

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE SINALOA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

ESPECIALIDAD EN ENDODONCIA



**EVALUACIÓN DE FUERZA DE ADHESIÓN DE SISTEMAS ADHESIVOS
UNIVERSALES EN DENTINA RADICULAR**

NO. DE REGISTRO 2024-1

TESIS QUE PRESENTA

C.D. KATHYA OSUNA HERNÁNDEZ

PARA OBTENER EL GRADO DE ESPECIALISTA EN ENDODONCIA

DIRECTORES DE TESIS:

DR. JESÚS EDUARDO SOTO SAINZ

DR. FERNANDO ROSAS LÓPEZ PORTILLO

CULIACAN, SINALOA, ENERO 2024



Dirección General de Bibliotecas
Ciudad Universitaria
Av. de las Américas y Blvd. Universitarios
C. P. 80010 Culiacán, Sinaloa, México.
Tel. (667) 713 78 32 y 712 50 57
dgbuas@uas.edu.mx

UAS-Dirección General de Bibliotecas

Repositorio Institucional Buelna

Restricciones de uso

Todo el material contenido en la presente tesis está protegido por la Ley Federal de Derechos de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

Queda prohibido la reproducción parcial o total de esta tesis. El uso de imágenes, tablas, gráficas, texto y demás material que sea objeto de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente correctamente mencionando al o los autores del presente estudio empírico. Cualquier uso distinto, como el lucro, reproducción, edición o modificación sin autorización expresa de quienes gozan de la propiedad intelectual, será perseguido y sancionado por el Instituto Nacional de Derechos de Autor.

Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial
Compartir Igual, 4.0 Internacional



FINANCIAMIENTO

A través de beca Conahcyt fue posible realizar esta investigación, ya que proporcionó el presupuesto para apoyar y poder concluir este proyecto de investigación. Beca no. 2980699.

DEDICATORIA

A mis queridos padres, por ser el motor que impulsa mis sueños y esperanzas.

GRACIAS

Kathya Osuna Hernández

AGRADECIMIENTOS

Agradezco principalmente a Dios por darme el valor, la fuerza y la inteligencia para poder cumplir esta meta, por cuidarme y guiarme en cada momento de mi vida.

Agradezco con todo mi corazón a mis padres María y José Luis, por su amor incondicional, su apoyo y por los sacrificios que han hecho por ayudarme a lograr todos mis sueños, son los pilares de mi vida, mi fuente de inspiración y mi mayor orgullo, todo lo que soy es gracias a ustedes, por eso este logro es tanto mío como suyo.

Mi agradecimiento sincero a mi director de tesis el DR. Jesús Eduardo Soto Sainz por su tiempo, esfuerzo y constancia, pero sobre todo gracias por siempre tener la mejor disposición para apoyarme con este trabajo de investigación. Asimismo, quiero agradecer al núcleo académico de este posgrado por brindarme sus conocimientos, experiencias, dedicación y paciencia.

Gracias infinitas a mis endohermanos porque con su cariño y empatía lograron hacer esta travesía más amena. Todas nuestras experiencias se quedan en mi corazón.

RESUMEN

Introducción: La odontología restauradora se caracteriza por utilizar materiales de mínima intervención, así como también que emulen, las características físicas del diente, para esto se han desarrollado adhesivos dentales universales los cuales tienen las características de ser fotopolimerizables o de polimerización dual y permitiendo el uso de distintas técnicas de grabado al sustrato dentario para la correcta cementación de postes de fibra de vidrio. **Objetivo:** Evaluar la fuerza de unión de sistemas adhesivos universales fotopolimerizable y de polimerización dual, así como también a la superficie de la dentina radicular. **Materiales y métodos:** Cuarenta y dos dientes anteriores superiores unirradiculares fueron seccionados en la unión cemento-esmalte, estandarizados a 14 mm y tratados endodónticamente. Se desobturaron para la colocación de poste de fibra de vidrio. Los dientes se dividieron al azar en 6 grupos con 7 muestras cada uno dependiendo el acondicionamiento dentinario y el tipo de adhesivo utilizado: ácido fosfórico 35%, EDTA 17%, Single Bond™ Universal, 3M, Futurabond®, U, VOCO, Biscem®, Bisco (control). Para la evaluación estadística se utilizó ANOVA una vía y la prueba Tukey. **Resultados:** La prueba de desalojo reveló los valores más altos de cada tercio, cervical en EDTA/FBU (17.05 ± 15.46), tercio medio (27.74 ± 13.89) y apical (24.62 ± 8.80) del grupo CP. Los grupos de EDTA/FBU (17.41 ± 11.52) y AF/FBU (16.66 ± 11.49) presentaron mejores resultados generales sin superar al CP (19.93 ± 9.33). **Conclusión:** El adhesivo Futurabond U mostró mejor comportamiento que el adhesivo Single Bond Universal independientemente del tipo de acondicionamiento dentinario. El uso de cemento resinoso autoadhesivo con ácido fosfórico 35% puede ser una alternativa clínica eficaz para la cementación de postes de fibra.

Palabras clave: adhesivo universal, prueba de desalojo, métodos de polimerización

ABSTRACT

Background: Restorative dentistry is characterized by using minimal intervention materials, as well as those that emulate the physical characteristics of the tooth. For this purpose, universal dental adhesives have been developed which have the characteristics of being light-curing or dual-curing and allowing the use of different etching techniques to the dental substrate for the correct cementation of fiberglass posts. **Materials and Methods:** Forty-two single-root maxillary anterior teeth were decoronated at the cement-enamel junction, standardized to 14 mm, and treated endodontically, then a post space was prepared. The teeth were randomly divided into 6 groups with 7 specimens each depending on the dentinal conditioning and the type of adhesive used: 35% phosphoric acid 35%, 17% EDTA, Single Bond™ Universal, 3M, Futurabond® U, VOCO, Biscem®, Bisco (control). Statistical evaluation consisted of a one-way ANOVA test and Tukey test. **Results:** Push-out bond strength test revealed the highest values of each third, cervical in EDTA/FBU group (17.05 ± 15.46), middle third (27.74 ± 13.89) and apical third (24.62 ± 8.80) of the CP group. The EDTA/FBU (17.41 ± 11.52) and AF/FBU (16.66 ± 11.49) groups presented better overall results without surpassing the CP (19.93 ± 9.33). **Conclusions:** Futurabond U adhesive showed better results than Single Bond Universal adhesive regardless dentin conditioner type solution. Self-adhesive resin cement with 35% phosphoric acid may be considered as an effective clinical alternative to fiber post cementation.

Keywords: Universal adhesive, push-out bond strength, curing methods

INDICE

RESUMEN	VI
ABSTRACT	VII
INDICE DE TABLAS	XI
INDICE DE FIGURAS	XII
1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 MARCO TEORICO	3
2.1 TEJIDO PULPAR	3
2.2 TRATAMIENTO DE CONDUCTOS.....	4
2.3 TRATAMIENTO POSTENDODONTICO	4
2.3.1 POSTES.....	5
2.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE POSTES	6
2.3.1.2 POSTES DE FIBRA DE VIDRIO	6
2.4 ADHESIÓN	7
2.4.1 SUTRATATOS DENTALES DE ADHESIÓN.....	9
2.4.2 DENTINA.....	9
2.4.3 ADHESION DENTINARIA	9
2.4.4 CAPA HIBRIDA	10
2.5 SMEAR LAYER.....	11
2.6 ACONDICIONANTES	12
2.6.1 ÁCIDO FOSFÓRICO.....	12
2.6.2 EDTA.....	13
2.7 SISTEMAS ADHESIVOS	14
2.7.1 INTERACCION CON EL SUSTRATO DENTARIO.....	15
2.7.1.1 GRABADO Y LAVADO	15
2.7.1.2 AUTOGRABADO	16
2.7.2 GENERACIONES.....	16
2.7.2.1 PRIMERA GENERACIÓN.....	16
2.7.2.2 SEGUNDA GENERACIÓN.....	16
2.7.2.3 TERCERA GENERACIÓN	17
2.7.2.4 CUARTA GENERACIÓN.....	17

2.7.2.5	QUINTA GENERACIÓN.....	17
2.7.2.6	SEXTA GENERACIÓN	18
2.7.2.7	SEPTIMA GENERACIÓN.....	18
2.7.2.8	OCTAVA GENERACIÓN.....	18
2.7.2.8.1	SINGLE BOND™ UNIVERSAL, 3M ESPE.	19
2.7.2.8.2	FUTURABOND® U, VOCO.....	19
2.8	CEMENTOS.....	20
2.8.1	CEMENTOS RESINOSOS.....	20
2.8.1.1	CEMENTO RESINOSO AUTOGRABANTE.....	20
2.8.1.2	CEMENTO RESINOSO AUTOADHESIVO	21
2.8.1.3	BISCEM®, BISCO.....	21
2.8.2	MÉTODOS DE POLIMERIZACIÓN.....	22
3	ANTECEDENTES.....	23
4	JUSTIFICACIÓN.....	26
5	HIPÓTESIS.....	27
5.1	HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN	27
5.2	HIPÓTESIS NULA.....	27
5.3	HIPÓTESIS ALTERNATIVA.....	27
6	OBJETIVOS.....	28
6.1	OBJETIVO GENERAL	28
6.2	OBJETIVOS ESPECIFICOS	28
7	MATERIALES Y MÉTODOS.....	29
7.1	LUGAR Y OBTENCIÓN DE LA MUESTRA	29
7.2	TIPO DE ESTUDIO.....	29
7.3	MUESTRA.....	29
7.4	TAMAÑO DE LA MUESTRA	29
7.5	CRITERIOS DE SELECCIÓN	30
7.5.1	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	30
7.5.2	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	30
7.5.3	CRITERIOS DE ELIMINACIÓN.....	30
7.6	METODOLOGÍA	31
7.6.1	PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA	31

