo	n	Puntuación ARI			
		0	1	2	3
1	12	-	1	8	3
2	12	-	1	11	-
3	13	3	10	-	-
4	13	1	12*	-	-

^a índice remanente adhesivo, * $p < 0.05$, chi-cuadrada.

VIII. Discusión

El ortodoncista necesita de un material adhesivo que tenga estabilidad dimensional con la resistencia al desprendimiento adecuada para mantener la biomecánica ortodóncica y evitar así la descementación de los brackets (Davidovitch, 1980; Davidovitch et al., 1988; Canut, 1992; Lijima et al., 2010).

Desde la creación de la adhesión directa a los brackets, el método tradicional de evaluación ha sido la prueba de adhesión estándar: resistencia al desprendimiento. La fuerza de unión de los brackets debe ser capaz de tolerar las fuerzas funcionales sin ocasionar daños a la estructura dentaria. Los valores de resistencia muy altos son arriesgados debido a la fuerza exagerada que se necesita para descementar el bracket (Pickett et al., 2001). Autores proponen valores de resistencia entre 6 y 10 MPa clínicamente aceptables. Los valores de resistencia examinados en estudios *in vitro* pueden ser más altos que los observados clínicamente (Snow, 1999). Por otro lado, los valores de resistencia informados en una revisión sistemática y metaanálisis donde evaluaron 24 estudios (Finnema et al., 2010) oscilaron entre 3.5 y 27.8 MPa. Un valor clínicamente aceptable fue definido como una fuerza de unión *in vitro* de 6 a 8 MPa. Según este criterio, 53 de los 65 grupos experimentales de dicho metaanálisis tuvieron valores de fuerza de unión clínicamente aceptables. Como nunca realmente ha sido probado si de 6 a 8 MPa son un suficiente para el uso clínico, el empleo de este valor de referencia ha sido criticado antes. Desde la publicación de este valor de referencia, varios materiales han sido utilizados, y los efectos de varias condiciones de prueba (como el pH y variaciones de temperatura) han sido implicados en el envejecimiento de las resinas compuestas. Por lo que estos autores sugieren que la extrapolación de valores absolutos y la comparación de ellos con un valor de referencia clínicamente aceptable, debería ser evitada. En el presente estudio se obtuvieron valores que fueron superiores a los recomendados por algunos autores, debido a las variaciones de las condiciones experimentales de almacenamiento, la superficie de área, el

tiempo de grabado ácido y el pH salival que influyeron en los resultados de resistencia al desprendimiento *in vitro*.

Se informó en una revisión sistemática que el almacenamiento de muestras en saliva artificial reduce la fuerza de adherencia de manera similar al efecto de la degradación del agua. Aunque estudios indicaron que el agua destilada tiene un efecto diferente sobre la fuerza de unión que la saliva artificial, se necesitan futuras investigaciones sobre los efectos de diferentes medios de almacenamiento (Finnema et al., 2010).

Cuando el sustrato dispone una alta energía superficial, es decir, que tiene una tendencia a atracción, y el adhesivo tiene una baja tensión superficial, poca tendencia a romperse, se produce un buen mojado del adhesivo sobre la superficie o el sustrato dental. El grabado ácido esencialmente cambia la superficie del esmalte de hidrofóbica de baja energía a una alta energía superficial hidrófila, que muestra una disminución de la tensión superficial y mayor humectabilidad. Gwinnet y Matsui (1967) afirmaron que no se conoce el material que sea capaz de formar una unión adhesiva con la superficie del esmalte sin tratar. Macroscópicamente, la superficie se vuelve opaca y de color blanco mate al secarse. En cuanto a los diferentes tiempos de grabado aplicados en este estudio, se siguieron las indicaciones de los fabricantes. En el artículo publicado por Flores y cols. (2009) indicaron que al grabar el esmalte con ácido fosfórico en una concentración de 35-50% para acondicionar al esmalte es ideal entre 15 y 45 segundos debido a que se encuentran en condiciones clínicas favorables, para ello, observando a través del microscopio metalográfico a los 30 segundos de aplicación de ácido hay un mayor diámetro de prismas del esmalte el cual va decreciendo a medida que aumenta el tiempo de grabado, por lo que sugieren no es aconsejable grabarlo a 60 segundos. Los resultados estadísticos de este estudio demostraron que, aunque ambas resinas se encuentran en los parámetros adecuados de porcentaje y tiempo de grabado ácido para lograr una buena adhesión, el ácido ortofosfórico por 30 segundos al 37% de la resina Enlight presentó mayor resistencia a diferencia del