7.6.2	ESTANDARIZACIÓN DE LA MUESTRA.....	31
7.6.3	TRATAMIENTO ENDODÓNTICO	31
7.6.4	DESObTURACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES.....	32
7.6.5	GRUPOS DE ESTUDIOS.....	33
7.6.6	PREPARACIÓN DE LOS ENDOPOSTES	33
7.6.7	ACONDICIONAMIENTO DENTINARIO Y CEMENTACIÓN DE ENDOPOSTES.....	34
7.6.8	EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE DESALOJO	36
7.6.9	EVALUACIÓN DEL TIPO DE FALLA	36
7.6.10	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	37
7.6.11	LUGAR DE REALIZACIÓN.....	37
8	RESULTADOS	38
9	DISCUSIÓN.....	46
10	CONCLUSIONES.....	48
11	PERSPECTIVAS.....	49
12	REFERENCIAS.....	50

INDICE DE TABLAS

TABLA 1. Medias de valores de resistencia (MPa) de cada grupo y sus respectivas desviaciones estándar en la prueba Push-out.....	40
--	----

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Comparación de las medias por grupo adhesivo de la prueba push-out	41
FIGURA 2. Comparación de las medias tercio cervical de cada grupo en la prueba push-out	42
FIGURA 3. Comparación de las medias tercio medio de cada grupo en la prueba push-out	43
FIGURA 4. Comparación de las medias tercio apical de cada grupo en la prueba push-out	44
FIGURA 5. Frecuencia del tipo de falla por grupo adhesivo	45

1 INTRODUCCIÓN

El tejido pulpar es un tejido conectivo laxo altamente vascularizado e inervado lo que le permite tener funciones sensitivas, nutritivas, inductora, formativa y de defensa. A pesar de ser un tejido sumamente resiliente, la pulpa dental puede ser afectada por diversas causas como caries, traumatismos, restauraciones mal adaptadas, entre otros (1). En ocasiones, los efectos de estas agresiones evitan su capacidad de regenerarse y mantener sus funciones por lo que es necesario realizar un tratamiento de conductos el cual tiene como objetivo la remoción del tejido pulpar inflamado o necrosado para mantener el órgano dental en la cavidad oral (2).

Al finalizar este tratamiento es necesario realizar una restauración coronal con el fin de evitar alguna filtración además de restaurar la función y mejorar la estética. Algunos órganos dentales presentan una gran destrucción coronal por lo que es necesario la colocación de un endoposte para formar un monobloque con el material restaurador, esto utilizando adhesivos dentales que logran un enlace entre el material restaurador y el área remanente dentaria (3).

Los sistemas adhesivos han estado presentes en la odontología desde un poco más de medio siglo y al pasar los años han sido clasificados en generaciones y de acuerdo con la forma en la que se unen a los tejidos dentales, estas formas son grabado y lavado y autograbado. En la actualidad contamos con adhesivos de octava generación llamados universal o multimodo los cuales dan el beneficio de utilizar diferentes técnicas de grabado y su fórmula mejora las propiedades de unión adhesiva tanto a tejidos dentales como a restauraciones directas e indirectas (4).

La adherencia de los postes de fibra de vidrio al conducto radicular está sustentada en la cementación adhesiva y su retención depende de la fuerza de unión entre el poste, cemento y dentina radicular, pero con ciertos criterios como limpieza del conducto, técnica de grabado, tipo de adhesivo, tipo de cemento y el tipo de polimerización de estos últimos, ya que el uso de un adhesivo fotopolimerizable no garantiza la polimerización completa dentro del conducto radicular. Una falla en alguno de estos criterios puede originar fracasos en el tratamiento debilitando la unión adhesiva entre la dentina y el poste (5).

Por lo anterior, es importante conocer las funciones y características del sistema adhesivo para lograr éxito a largo plazo en estos tratamientos, es por eso por lo que el objetivo de este estudio fue evaluar la fuerza de unión de sistemas adhesivos universales fotopolimerizable y de polimerización dual a la superficie de la dentina radicular y a la superficie del poste de fibra.

2 MARCO TEORICO

2.1 TEJIDO PULPAR

La pulpa dental es tejido conjuntivo laxo altamente vascularizado e innervado, está compuesto por 75% agua y 25% materia orgánica, esta última formada por células siendo las principales los fibroblastos seguido de los odontoblastos y matriz extracelular representada por fibras principalmente las fibras colágenas tipo I y sustancia fundamental también denominada matriz extracelular amorfa formado por proteoglucanos y agua. La innervación de este tejido está a cargo de fibras nerviosas tipo A (mielínicas) y tipo C (amielínicas), que llegan a la pulpa junto con los vasos sanguíneos a través del foramen apical (1).

Las principales actividades funcionales de la pulpa es que es inductora y formativa ya que induce el depósito de dentina para que se produzca la síntesis y depósito del esmalte, sin embargo, su función esencial es formar dentina, también se ha descrito la capacidad de nutrir a la dentina a través de las prolongaciones de los odontoblastos, otra característica le da la posibilidad de ser sensitiva ya que responde a diversos estímulos y agresiones, finalmente se le ha asociado una función esencial como la de reparar mediante esclerosis dentinaria o formación de dentina terciaria (6).

El tejido pulpar y el tejido dentinario conforman de manera estructural, embriológica y funcional, una unidad biológica denominada complejo dentino pulpar (1). Diversas agresiones como caries, procedimientos operatorios, traumatismos dentales y enfermedad periodontal pueden causar reacciones inflamatorias irreversibles en la pulpa ocasionando que este tejido no pueda regenerarse y mantener sus funciones llevando a la necesidad de realizar un tratamiento de conductos (2).

2.2 TRATAMIENTO DE CONDUCTOS

El tratamiento de conductos tiene dos objetivos, uno biológico y otro funcional. El objetivo biológico es la remoción y limpieza del tejido pulpar inflamado, y la remoción y desinfección de tejido pulpar necrótico llevando al objetivo funcional que es la preservación del órgano dental en boca cumpliendo con sus funciones (6).

El tratamiento de conductos consiste en la remoción del tejido pulpar mediante la conformación de los conductos radiculares utilizando instrumentos endodónticos logrando así un correcto espacio para la llegada del irrigante y los materiales de obturación (7).

2.3 TRATAMIENTO POSTENDODONTICO

Posterior al tratamiento de conductos, es necesario realizar un tratamiento coronal restaurativo sobre el órgano dental con el fin de evitar alguna filtración, restaurar la función y mejorar la estética (3). Diversos estudios demuestran que los órganos dentales tratados endodónticamente tienen un mayor riesgo de sufrir alguna fractura ya sea por la pérdida de estructura dentaria o por la deshidratación que sufre la dentina (3).

Las restauraciones para un diente tratado endodónticamente pueden ser conservadoras o protésicas. Las restauraciones conservadoras pueden ser directas o indirectas, pero no involucran la totalidad de la porción coronaria: ocupan fundamentalmente su porción interna como resinas e incrustaciones. Las restauraciones protésicas generan un recubrimiento total del remanente dentario, que ocupa así fundamentalmente su porción periférica como las coronas (8).

La preparación dentaria para una corona implica entonces una reducción periférica total del remanente, pero en un diente tratado endodónticamente existe un faltante interno más o menos importante de tejido dentario. En estos casos, muy frecuentemente las coronas precisarán un dispositivo que las una a la raíz del diente ya que el remanente coronario sería escaso y no alcanzaría a hacerlo por falta de superficie o de resistencia (9).

2.3.1 POSTES

Los postes radiculares tienen dos funciones principales: la primera es estabilizar mecánicamente la porción coronaria cuando sobre ella incidan fuerzas no axiales (más habitual en el sector anterior y área de premolares) y la segunda es conectar la futura restauración con la porción radicular en el caso de que el remanente coronario sea escaso y/o poco resistente (9).

Para Sorensen y Engelman la principal función de un poste es dar una retención para el núcleo o material central cuando la corona dentaria remanente es insuficiente (10).

En el pasado se creía que los postes reforzaban la estructura dentaria pero gracias a estudios como los de Sorensen y Martinoff se demostró que no es así sino todo lo contrario (11) ya que en diversos autores demostraron que los postes pueden interferir en la resistencia mecánica del diente, aumentando el riesgo de daño al remanente estructural dental (12).

2.3.1.1 CLASIFICACIÓN DE POSTES

Los postes dentales se pueden clasificar como colados o prefabricados. Los postes colados son aquellos que se adaptan a las distintas formas de los conductos radiculares, estos se pueden elaborar mediante un proceso de colada utilizando cera o resina acrílica. Los postes prefabricados ya vienen con formas y tamaños preestablecidos a los que se deberá adaptar el mismo órgano dental (5).