grabado ácido por 15 segundos al 32% de la resina Transbond, haciendo énfasis en no sobrepasar el tiempo de exposición del ácido grabador. Por lo que el esmalte dental debe ser tratado con ácido ortofosfórico para crear micro retenciones que proporcionen una resistencia mayor. La literatura también confirma que el esmalte que ha sido previamente grabado con ácido no es más susceptible a una mayor descalcificación (Wei, 1967; Cohl et al., 1972).

Newman (1965) encontró que cuanto mayor es el accesorio, mayor es la fuerza que resiste. Sin embargo, la fuerza por unidad de área requerida para romper el enlace disminuye. No soportar la tracción o el cizallamiento de las fuerzas dependerá de dos factores:

1. La fuerza de unión entre el esmalte, adhesivo y accesorio
2. El área de la superficie del accesorio (Reynolds, 1975)

Se sabe desde hace algún tiempo que las resinas son propensas a la degradación debido a la hidrólisis (Soderholm 1983; Oysaed y Rutyer 1986; Oilo, 1992). Sin embargo, este ablandamiento y degradación no ha sido asociado con mayores tasas de fracaso de unión en Ortodoncia ya que la duración media del tratamiento es aproximadamente 18 meses, mucho más corto que la vida promedio de una restauración dental (Hobson, 2000). La composición polimérica y química usada en las resinas compuestas restaurativas es muy parecida a las resinas de uso ortodóncico, por lo que sus reacciones son muy semejantes. El influjo del medio acuoso sobre ellas perjudica el comportamiento mecánico, así como su estabilidad y tiempo apropiado en boca (Florange, 2006; Sideridou et al., 2007; Dhanpal et al., 2009). En un estudio realizado por López y Sáez (2014) determinaron algunas de las características físicas de los adhesivos para brackets más utilizados: Transbond XT, Enlight, Super C-Ortho y Fuji LC. Comentaban que la Transbond XT y Enlight están formuladas con diacrilatos, que humedecen escasamente, lo que hace que su pauta intraoralmente sea más inalterable. Determinando así, que la resina Transbond XT presentó una solubilidad y grosor de película menores, siendo muy estable. La resina Enlight presentó sorción y solubilidad bajas pero un grosor de

película mayor, recomendado ésta para brackets con retenciones grandes. Por lo que se concluyó que no hay diferencias en la composición química de ambas resinas.

Toodehzaeim y Khanpayeh compararon el efecto del pH salival posterior a dos meses, afirmando que el grupo de pH salival de 3.8 su resistencia al cizallamiento fue significativamente menor a los otros grupos de 6.8, 5.8 y 4.8 respectivamente, siendo el grupo de pH salival de 6.8 el que obtuvo la resistencia más alta. Lo que concuerda con el presente estudio, pues la media de la resistencia al desprendimiento fue menor en los grupos de saliva ácida (pH 4.8) en comparación a los grupos de saliva alcalina (pH 8.8). Los ácidos y las bebidas ácidas pueden dañar el bisfenol glicidil metacrilato en la estructura compuesta. Cuando la matriz de la resina se ablanda, el relleno puede ser desalojado, disminuyendo la resistencia al cizallamiento. Por lo que ellos sugieren mantener una buena higiene bucal y limitar el uso de bebidas ácidas, ya que una disminución del pH salival puede ser responsable de la falla de la unión de los brackets de Ortodoncia. Al igual, Oncag y cols. (2005) informaron que las bebidas ácidas, por descalcificar el esmalte que rodea al bracket, tienen efectos negativos sobre la fuerza de unión en la interfase bracket-esmalte.

Castillejos y cols. (2014) demostraron que la resina de Ormco (Enlight) tuvo valores superiores a la de 3M (Transbond) cuando ambas estuvieron en contacto con el suero fisiológico (9.98 MPa), pero cuando ambas resinas se sumergieron en la bebida alcohólica por 12 días con un pH más ácido, 3M incrementó significativamente su resistencia al desprendimiento en comparación con Ormco (10.01 MPa). Lo que difiere con los resultados de este estudio, pues al comparar grupos controles con sus grupos ácidos, el grupo Enlight ácido presentó un mayor incremento de resistencia en comparación con el grupo ácido Transbond.

Cuanto más adhesivo residual permanece en la superficie del esmalte después de la desunión, la unión es más fuerte entre el adhesivo; por lo que los puntajes del índice remanente adhesivo (ARI) con los grupos de la resina Enlight

sugirieron que se necesita mayor fuerza para desprender la resina o adhesivo del diente y, por lo tanto, la unión entre el sustrato y el adhesivo fue más fuerte. Toodehzaeim y Khanpayeh (2015) demostraron que en un ambiente ácido las fallas de unión se produjeron principalmente en la interfase bracket-adhesivo quedando la mayor parte de resina sobre el diente. En el presente estudio, el grupo ácido Enlighth también presentó falla en la interfase bracket-adhesivo, pero a diferencia del grupo ácido Transbond donde su falla adhesiva estuvo en la interface diente-adhesivo quedando la mayor parte de resina sobre el bracket. En un estudio realizado por Ostby y cols. (2008) al comparar el ARI, el grupo de la resina Transbond tuvo poco adhesivo remanente en los dientes al igual que en este estudio donde los dos grupos de resina Transbond presentaron en su mayoría un puntaje de 1 en donde menos de la mitad del adhesivo permaneció en el diente. Concluyendo así, que la resina Enlighth obtuvo mayor fuerza de unión en comparación con la resina Transbond.

Por lo que hipótesis nula fue aceptada: El bracket metálico cementado con la resina Transbond no presentó mayor resistencia al desprendimiento posterior tres meses de exposición a saliva artificial Viarden ácida o alcalina en comparación con la resina Enlighth.

Una limitante que se presentó en la investigación fue en la recolección de premolares extraídos de consultorios privados, pues muchos fueron excluidos del estudio porque estuvieron previamente almacenados en hipoclorito de sodio u otras soluciones o el odontólogo no sabía con exactitud el tiempo en que habían sido extraídos.

Es necesario que este estudio sea complementado con otros a futuro tomando en consideración condiciones experimentales adicionales de almacenamiento, los protocolos del grabado ácido, entre otros, para poder analizar de manera aún más exhaustiva los resultados.

IX. Conclusiones

Los resultados alcanzados con la investigación presentaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre el grupo 1 (Enlight ácida) con el grupo 3 (Transbond ácida) y el grupo 4 (Transbond alcalina) y entre el grupo 2 (Enlight alcalina) con el grupo 4; y que hubo diferencias significativas entre el grupo 1 con el grupo 2, el grupo 2 con el grupo 3 y el grupo 3 con el grupo 4.

Por lo que la resina Enlight presentó mayor resistencia al desprendimiento posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden alcalina en comparación con la saliva artificial Viarden ácida y con la resina Transbond en saliva artificial Viarden ácida. Por lo que Un pH más ácido puede ser el responsable de la falla de unión de los brackets al dañar el bisfenol glicidil metacrilato en la estructura compuesta, pues cuando la matriz de la resina se ablanda, el relleno puede ser desalojado, disminuyendo la resistencia al desprendimiento. De igual forma, se consideró el tiempo de grabado ácido al 37% sobre esmalte más eficiente durante 30 segundos y que el envejecimiento artificial por almacenamiento en saliva artificial y en incubadora a 36.5 °C aumentó la resistencia de las resinas.