Los postes preformados se clasifican en 3 generaciones:

- Elementos metálicos (acero/titanio): presentan una inserción activa ya que se enroscan en la dentina radicular mediante sus filos, tradicionalmente son conocidos como tornillos
- Elementos metálicos (acero/titanio/otros metales): presentan una inserción pasiva en una preparación radicular previa
- Elementos no metálicos (cerámicos o reforzados con fibras de carbono, cuarzo o vidrio): presentan una inserción pasiva y su fijación es adhesiva (13).

2.3.1.2 POSTES DE FIBRA DE VIDRIO

Los postes de fibra de vidrio están formados por distintos tipos de vidrio, principalmente el vidrio eléctrico que debe su nombre a que su composición química lo convierte en un aislante eléctrico de gran capacidad, este tipo de vidrio es el más utilizado y es la fibra de vidrio más económica para las resinas compuestas, generando gran resistencia y bajos costos (14).

Estos postes presentan un módulo de elasticidad bajo y menor resistencia a la flexión, tienen una mayor facilidad de deformación, pero son más propensos a las fracturas cuando las deformaciones son exageradas (13). Mjor y Smith en su estudio demostraron que estos postes son los más perjudicados por el debilitamiento hidrólico en caso una filtración marginal de una restauración coronaria (15).

Para que la cementación de estos postes dentro del conducto radicular logre una correcta retención de los mismos dependerá completamente de la adhesión, la cual es crucial debido a que el sustrato dentinario presenta un gran contenido orgánico (16). Akgunor y colaboradores mencionan en su estudio que la retención de los postes de fibra dependerá de la fuerza de unión entre el material del poste y la resina de cementación, así como de la fuerza de unión entre la resina de cementación y el espacio poste-dentina (17).

Diversos estudios como los de Balbosh y colaboradores mencionan que entre los factores que influyen en la fuerza de unión del poste y dentina encontramos diámetro, diseño, longitud, composición, tratamiento superficial del poste, el tipo de cemento, el tipo de adhesivo y el tipo de polimerización (18).

2.4 ADHESIÓN

El término adhesión proviene del latín *adhaerere* que significa pegarse o unirse a algo, describiendo la unión entre dos sustancias distintas (19), mientras Craig la define como la unión de materiales diferentes mediante la atracción de sus átomos o moléculas (20).

La Sociedad Americana de Materiales ve la adhesión en distintas maneras como fenómeno y como sustancia. La adhesión como fenómeno es el estado en que dos superficies se mantienen unidas por fuerzas interfaciales y como material se puede definir como aquella sustancia capaz de mantener materiales juntos mediante la unión superficial (21).

Otamendi entiende por adhesión al proceso de unión superficial que se basa en un contacto de dos materiales de diferente naturaleza, así como su humectación y esto solo ocurrirá si su tensión superficial es menor que la energía superficial libre del adherente (22).

En el campo odontológico adhesión se puede diferenciar en dos tipos; química y mecánica:

Adhesión química: es la reacción que se produce cuando dos superficies entran en contacto generando así uniones específicas. La unión química primaria es a nivel atómico y la secundaria a nivel molecular. Este tipo de unión se produce en superficies planas y químicamente dispares (22), se establece al formarse enlaces entre átomos a través de la interfase entre el adhesivo y adherente (23).

Adhesión mecánica: unión entre dos superficies dispares por medio de un acoplamiento entre las partes a unirse, las que se mantienen en contacto en base a la penetración de una de ellas o en las irregularidades que presenta la superficie de la otra. Esto significa la función de la morfología de ambas, esta traba puede ser macroscópica o microscópica (22), su intensidad dependerá de la traba formada a nivel microscópico entre las irregularidades presentes (23).

2.4.1 SUTRATATOS DENTALES DE ADHESIÓN

2.4.2 DENTINA

La dentina es el eje estructural del diente y constituye el tejido mineralizado que conforma el mayor volumen del órgano dental, está formada por células especializadas llamadas odontoblastos que continúan formando dentina durante toda la vida. Es una estructura porosa atravesada por túbulos dentinarios, en ellos se encuentran los procesos celulares de los odontoblastos y el líquido dentinario. Se asemeja más al hueso humano y es mucho menos mineralizada que el esmalte. Su composición química es aproximadamente 70% materia inorgánica principalmente cristales de hidroxiapatita, 18% materia orgánica como fibras colágenas principalmente el tipo uno y 12% agua (1).

Para Nakabayashi la composición de la dentina es aproximadamente de 50% materia inorgánica, 30% materia orgánica y 20% agua (24). La composición de la dentina puede variar dependiendo del área del diente, su proximidad con la pulpa y las agresiones que allí recibió, esto genera cambios en las propiedades mecánicas de la dentina afectando el éxito de la adhesión (25).

2.4.3 ADHESION DENTINARIA

El principio de adhesión a la dentina se basa también en el grabado superficial mediante un ácido. Dependiendo del sistema adhesivo, en el proceso se puede eliminar completamente el barrillo dentinario (los túbulos dentinarios y las estructuras colágenas, la denominada red de fibras colágenas, quedan expuestas como resultado) o bien se puede alterar su estructura (los túbulos dentinarios y la red de fibras colágenas no quedan expuestas en el proceso). En ambos casos se

produce la penetración de ciertos componentes de los sistemas adhesivos en la dentina y a continuación se establece asimismo una unión adhesiva retentiva (19).

Al ser la dentina un sustrato más orgánico y húmedo que el esmalte, la adhesión a ella ha sido un verdadero reto y es menos predecible debido a la complejidad de su histología. La unión de materiales y restauración a la dentina se ve afectada por factores biológicos y clínicos como la edad del paciente, posición dental, tipo de dentina, profundidad y permeabilidad dentinal, tipo de material de restauración, hábitos para funcionales entre otros (26,27)

2.4.4 CAPA HIBRIDA

En los adhesivos de grabado y lavado durante el grabado ácido, el contenido mineral de la dentina es solubilizado, extraído para posteriormente ser reemplazado con agua del lavado que junto con el porcentaje de agua ya presente en la dentina forman un nuevo contenido de 70% agua rodeada de 30% de fibras de colágeno remanentes. Posteriormente en la fase de infiltración de monómero de unión de resina, el nuevo porcentaje de agua (70%) debería idealmente ser reemplazado completamente por un 70% de monómeros de resina que polimerizan in situ para crear un biocompuesto híbrido de resina reforzado con las fibras de colágeno llamado capa híbrida o zona de Inter difusión (28,29).

Nakabayashi fue el primero en observar esta capa en 1980 dándole el nombre de capa híbrida y a lo largo del tiempo ha recibido diversos nombres como zona de inter difusión de resina con la dentina, dentina infiltrada con primer-resina, capa de dentina impregnada con resina, zona de Inter difusión o zona de interpenetración (30).

Para Nakabayashi esta capa es el resultante del proceso de difusión e impregnación de los monómeros de resina a la dentina pretratada y su polimerización en palabras más sencillas es una mezcla de resina adhesiva con las fibras remanentes de la dentina pre acondicionada (31).

2.5 SMEAR LAYER

El smear layer es una capa ligera adherida a la superficie de la dentina radicular creada al momento de hacer una instrumentación o preparación dental, contiene microorganismos, restos de dentina y diversos materiales odontológicos (32).

En otros estudios consideran al smear layer como una capa irregular, granular y amorfa sobre la superficie de la dentina radicular que se compone de partículas dentales orgánicas e inorgánicas, incluidos restos de tejido pulpar vital o necrótico, bacterias, y sus subproductos (33).

Para la eliminación total o parcial de esta capa, se han propuesto diversas soluciones irrigadoras como el ácido etilendiaminotetraacético (EDTA); combinación de ácido cítrico, doxiciclina y detergente (MTAD); Tetraclean; ácido cítrico; Qmix; ácido maleico y SmearClear, con el fin de lograr una mayor desinfección del sistema de conductos radicular y una mejor adaptación de los materiales de obturación (34).

2.6 ACONDICIONANTES

Le remoción del smear layer es importante para exponer la red de fibras de colágeno de la dentina, esto se puede lograr mediante agentes acondicionantes como el ácido fosfórico entre otros; estos ácidos pueden debilitar la dentina por una excesiva desmineralización, la profundidad de esta desmineralización dependerá del tipo, porcentaje y tiempo de aplicación del ácido sobre la dentina (35).

Existen dos formas diferentes en las que se puede definir la descalcificación que producen los acondicionadores del sustrato dentinario:

1. Ocurre cuando la descalcificación de la dentina peritubular se limita a la apertura del túbulo, causando un ligero ensanchamiento de su dimensión original.
2. Se presenta cuando la dentina peritubular y la dentina intertubular, son desmineralizadas desde adentro de la apertura de los túbulos dentinarios (29).

2.6.1 ÁCIDO FOSFÓRICO

Es un ácido comúnmente en odontología usado en operatoria como agente grabador tanto en esmalte como dentina, su uso generalmente es en forma de gel con una concentración de 37% pero esta última puede variar dependiendo la casa comercial, la aplicación recomendada del ácido fosfórico a 37% es de 15 segundos en esmalte y 8 segundos en la dentina (36). En la literatura, se encuentran

evaluaciones de ácido fosfórico en concentraciones de 5% hasta 40% siendo todas efectivas para la eliminación del smear layer (37).