X. Propuestas

Después de evaluar y analizar los resultados del presente estudio de investigación, se sugiere realizar futuras investigaciones sobre los efectos de diferentes medios de almacenamiento, que se usen ambos tiempos de grabado sugeridos por los fabricantes en todos los grupos a estudiar para determinar de manera precisa la eficacia del grabado ácido. La simulación precisa de la situación clínica parece necesaria para obtener resultados clínicamente relevantes de experimentos *in vitro*, por lo que se sugiere una simulación semejante a este estudio para una predicción *in vivo*.

XI. Bibliografía

- Brauer GM. 1988. Color changes of composites on exposure to various energy sources. *Dent Mater.* 4(5):55-59
- Buonocore M.G. 1955. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J. Dent. Res.* 34(6):849-853
- Canut. J. 1992. Movimiento ortodóncico, reacción tisular ante las fuerzas. Editorial Salvat. Barcelona
- Cartas L.C., Espínola G.S., Gayosso C.A., and Chávez M.G. 2014. Resistencia al desprendimiento de brackets adheridos con resina en contacto con una bebida alcohólica. *Rev. Mex. Ortod.* 2(3):170-173
- Cohl M. E., Green L. J., Elck, J. D. 1972. Bonding of clear plastic orthodontic brackets using an ultraviolet-sensitive adhesive. *Am. J. Orthod.* 62(4):400-411
- Cuba Y., Garcia S., Rodriguez Y., Gómez M., Saborit V. 2010. El tabaquismo como factor de riesgo en enfermedades bucales. *Rev. Fundac. Juan Jose Carraro.* 15(32):20-29
- Davidovitch Z. 1980. Electric currents bone remodeling and orthodontic tooth movement. Part II. *Am. J. Orthod.* 77(1):33-47
- Davidovitch Z., Nicolay O., Ngan P., Shanfeld J. L. 1988. Neurotransmitters, cytokines and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dent Clin. North. Am.*, 32(3)411-435
- Dhanpal P., Yiu Y., King M., Tay F. R., Hiraishi N. R. 2009. Effect of temperature on water sorption and solubility of dental adhesive resins. *J. Dent.* 37(2):122-132
- Dorminey J.C., Dunn W.J., and Taloumis L.J. 2003. Shear bond strength of orthodontic brackets bonded with a modified 1 step etchant and primer technique. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop.* 124(4):410-413

- Finnema K. J., Ozcan M., Post W. J., Ren Y., Dijkstra P. U. 2010. In-vitro orthodontic bond strength testing: A systematic review and meta-analysis. *Am. J. Orthod.* 137(5):615-622
- Florance J. N. 2006. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent. Mater.* 22(3):211-222
- Flores C., Martínez J., Palma M., Yáñez J. 2009. Análisis del Grabado Dental Utilizando el Microscopio Metalográfico y el Software AnalySIS. *Inf. Tecnol.* 20(2):13-18
- Gésime J., Merino R., and Briceño C. 2014. Influencia del pH en las relaciones microbianas de la cavidad bucal. Revisión bibliográfica. *Acta Odontol. Venez.* 52(2)
- Gittner R., Müller-Hartwich R., and Jost B., and Paul G. 2010. Influence of various storage media on shear bond strength and enamel fracture when debonding ceramic brackets: an *in vitro* study. *Semin. Orthod.* 16(1):49-54
- González L.G. 2014. PH salival y su relación con la ortodoncia fija de los y las estudiantes de la Universidad Nacional de Loja de la modalidad de estudios presencial de 18 a 30
- Guagua D. 2014. Estudio comparativo in vitro de la resistencia compresiva de dos ionómeros de vidrio modificados con resina para restauración en cilindros fotopolimerizados considerando el tiempo de exposición a saliva artificial. Universidad Central del Ecuador
- Gwinnet A. J., Matsul A. 1967. A study of enamel adhesives: the physical relation between enamel and adhesive. *Arch. Oral Biol.* 12(12):1615-1620
- Hobson R.S., McCabe J. F., Hogg S. D. 2000. The Effect of Food Simulants on Enamel-Composite Bond Strength. *J. Orthod.* 27(1):55-59
- Lijima M., Mugeruma T., Brantley W. A., Yuasa T., Uechi J., Mizoguchi I. 2010.

Effect of mechanical properties of fillers on the grindability of composite resin adhesives. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 138(4):420-426

López E., Sáez G. 2014. Propiedades físicas de cuatro adhesivos para brackets. Estudio comparativo. Rev Mex. Ort. 2(1):32-37

Madrid M. 2015. Tecnología de la adhesión. Departamento Técnico de Loctite España. Madrid

McLaughlin G. 1987. Retenedores de adhesión directa. Médica Panamericana. Argentina

Mizrahi B., Mizrahi E., and Cleaton P.E. 1995. Shear bond strength of orthodontic brackets treated with Sebond. Br. J. Orthod. 22(3):237-243

Neves AM., Romano F.L. and Correr A.B. 2017. Shear bond strength of concise and transbond XT composites with and without bonding agent. J. Orthod. 16(6):63-68

Nogueira P., Rabelo J.C., Ribeiro M., Candido A., and Candido S. 2009. Efecto del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas. Acta Odontol. Venez. 47(1):54-61

Oilo G. 1992. Biodegradation of dental composites/glass ionomer cements. Adv. Dent. Res. 6(1):50-54

Oncag G., Tuncer A.V., Tosan YS. 2005. Acidic soft drinks effects on the shear bond strength of orthodontic brackets and a scanning electron microscopy evaluation of the enamel. Angle Orthod. 75(2):247-53

Osorio A., Bascones A., Villarroel D. 2009. Alteración del pH salival en pacientes fumadores con enfermedad periodontal. Av. Periodon. Implantol. 21(2):71-75

Ostby A.W., Bishara S.E., Denehy G.E., Laffoon J.F., and Warren J.J. 2008. Effect of self-etchant pH on the shear bond strength of orthodontic brackets. Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 134(2):203-208

Otal V., Espasa J.E., Boj J.R., Durán J. 2002. Resistencia a las fuerzas de tracción de la unión esmalte-bracket de productos adhesivos. Rev. Esp. Ortod. 32:317-322

Oysaed H. Ruyter I. E. 1986. Water absorption and filler characteristics of composites for use in posterior teeth. J. Dent. Res. 65(11):1315-1318

Pickett K.L., Sadowsky P.L., Jacobson A., and Lacefield W. 2001. Orthodontic *in vivo* bond strength: comparison with *in vitro* results. Angle Orthod. 71(2):141-148

Piedra L., Ariza M.C., Guzmán H.J., and Zárate F. 2016. Comparación de la resistencia a la descementación y el tipo de falla de tres cementantes de bandas en ortodoncia. Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioquia. 28(1):95-111

Reisbick M.H., Gardner A.F. 2000. Materiales dentales en odontología clínica. Manual Moderno. México

Reynolds I. R. 1975. A Review of Direct Orthodontic Bonding. Brit. J. Orthod. 2(3):171-178

Roulet J.F. 1988. The problems associated with substituting composite resins for amalgam: a status report on posterior composites. J. Dent. 16(3):101-103

Sideridou I. D., Karabela M. M., Bikiaris D. N. 2007. Aging studies of light cured dimethacrylate-based dental resins and a resin composite in water or ethanol/water. Dent. Mater. 23(9):1142-1149