Loiacono y cols. Compararon la eficacia de eliminación de smear layer en dentina radicular con ácido fosfórico al 3% y al 4% concluyendo que este último tuvo mayor grado de limpieza de smear layer, pero sin mostrar mejoras significativas con el uso de activación ultrasónica (38).

2.6.2 EDTA

Ácido etilendiaminotetraacético es un quelante con un pH neutro ligeramente alcalino (39), tiene poca o nula actividad antibacteriana, pero logra debilitar la membrana celular bacteriana sin matar la bacteria (40).

En endodoncia esta solución se utiliza comúnmente en concentraciones de 15 y 17% como irrigante auxiliar para la eliminación del smear layer (41), la eliminación de esta capa con EDTA solo se logrará con el uso previo del hipoclorito de sodio que elimina materia orgánica mientras que el EDTA solamente afecta la materia inorgánica de la dentina (42).

El EDTA presenta un pH bajo actuando como un quelante de calcio que disuelve por completo el smear layer logrando así abrir los túbulos dentinarios. Se ha demostrado que el EDTA al 17% es más efectivo que el hipoclorito de sodio para la eliminación del smear layer (43).

Algunos estudios sugieren que concentraciones bajas de EDTA como 1% o 5% son suficientemente fuertes para lograr la eliminación del smear layer recomendando además una exposición de esta solución al sustrato dentario de hasta 2 minutos dependiendo el grosor del smear layer (44).

2.7 SISTEMAS ADHESIVOS

Los sistemas adhesivos son biomateriales que contienen uno o varios componentes indispensables para poder crear una unión adhesiva entre los sustratos dentarios como esmalte, dentina y materiales de resina (19). Los adhesivos actuales permiten una unión adhesiva entre la estructura dental y la restauración sin la necesidad de una cavidad retentiva porque crean una fuerza de unión (25).

Los componentes habituales de los sistemas adhesivos son ácido, primer y adhesivo (45).

El ácido se utiliza para remover cristales minerales y descalcifica la dentina exponiendo las fibras de colágeno, el más usado es el ácido fosfórico (46).

El primer es una solución hidrófila de monómeros resinosos y permite la penetración de estos a la dentina desmineralizada, este se adhiere a las superficies dentales formando una capa para recibir en una condición mejor a la resina. Una vez colocado el primer se seca al aire libre sin necesidad de enjuagar o fotopolimerizar (47).

El adhesivo es una mezcla de monómeros de resina hidrofóbicos de baja viscosidad que penetran las superficies previamente tratadas con el primer creando una adhesión mecánica a la dentina (47).

Los sistemas adhesivos son clasificados por la manera en que interactúan con el sustrato dentario o por generaciones (19,45,48).

2.7.1 INTERACCION CON EL SUSTRATO DENTARIO

La clasificación de los sistemas adhesivos de acuerdo a su interacción con el esmalte o la dentina podemos decirlo de manera más precisa que es su interacción con el smear layer (45).

Los sistemas adhesivos que necesitan un paso para grabar con ácido se denominan grabado y lavado y los que no necesitan un paso específico con ácido se denominan autograbado (46).

2.7.1.1 GRABADO Y LAVADO

Son adhesivos tradicionales que remueven el smear layer y smear plugs, requieren un paso específico para grabar el sustrato dentario con algún ácido grabador. Hay dos tipos de adhesivos de grabado y lavado , uno de 3 pasos donde vienen de manera separada el ácido, el primer y el adhesivo, el otro de 2 pasos donde el ácido viene separado y el primer y el adhesivo juntos (45).

2.7.1.2 AUTOGRABADO

Son adhesivos que no remueven el smear layer, pero lo incorporan en la interfase adhesiva mientras levemente descalcifica la hidroxiapatita en la dentina y esmalte. Existen dos tipos de adhesivos de autograbado, uno de 2 pasos que incluye una botella que contiene el ácido más el primer y una botella separada que contiene el adhesivo. El otro es de un solo paso, la misma botella incluye los tres componentes (49).

2.7.2 GENERACIONES

2.7.2.1 PRIMERA GENERACIÓN

Introducidos por Buonocore en los años 50s (50) para posteriormente Bowen en 1965 mejorar su fórmula utilizando un promotor de adhesión entre esmalte-dentina y materiales de resina (51). Esta generación ha quedado obsoleta debido a su baja fuerza de unión y resultados clínicos desfavorables (52).

2.7.2.2 SEGUNDA GENERACIÓN

Presentada a finales de los años 70s con el fin de mejorar la generación anterior. Emplean fosfatos polimerizables añadidos en resinas bis-GMA para promover la unión al calcio en la estructura dental mineralizada (52) Esta unión crea un enlace iónico que se degrada rápidamente en agua ocasionando una desunión o microfiltración (52) por lo cual su uso es obsoleto añadiendo que no hay eliminación del smear layer por tal motivo los resultados eran deficientes (53).

2.7.2.3 TERCERA GENERACIÓN

Esta generación fue introducida a principios de los años 80s y se caracterizaba por el grabado ácido de la dentina para eliminar tan siquiera de manera parcial el smear layer (52). Este paso permitía la apertura de los túbulos dentinarios para una mejor penetración del primer y crear una unión más fuerte. Posterior al primer se colocaba resina sin relleno, pero no penetraban la capa de smear layer, lo cual fue el fracaso de esta generación (54).

2.7.2.4 CUARTA GENERACIÓN

Fue presentada en los años 80s y 90s, caracterizada por el grabado ácido de esmalte y dentina y con la capacidad de eliminar de manera completa el smear layer. Sigue siendo considerada el estándar de oro de la adhesión dentinaria. Esta generación cuenta con 3 elementos principales, en botellas distintas (ácido grabador, primer, adhesivo) aplicados en secuencia (4).

Tienen una fuerza de unión de bajo a medio (55), esta técnica es muy efectiva si se usa de manera correcta, pero es compleja y demanda más tiempo así que se buscó crear adhesivos de aplicación más rápida y simple (4).

2.7.2.5 QUINTA GENERACIÓN

Con el fin de reducir los pasos clínicos del proceso adhesivo de la generación pasada, a partir de los años 90s aparecieron los adhesivos de una botella, los cuales combinaban en una sola botella tanto el primer como el adhesivo para ser aplicado sobre la superficie dentinaria y del esmalte posterior a la colocación del ácido grabador sobre las mismas (52,56,57).

2.7.2.6 SEXTA GENERACIÓN

Presentados en odontología a finales de los años 90s, tenían el objetivo de reducir un paso clínico: el grabado, ya sea eliminándolo o añadiéndolo en otro paso (58). Son caracterizados por tener una correcta unión a la dentina, pero una débil unión al esmalte (52).

2.7.2.7 SEPTIMA GENERACIÓN

Aparecieron por primera vez a principios del 2005 con la principal característica de ser todo en uno, ya que los pasos clínicos de grabado, primer y adhesivo se encontraban en la misma botella, reduciendo así el tiempo de trabajo operatorio (59,60). Entre las ventajas de esta generación es que no necesita mezclarse y presenta una adhesión constante. Una de las desventajas es que su adhesión a largo plazo disminuye de manera drástica (61).

2.7.2.8 OCTAVA GENERACIÓN

Es la generación más actual y es llamada Universal o Multimodo. No necesita mezclarse ya que su presentación es de una sola botella. Pueden utilizar la técnica adhesiva grabado y lavado o autograbado y unirse diferentes sustratos y a restauraciones directas o indirectas de distintos materiales (62–64). Los principales cambios de esta generación fue la modificación en su acidez, incorporación de nuevos monómeros permitiendo una funcionalidad clínica más estable a lo largo del tiempo (65).

Esta generación incorpora a su fórmula rellenos de tamaño nanométrico (12nm) aumentando la penetración de los monómeros de resina y capa híbrida, mejorando las propiedades mecánicas de unión adhesiva (4,66). Estos adhesivos han demostrado en diversos estudios tener una unión a la dentina similar que los adhesivos de técnicas de dos pasos (grabado y lavado) (67).

2.7.2.8.1 SINGLE BOND™ UNIVERSAL, 3M ESPE.

Es el primer adhesivo en ser llamado universal, es fotopolimerizable, permite diferentes técnicas de grabado como grabado total, grabado selectivo y autograbado, presenta alta tolerancia a la humedad, no necesita refrigeración (67), indicado para restauraciones directas e indirectas, su presentación es en botella única. Su composición se basa en monómeros de fosfatos (MDP), resinas de dimetacrilato, Bis-GMA, HEMA, etanol, agua, iniciadores y silano entre otros (68).

2.7.2.8.2 FUTURABOND® U, VOCO.

ES un adhesivo universal de curado dual, permite al clínico elegir la técnica de grabado ya sea autograbado, grabado total o grabado selectivo, proporciona altos valores de adhesión tanto en esmalte como dentina, permite una polimerización química haciéndolo ideal para la fijación de postes en conductos radiculares, indicado para restauraciones directas e indirectas, tolerante a la humedad, no necesita refrigeración, su presentación es en unidosis (69).

2.8 CEMENTOS

El cemento se puede definir como una sustancia que produce una unión sólida entre dos superficies. Existen tres tipos de cementos en odontología dependiendo de su interacción con el sustrato: los cementos no adhesivos como los de fosfato de zinc, cementos de adhesión química como el ionómero de vidrio y policarboxilato, y por último cementos de adhesión micromecánica como los de resina (70).

2.8.1 CEMENTOS RESINOSOS

Los cementos resinosos usualmente necesitan un pretratamiento de los sustratos dentarios para así favorecer la unión entre los tejidos dentales, este pretratamiento se podía obtener con los diversos sistemas adhesivos. Actualmente existen cementos resinosos multipasos facilitando su aplicación y ahorro de tiempo, los cuales se clasifican de acuerdo a su característica de adhesión en cemento resinoso convencional, autograbante y autoadhesivo (71)

2.8.1.1 CEMENTO RESINOSO AUTOGRABANTE

Estos cementos presentan monómeros ácidos que no requieren lavado que a su vez graban, preparando la dentina y el esmalte. Se pueden utilizar en técnicas de uno o dos pasos. La técnica de dos pasos comprende un primer autograbante y una resina adhesiva hidrofóbica mientras que el de un paso combina los tres en una sola solución. Los cementos resinosos autograbantes desmineralizan e infiltran los sustratos dentarios. Al no necesitar el paso de lavado y secado no eliminan el smear layer si no que lo impregnan con monómeros ácidos exponiendo el colágeno

intratubular, removiendo minerales para ser reemplazados por monómeros de resina creando así un entrelazado micromecánica en los intersticios del colágeno (70)

2.8.1.2 CEMENTO RESINOSO AUTOADHESIVO

Estos tipos de cementos se pueden utilizar sin procedimientos de grabados ácidos ni sistemas adhesivos previos, su aplicación queda en un solo y sencillo paso (72). Su mecanismo de adhesión se basa más en una adhesión química que en una retención micromecánica, disuelven parcialmente el smear layer sin eliminarlo dentro de los túbulos dentinarios (73).

Una capa gruesa de smear layer, aplicación previa de ácido fosfórico en dentina, degradación de agua y no aplicar suficiente presión entre el cemento y los sustratos dentales son las causas que pueden afectar la unión adhesiva de manera negativa en este tipo de cementos (74).

2.8.1.3 BISCEM®, BISCO

Es un cemento resinoso autograbante, autoadhesivo y de fraguado dual por tal motivo no necesita ningún pretratamiento de los sustratos dentales, promueve liberación de flúor y ofreciendo una buena adhesión a la mayoría de los materiales dentales. es radiopaco ofreciendo la ventaja de ser visible en las radiografías y está indicado para coronas cerámicas, metálicas, puentes, incrustaciones inlay, onlay y postes (78).

2.8.2 MÉTODOS DE POLIMERIZACIÓN

Los cementos resinosos pueden ser autopolimerizable, fotopolimerizable y polimerización dual (75). Los cementos autopolimerizable presentan un tiempo de trabajo limitado haciendo que sean difícil de manipular, los cementos fotopolimerizables no son recomendados para la cementación de postes debido a la imposibilidad de que la luz penetre por completo a la profundidad del conducto radicular, inclusive en postes traslucidos (76) y los cementos de polimerización o fraguado dual son los ideales para la cementación de postes ya que su polimerización inicia con luz y termina siendo química (77).

3 ANTECEDENTES

Kusumasari y colaboradores utilizaron treinta premolares inferiores divididos en tres grupos basados en sistemas adhesivos previos a la cementación del poste de fibra de vidrio con el objetivo de evaluar el efecto de los diferentes tipos de grabados en los adhesivos universales en la fuerza de adhesión del poste mediante push-out, concluyendo que el tercio coronal presento mejores valores de fuerza de unión que el tercio apical, además, el modo de autograbado en el adhesivo universal previo a la cementación del poste con cemento de resina autoadhesiva mejoro notoriamente la fuerza de unión del poste a la dentina radicular especialmente en el tercio apical (79).

Oskoe y colaboradores emplearon setenta y dos órganos dentales unirradiculares divididos en seis grupos basados en sistemas adhesivos universales de grabado y lavado y autograbado, cementos de resina autoadhesiva, cementos de resina de curado dual y combinaciones entre ellos, obteniendo como resultado que la fuerza de unión fue significativamente influenciada por el tipo de estrategia adhesiva utilizada, el cemento de resina autoadhesiva no se debe usar solo y debe ser usado en combinación con un tipo de adhesivo, el más indicado fue el adhesivo universal en modo autograbado (80).

Lee y colaboradores utilizaron cincuenta premolares superiores unirradiculares divididos en diez grupos basados en el tipo de sistema adhesivo y el tipo de material de cementación como cementos de resina autoadhesiva, cemento de curado dual, sistemas adhesivos universales y de autocurado con el fin de evaluar la fuerza de adhesión de postes de fibra a la dentina mediante push-out. Los resultados en cuanto al sistema adhesivo no fueron estadísticamente significativos. Los autores concluyeron que el cemento autoadhesivo sin unión adhesiva no mostro un valor significativamente diferente a los cementos autoadhesivos con unión adhesiva (68).

Pereira y colaboradores emplearon setenta caninos humanos, realizándoles tratamiento de conductos y aplicándoles Scotchbond posteriormente divididos en siete grupos basados en diversos cementos para evaluar la cementación de los postes de fibra de vidrio con diferentes cementos resinosos. Concluyeron que la fuerza de unión de los cementos de resina autoadhesiva fue significativamente mayor comparado con otros cementos, además, que el tercio cervical de las raíces cementadas con cementos convencionales presentaron los valores de unión más altos (81).

Mosharraf y colaboradores utilizaron veinte incisivos centrales superiores divididos en dos grupos con el objetivo de evaluar la fuerza de unión regional mediante push-out de los postes de fibra de usando dos tipos de cementos resinosos. Los autores concluyeron que no hubo diferencia significativa en el promedio de empuje de la fuerza de unión entre los cementos resinosos convencionales y autograbado, añadiendo que el tercio cervical radicular mostro mayor porcentaje de fuerza de unión que el tercio apical (17).

Bastos y colaboradores emplearon noventa premolares divididos en dos grupos y cada grupo dividido en tres grupos de quince muestras basados en el tipo de adhesivo a utilizar con el fin de evaluar la fuerza de unión push-out y el sellado de los adhesivos de grabado y lavado, y de los autograbados utilizando un poste de fibra de vidrio en diferentes profundidades del conducto radicular. Concluyendo que los adhesivos de grabado completo y los autograbantes mostraron una fuerza de unión similar y de un sellado marginal en la cementación del poste de fibra y el valor más alto de fuerza de unión fue en la parte más cervical y más apical de las raíces (82).

Topcu y colaboradores utilizaron sesenta primeros premolares unirradiculares con el objetivo de evaluar la fuerza de unión regional mediante push-out de dos tipos de postes de fibras reforzados utilizando tres tipos de sistemas adhesivos. Obteniendo

como resultados que los postes de fibra de vidrio reforzados tienen mayor fuerza de unión que los postes de carbón reforzados, los adhesivos Clearfill SE Bond y XP Bond mostraron valores significativamente mayores que Optibond all in one en el tercio cervical, concluyendo que en todos los tercios radiculares los postes de fibra de vidrio reforzados tienen mayor fuerza de unión que los postes de carbón reforzando independientemente del tipo de adhesivo utilizado (83).

Kivanc y colaboradores emplearon cincuenta y seis premolares inferiores con el fin de evaluar el potencial retentivo de un cemento resinoso autoadhesivo usando diferentes sistemas adhesivos para compararlos con la fuerza de unión push-out de los postes de fibra. Los autores concluyeron que el uso de resinas adhesivas combinadas con cementos de resina autoadhesiva mejora las fuerzas de unión y que los valores de fuerzas adhesivas del adhesivo Clearfill SE autograbado en dos pasos mejora a medida que el tiempo pasa (84).

Aksornmua y colaboradores utilizaron doce premolares unirradiculares con el objetivo de evaluar la fuerza de unión regional de cemento resinoso de curado dual utilizando cuatro diferentes adhesivos. Concluyeron que la fuerza de unión entre cemento resinoso y dentina radicular y las diferencias de fuerza de unión en los diferentes tercios radiculares se ven afectados por el tipo de estrategia adhesiva utilizada (85).

4 JUSTIFICACIÓN

Después de terminar un tratamiento de conductos es de vital importancia la restauración coronal del órgano dental tratado, esto con el fin de obtener un sellado coronal que evite la filtración de alimentos, líquidos y saliva que lleven consigo microorganismos dentro del conducto radicular, reinfectándolo y llevándolo al fracaso endodóntico, además una restauración protésica permite disipar las fuerzas oclusales ayudando a disminuir una posible fractura.

Para los órganos dentales tratados endodónticamente, con poco remanente dentario les es indicado endopostes como los de fibra de vidrio para crear una retención entre el material restaurador y órgano dental. Para su colocación, es necesario la desobturación parcial del conducto radicular y la aplicación de un sistema adhesivo el cual nos servirá de unión con ambas superficies (dentina-poste). El adhesivo se puede usar empleando o no una solución para el acondicionamiento dentinario.

En la actualidad, hay una gran cantidad de sistemas adhesivos comerciales al alcance del odontólogo que nos llevan a preguntarnos si alguno de ellos es mejor que otro. Es por eso que el objetivo del estudio es evaluar la fuerza de adhesión de dos de los adhesivos más actuales llamados multimodo de octava generación Single Bond™ Universal, 3M. y Futurabond® U, VOCO.