Snow S. 1999. Esthetic smile analysis of maxillary anterior tooth width: The golden percentage. J. Prosthet. Dent. 11(4):177-184

Soderholm K.J. , Zigan M., Ragan M., Fischlschweiger W. Bergman M. 1984. Hydrolytic degradation of dental composites, J. Dent. Res. 63(10):1248-1254

Toodehzaeim M.H., and Khanpayeh E. 2015. Effect of saliva pH on shear bond strength of orthodontic brackets. J. Dent. (Tehran). 12(4):257-262

Webster M.J., Nanda R.S., Duncanson M.G., Khajotia S.S., and Sinha P.K. 2001.
The effect of saliva on shear bond strengths of hydrophilic bonding systems.
Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop. 119(1):54-58

Wei S. H. 1967. Remineralization of enamel and dentine a review. J. Dent. Child.
34(6)444-451

Dirección General de Bibliotecas UAQ

XII. Anexos

XII.1 Hoja de recolección de datos

Tabla 5. Resistencia al desprendimiento del grupo control de los brackets metálicos cementados con la resina Enlight.

Muestra	Fuerza (N)	Tiempo (S)	Desplazamiento (mm)	ARI	Área del bracket (3x3.5mm)	Resistencia (N/mm ²)
1	167.7	89.1	1.49	2	10.5mm ²	15.97
2	179.25	92.7	1.55	1	10.5mm ²	17.07
3	112.6	90.2	1.51	1	10.5mm ²	10.72
4	108.8	87.7	1.47	2	10.5mm ²	10.36
5	165.8	96.4	1.62	2	10.5mm ²	15.79
6	153.2	114	1.91	2	10.5mm ²	14.59
7	205.05	123	2.06	2	10.5mm ²	19.53
8	217.2	99.6	1.67	2	10.5mm ²	20.69
9	204.3	98.5	1.65	2	10.5mm ²	19.46
10	149.6	79	1.33	2	10.5mm ²	14.25
11	228.75	86.3	1.45	2	10.5mm ²	21.79
12	248	93.4	1.57	3	10.5mm ²	23.62

Tabla 6. Resistencia al desprendimiento del grupo control de los brackets metálicos cementados con la resina Transbond.

Muestra	Fuerza (N)	Tiempo (S)	Desplazamiento (mm)	ARI	Área del bracket (3x3.5mm)	Resistencia (N/mm ²)
1	154.6	53.8	0.9	1	10.5mm ²	14.72
2	162.1	86.9	1.46	2	10.5mm ²	15.44
3	189.9	101	1.69	1	10.5mm ²	18.09
4	196.65	90.6	1.52	1	10.5mm ²	18.73
5	224.95	76.3	1.28	1	10.5mm ²	21.42
6	157.55	61.6	1.03	1	10.5mm ²	15
7	222.35	72.4	1.21	1	10.5mm ²	21.18
8	188.35	76.4	1.28	1	10.5mm ²	17.94
9	238.35	78.3	1.31	1	10.5mm ²	22.7
10	193.25	70.2	1.18	1	10.5mm ²	18.4
11	215.65	82.7	1.39	1	10.5mm ²	20.54
12	117.65	69.9	1.17	1	10.5mm ²	11.2
13	176.4	80	1.34	1	10.5mm ²	16.8

Tabla 7. Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con la resina Enlight posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® ácida.

Muestra	Fuerza (N)	Tiempo (S)	Desplazamiento (mm)	ARI	Área del bracket (3x3.5mm)	Resistencia (N/mm²)
1	253.3	70.6	1.18	2	10.5mm ²	24.12
2	255.2	64.9	1.09	2	10.5mm ²	24.3
3	144.45	52.9	0.89	3	10.5mm ²	13.76
4	230.2	67.3	1.13	2	10.5mm ²	21.92
5	292.55	71.7	1.2	1	10.5mm ²	27.86
6	174	75.9	1.01	2	10.5mm ²	16.57
7	212.05	85	1.43	3	10.5mm ²	20.2
8	322.05	85	1.43	2	10.5mm ²	30.67
9	240.25	161.9	2.72	2	10.5mm ²	22.88
10	257.1	62.6	1.05	2	10.5mm ²	24.49
11	221.15	84.4	1.41	2	10.5mm ²	21.06
12	221.8	66.1	1.11	3	10.5mm ²	21.12

Tabla 8. Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con la resina Transbond posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® ácida.

Muestra	Fuerza (N)	Tiempo (S)	Desplazamiento (mm)	ARI	Área del bracket (3x3.5mm)	Resistencia (N/mm²)
1	213.3	60.1	1.01	1	10.5mm ²	20.31
2	144.15	49.1	0.82	1	10.5mm ²	13.73
3	177.8	64.9	1.09	1	10.5mm ²	16.93
4	124.45	45.7	0.77	1	10.5mm ²	11.85
5	230.95	78.1	1.31	1	10.5mm ²	22
6	223.65	74	1.24	1	10.5mm ²	21.3
7	99.85	44.6	0.75	1	10.5mm ²	9.51
8	151.5	61.1	1.02	0	10.5mm ²	14.43
9	313.85	91.4	1.53	0	10.5mm ²	29.9
10	191.5	57	0.96	0	10.5mm ²	18.24
11	225.6	74.8	1.25	1	10.5mm ²	21.49
12	267.8	82.5	1.38	1	10.5mm ²	25.5
13	199.2	67	1.12	1	10.5mm ²	18.97

Tabla 9. Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con la resina Enlight posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® alcalina.

Muestra	Fuerza (N)	Tiempo (S)	Desplazamiento (mm)	ARI	Área del bracket (3x3.5mm)	Resistencia (N/mm²)
1	270.95	83.8	1.41	2	10.5mm ²	25.8
2	298.3	81.1	1.36	2	10.5mm ²	28.41
3	265.35	86.8	1.46	2	10.5mm ²	25.27
4	234.65	75.8	1.27	2	10.5mm ²	22.35
5	304.05	94.4	1.58	2	10.5mm ²	28.96
6	263.65	81.7	1.37	2	10.5mm ²	25.11
7	318.5	116.1	1.95	2	10.5mm ²	30.33
8	408	99.6	1.67	2	10.5mm ²	38.86
9	341.85	81.8	1.37	2	10.5mm ²	32.56
10	311.1	81.3	1.36	1	10.5mm ²	29.63
11	284.1	76.2	1.28	2	10.5mm ²	27.06
12	440	122.8	2.06	2	10.5mm ²	41.9

Tabla 10. Resistencia al desprendimiento de los brackets metálicos cementados con la resina Transbond posterior a tres meses de exposición a saliva artificial Viarden® alcalina.

Muestra	Fuerza (N)	Tiempo (S)	Desplazamiento (mm)	ARI	Área del bracket (3x3.5mm)	Resistencia (N/mm²)
1	319.4	69.6	1.17	1	10.5mm ²	30.42
2	298.5	93.9	1.57	1	10.5mm ²	28.43
3	289.9	107.5	1.8	1	10.5mm ²	27.61
4	308.8	115.1	1.93	1	10.5mm ²	29.41
5	204.95	70.7	1.18	1	10.5mm ²	19.52
6	234.9	61	1.02	1	10.5mm ²	22.37
7	162.75	59.3	0.99	1	10.5mm ²	15.5
8	361.9	95.7	1.61	1	10.5mm ²	34.47
9	299.25	104.7	1.76	1	10.5mm ²	28.5
10	212.9	79	1.32	0	10.5mm ²	20.28
11	207.8	60.9	1.02	1	10.5mm ²	19.8
12	267.9	83.3	1.4	1	10.5mm ²	25.5
13	320.05	95.6	1.6	1	10.5mm ²	30.48