5 HIPÓTESIS

5.1 HIPÓTESIS DE INVESTIGACIÓN

Existen diferencias significativas en la fuerza de unión a la dentina radicular de los adhesivos Futurabond® U, VOCO. y Single Bond™ Universal, 3M.

5.2 HIPÓTESIS NULA

No existen diferencias significativas en la fuerza de unión a la dentina radicular de los adhesivos Futurabond® U, VOCO. y Single Bond™ Universal, 3M.

5.3 HIPÓTESIS ALTERNATIVA

La diferencia de la fuerza de unión a la dentina radicular de los adhesivos Futurabond® U, VOCO. y Single Bond™ Universal, 3M. se debe a su método de polimerización.

6 OBJETIVOS

6.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la fuerza de desalojo de postes cementados con diferentes sistemas adhesivos universales.

6.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Evaluar la fuerza de unión del adhesivo Single Bond™ Universal, 3M. a la dentina radicular.
2. Determinar la fuerza de unión del Futurabond® U, VOCO. a la dentina radicular.
3. Evaluar la fuerza de unión del cemento BisCem® BISCO. a la dentina radicular.
4. Comparar la fuerza de unión de los diferentes sistemas adhesivos a la dentina radicular.
5. Examinar la falla adhesiva, cohesiva y mixta del endoposte mediante micro estereoscopio.

7 MATERIALES Y MÉTODOS

7.1 LUGAR Y OBTENCIÓN DE LA MUESTRA

Distintas clínicas dentales de la ciudad Culiacán Sinaloa.

7.2 TIPO DE ESTUDIO

Experimental, comparativo, transversal y prospectivo.

7.3 MUESTRA

Órganos dentales anteriores superiores con rizogénesis completa, un solo conducto radicular y raíz recta fueron extraídos de pacientes con enfermedad periodontal en diversos consultorios dentales de la ciudad Culiacán Sinaloa.

7.4 TAMAÑO DE LA MUESTRA

Se necesitaron 42 órganos dentales anteriores superiores con rizogénesis completa, un solo conducto radicular y raíz recta.

7.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN

7.5.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Dientes anteriores superiores con rizogénesis completa
- Dientes con una raíz recta
- Dientes con un solo conducto radicular
- Dientes con una longitud radicular mínima de 14 mm

7.5.2 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Dientes con calcificaciones
- Dientes con caries radicular
- Dientes con tratamiento endodóntico previo

7.5.3 CRITERIOS DE ELIMINACIÓN

- Fallas durante la técnica
- Imposibilidad de evaluar las variables del estudio

7.6 METODOLOGÍA

Este estudio fue aprobado por el comité de investigación del posgrado de endodoncia de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

7.6.1 PROCESAMIENTO DE LA MUESTRA

Se emplearon 42 órganos dentales anteriores superiores, los cuales fueron conservados en formol durante una semana, después fueron desinfectados con NaOCl 1% durante 24 horas. Posteriormente se mantuvieron en suero fisiológico hasta realizar el trabajo experimental.

7.6.2 ESTANDARIZACIÓN DE LA MUESTRA

Se seccionaron las coronas de los órganos dentales para su estandarización a 14 mm, utilizando un disco de diamante de baja velocidad.

7.6.3 TRATAMIENTO ENDODÓNTICO

Para el tratamiento de conductos se permeabilizó el conducto radicular con limas manuales tipo K #10, #15, #20 de acero inoxidable. La longitud de trabajo de los órganos dentarios se midió reduciendo 1 mm de longitud determinándola a 13 mm.

Para la instrumentación de las raíces de los órganos dentales se utilizó el sistema Protaper Next (Dentsply Maillefer) hasta la lima 30/.07 siguiendo las especificaciones del fabricante. Los conductos radiculares fueron irrigados con 3 ml de NaOCl 5.25% con aguja de salida lateral abierta a 1 mm de la longitud de trabajo entre cada cambio de instrumento. Al final todos los conductos radiculares se irrigaron con 3 ml de agua tridestilada.

Se realizó el protocolo de irrigación utilizando NaOCl 5.25%, EDTA 17% por un minuto con activación sónica por 30 segundos y NaOCl 5.25%, con activación sónica por 30 segundos, se enjuagó entre cada solución irrigadora con agua tridestilada. Para la obturación, se secaron los conductos con puntas de papel estériles #30 y #40 (Hygenic), se utilizaron conos de gutapercha Protaper Next X3, técnica de obturación cono único y cemento AH Plus (Dentsply Maillefer). Por último, los órganos dentales fueron almacenados en solución salina por 24 horas para su posterior desobturación.

7.6.4 DESOBTURACIÓN DE LOS CONDUCTOS RADICULARES

Se desobturó el conducto radicular utilizando el ultrasonido (NSK, Varios370) con la punta R1 Clearsonic Black (Helse) para reblandecer la gutapercha y posteriormente retirarla con fresa Gates Glidden #4 a 9 mm de la longitud radicular de cada muestra, dejando como mínimo 4 mm de gutapercha para el sellado apical.

7.6.5 GRUPOS DE ESTUDIOS

Las 42 muestras se agruparon de manera aleatoria en 6 grupos de 7 muestras cada uno dependiendo del acondicionamiento de la dentina radicular y el sistema adhesivo a utilizar:

Grupo 1: ácido fosfórico y Single Bond™ Universal, 3M (AF/SBU).

Grupo 2: EDTA y Single Bond Universal™ 3M (EDTA/SBU).

Grupo 3: ácido fosfórico y Futurabond® U, VOCO (AF/FBU).

Grupo 4: EDTA y Futurabond® U, VOCO (EDTA/FBU).

Grupo 5: ácido fosfórico y BisCem®, BISCO (CP).

Grupo 6: agua bidestilada y BisCem®, BISCO (CN).

7.6.6 PREPARACIÓN DE LOS ENDOPOSTES

Se emplearon postes cilíndricos y lisos que ajustaran en los conductos radiculares de los órganos dentales. Se grabaron con ácido fosfórico al 35% durante 20 segundos, luego se lavaron con agua bidestilada durante otros 30 segundos y se secaron al aire libre. Posteriormente se les colocó silano hasta su volatilización.

7.6.7 ACONDICIONAMIENTO DENTINARIO Y CEMENTACIÓN DE ENDOPOSTES

GRUPO 1: ÁCIDO FOSFÓRICO Y SINGLE BOND™ UNIVERSAL, 3M

Acondicionamiento dentinario con 15ul de ácido fosfórico 35% durante 20 segundos dispensado en una jeringa desechable, posterior a esto se enjuagaron con 5 ml de agua bidestilada durante 20 segundos posteriormente se aplicó alcohol 96° por 20 segundos y se secó el conducto con puntas de papel estériles posteriormente se aplicó el adhesivo Single Bond™ Universal a la superficie del conducto radicular, se retiró el exceso con puntas de papel estériles #30 #40 y se fotopolimerizó durante 15 segundos (Lámpara Bluephase® N MC 100-240V, Ivoclar, Intensidad de Luz: 800 mW/cm²). La cementación del endoposte se llevó a cabo siguiendo las instrucciones del fabricante. Se aplicó el cemento BisCem® intraconducto con punta mezcladora café con boquilla de tubo y se colocó el poste, se removieron los excesos del cemento y se fotopolimerizó durante 30 segundos con la misma lámpara.

GRUPO 2: EDTA Y SINGLE BOND™ UNIVERSAL, 3M

Acondicionamiento dentinario con EDTA al 17% con activación sónica durante 30 segundos, posterior a esto se siguió el acondicionamiento dentinario (excepto el paso de ácido fosfórico) y cementación del poste como el grupo 1.

GRUPO 3: ÁCIDO FOSFÓRICO Y FUTURABOND® U. VOCO

Acondicionamiento dentinario igual que el grupo 1 y posteriormente se aplicó el adhesivo Futurabond® U, VOCO a la superficie del conducto radicular. La cementación del endoposte se llevó a cabo siguiendo las instrucciones del fabricante. Se aplicó el cemento BisCem® intraconducto con punta mezcladora café con boquilla de tubo y se colocó el poste, se removieron los excesos del cemento y se fotopolimerizó durante 30 segundos con la misma lámpara.

GRUPO 4: EDTA Y FUTURABOND® U. VOCO

Acondicionamiento dentinario con EDTA al 17% con activación sónica durante 20 segundos, posterior a esto se siguió el acondicionamiento dentinario (excepto el paso de ácido fosfórico) del grupo 1 y se siguió el protocolo de cementación del poste como el grupo 3.

GRUPO 5 CONTROL POSITIVO: ÁCIDO FOSFÓRICO Y BISCEM®, BISCO

Acondicionamiento dentinario como el grupo 1 pero no se utilizaron adhesivos. La cementación del endoposte se llevó a cabo siguiendo las instrucciones del fabricante. Se aplicó el cemento BisCem® intraconducto con punta mezcladora café con boquilla de tubo y se colocó el poste, se removieron los excesos del cemento y se fotopolimerizó durante 30 segundos con la misma lámpara.

GRUPO 6 CONTROL NEGATIVO: AGUDA DESTILADA Y BISCEM® BISCO.

Irrigación con 5 ml de agua destilada, después alcohol 96° por 20 segundos y se secó el conducto con puntas de papel estériles. Se siguió el protocolo de cementación del poste del grupo 5.

7.6.8 EVALUACIÓN DE LA PRUEBA DE DESALOJO

Las muestras se seccionaron de manera horizontal utilizando un disco de diamante de baja velocidad, obteniendo 3 rodajas de 2 mm cada una y 3 rodajas de 1 mm de cada tercio, estas últimas fueron desechadas. Las muestras se colocaron en la maquina universal de desalojo (Mecmesin MultiTest 2.5 dV), la carga fue dirigida de apical a coronal a una velocidad de 0.5 mm/min hasta que se produjo la falla de unión obteniendo los valores en Newtons (N). Los valores de la fuerza de desalojo (MPa) se obtuvieron dividiendo los valores del tiempo de falla de unión (N) entre el área adhesiva poste dentina (mm). Para obtener el área adhesiva se utilizó la formula: $\pi [R + r] [h^2 + (R - r)^2]0.5$, donde π es 3.14, R es el radio del poste coronal, r es el radio del poste apical y h es el grosor de la rodaja. Este estudio se llevó a cabo en el laboratorio en ingeniería y ciencia de biomateriales de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

7.6.9 EVALUACIÓN DEL TIPO DE FALLA

Las muestras se observaron bajo el microscopio estereoscópico (MOTIC – SMX-171 TP) con ayuda de una fuente de luz fría (Zeiss KL 1500 LCD) y se examinaron por tres evaluadores de manera ciega. El tipo de falla se evaluó de la siguiente

manera: falla adhesiva (falla en las interfaces entre el sustrato y adhesivo), falla cohesiva (falla en el interior de la estructura del material) y falla mixta (falla en el material dejando restos de el en la superficie de la dentina).

7.6.10 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se utilizó el análisis de varianza ANOVA una vía para determinar si existen diferencias significativas entre las medias de varios grupos y la prueba de Tukey se utilizó para hacer comparaciones múltiples de medias ($p > .05$).

7.6.11 LUGAR DE REALIZACIÓN

Posgrado en Endodoncia

Laboratorio de Ingeniería y Ciencias de los Materiales

Facultad de odontología de la Universidad Autónoma de Sinaloa.

8 RESULTADOS

Las medias y desviación estándar de los valores de la prueba de desalojo de cada grupo se muestran en la tabla 1. Los resultados de la evaluación de la fuerza de desalojo de la sumatoria de los tercios apical, medio y cervical de los grupos se observan en la figura 1. Los resultados de la evaluación de la fuerza de desalojo de cada tercio se observan en las figuras 2, 3, y 4. Los resultados del tipo de falla más frecuente se observa en la figura 5.

Los resultados de la prueba ANOVA una vía revelaron diferencias estadísticamente significativas entre grupos (0.000). La estadística descriptiva mostro en el tercio cervical el valor más alto de fuerza de desalojo (17.05 ± 15.46 MPa) fue del grupo EDTA/FBU y el más bajo (2.91 ± 1.28 MPa) del grupo CN, sin diferencia estadística significativa. En el tercio medio el valor más alto de fuerza de desalojo (27.74 ± 13.89 MPa) del grupo CP y el más bajo (8.57 ± 4.37 MPa) del grupo EDTA/SBU con diferencia estadística significativa (0.003). En el tercio apical el valor más alto de fuerza de desalojo (24.62 ± 8.80 MPa) del grupo CP y el más bajo (3.88 ± 0.94 MPa) del grupo CN con diferencia estadística significativa (0.006). En la suma de tercios por grupo adhesivo, los mejores resultados (19.93 ± 9.33 MPa) los obtuvo el grupo CP.

El grupo CP en tercio medio presentó diferencias estadísticas significativas con los grupos AF/SBU tercio apical (0.001), EDTA/SBU tercio cervical (0.003) y medio (0.017), AF/FBU en tercio cervical (0.049), CP en tercio cervical (0.008), CN en tercio cervical (0.000) y apical (0.001). El grupo CP en tercio apical presento diferencias estadísticas significativas con los grupos AF/SBU tercio apical (0.014), EDTA/SBU en tercio cervical (0.030), CN tercio cervical (0.003) y apical (0.006).

El grupo CP en tercio cervical presentó diferencias estadísticas significativas con el grupo AF/FBU en tercio apical (0.034). Los grupos AF/SBU en tercio cervical y medio, EDTA/SBU en tercio apical, AF/FBU en tercio medio, EDTA/FBU en tercio cervical, medio, apical y CN en tercio medio no presentaron diferencias estadísticas significativas.

Sobre al tipo de solución para el acondicionamiento dentinario, el ácido fosfórico mostro valores más altos que el EDTA, sin embargo, no hubo diferencias estadísticamente significativas. Referente a los adhesivos, no hubo diferencias estadísticamente significativas, a pesar de ello, el Futurabond® U, VOCO, presentó mejor comportamiento con valores más elevados de fuerza de desalojo en comparación con el Single Bond™ Universal, 3M.

Tabla 1

Medias de valores de resistencia (MPa) de cada grupo y sus respectivas desviaciones estándar en la prueba de push-out

Grupos	Tercio cervical	Tercio medio	Tercio apical	Total
AF / SBU	11.39 ± 8.75	12.01 ± 6.84	5.19 ± 0.97	9.53 ± 5.52
EDTA / SBU	6.31 ± 2.22	8.57 ± 4.37	11.96 ± 6.16	8.94 ± 4.24
AF / FBU	10.23 ± 4.56	18.74 ± 9.90	21.02 ± 20.03	16.66 ± 11.49
EDTA / FBU	17.05 ± 15.46	17.06 ± 11.71	18.12 ± 7.40	17.41 ± 11.52
CP	7.44 ± 5.32	27.74 ± 13.89	24.62 ± 8.80	19.93 ± 9.33
CN	2.91 ± 1.28	13.12 ± 8.14	3.88 ± 0.94	6.63 ± 3.45

Notas. AF: ácido fosfórico, SBU: Single Bond Universal, FBU: Futurabond U, CP: control positivo, CN: control negativo.

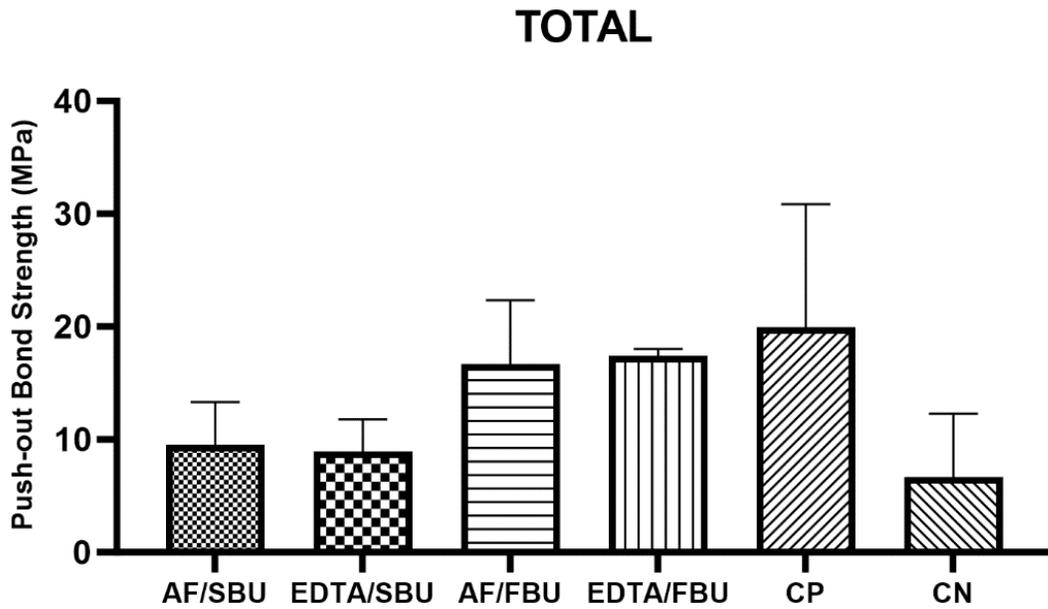


FIGURA 1. Comparación de las medias por grupo adhesivo de la prueba push-out

Los grupos que tuvieron peor comportamiento fueron AF/SBU (9.53 ± 5.52) así como EDTA/SBU (8.94 ± 4.24) esto en comparación al CN (6.63 ± 3.45). Los grupos que tuvieron mejor comportamiento fueron EDTA/FBU (17.41 ± 11.52) y AF/FBU (16.66 ± 11.49) esto en comparación al CP (19.93 ± 9.33).

TERCIO CERVICAL

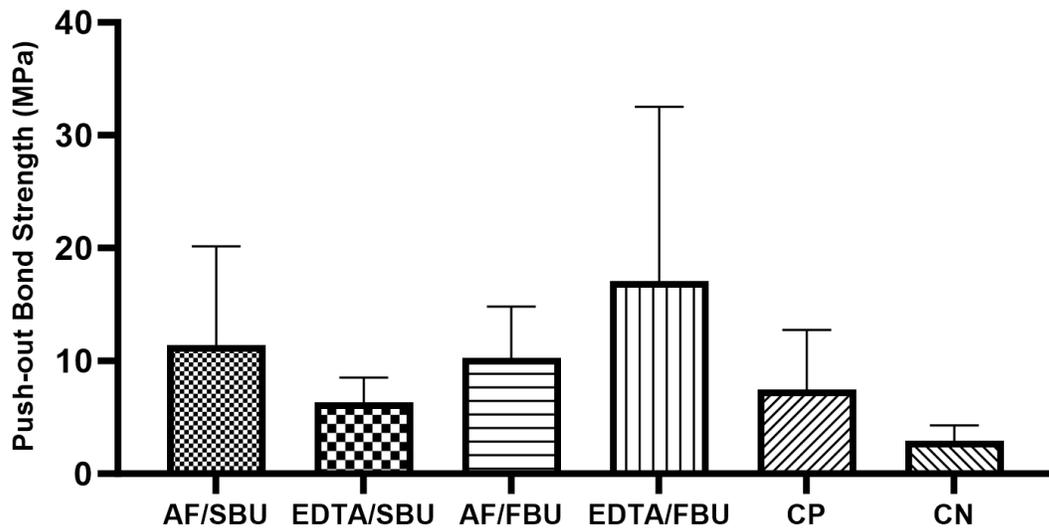


FIGURA 2. Comparación de las medias tercio cervical de cada grupo en la prueba push-out

El grupo con peor comportamiento comparándolo contra el CN (2.91 ± 1.28) fue EDTA/SBU (6.31 ± 2.22). El que tuvo mejor comportamiento comparándolo contra el CP (7.44 ± 5.32) fue EDTA/FBU (17.05 ± 15.46).

TERCIO MEDIO

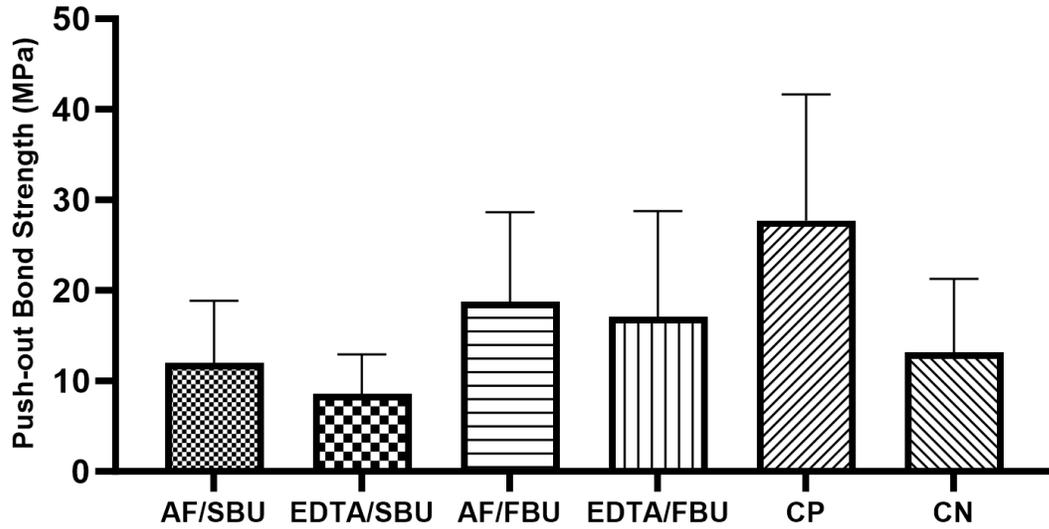


FIGURA 3. Comparación de las medias tercio medio de cada grupo en la prueba push-out

El grupo con peor comportamiento comparándolo contra el CN (13.12 ± 8.14) es EDTA/SBU (8.57 ± 4.37). El que tuvo mejor comportamiento comparándolo contra el CP (27.74 ± 13.89) fue AF/FBU (18.74 ± 9.90).

TERCIO APICAL

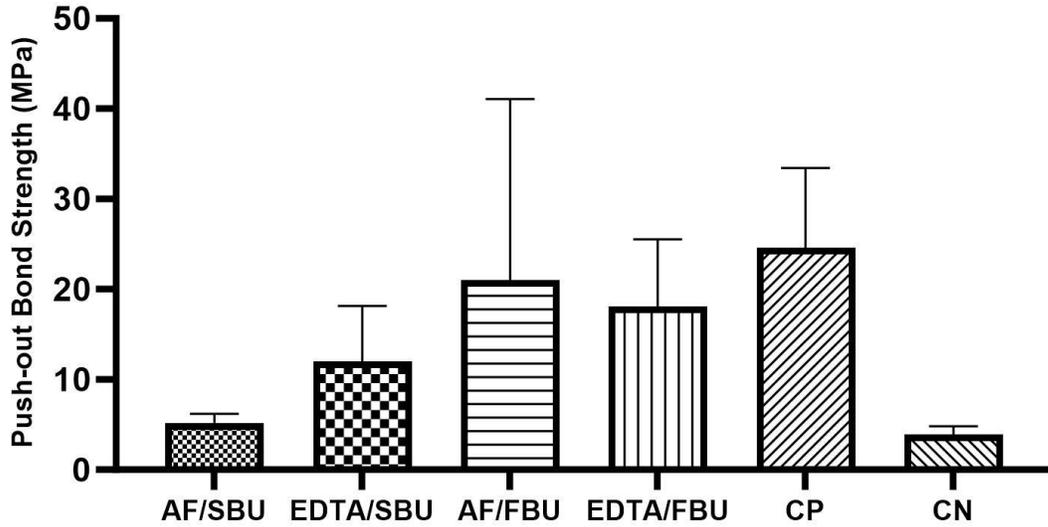


FIGURA 4. Comparación de las medias tercio apical de cada grupo en la prueba push-out

El grupo con peor comportamiento comparándolo contra el CN (3.88 ± 0.94) fue AF/SBU (5.19 ± 0.97). El que tuvo mejor comportamiento comparándolo contra el CP (24.62 ± 8.80) fue AF/FBU (21.02 ± 20.03).

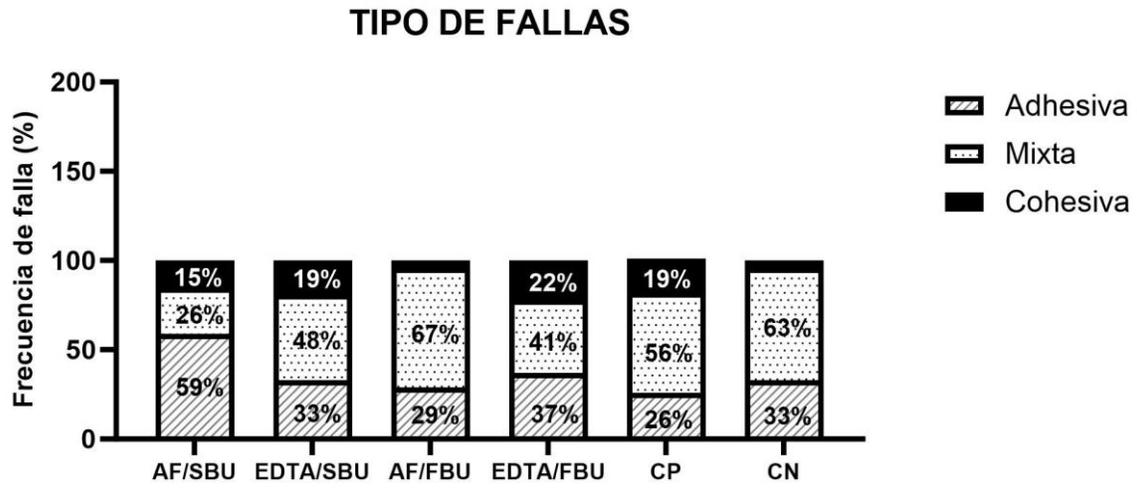


FIGURA 5. Frecuencia del tipo de falla por grupo adhesivo

El tipo de falla más frecuente en todos los grupos adhesivos fue la falla mixta con mayor frecuencia en el grupo AF/FBU a excepción del grupo AF/SBU que presentó mayor frecuencia de falla adhesiva.

9 DISCUSIÓN

A pesar de no existir diferencias estadísticamente significativas, al comparar las medias de la fuerza de unión, quien presentó mejor resultado fue el adhesivo Futurabond® U, VOCO, por lo que se acepta la hipótesis alternativa.

El grupo fotopolimerizable (AF/SBU) fue el único grupo que mostro una fuerza de adhesión con tendencia decreciente de la parte coronal hacia apical. Esto se puede explicar porque hay mayor cantidad de túbulos dentinarios en la porción cervical de las raíces, al igual que un diámetro más amplio que decrecen gradualmente hacia el tercio apical, coincidiendo con resultados de estudios previos como los de Kivanc, et al. y Kusumasari, et al. donde los mejores resultados se encontraron en el tercio cervical (79,84).

Los grupos de polimerización dual (AF/FBU, EDTA/FBU) y el grupo fotopolimerizable (EDTA/SBU) mostraron una fuerza de adhesión con tendencia creciente de la parte coronal hacia apical demostrando una mejor fuerza de unión en el tercio apical. Esto se puede aclarar por el tipo de técnica adhesiva utilizada para la cementación de los postes, principalmente el tipo de polimerización del adhesivo para los grupos (AF/FBU, EDTA/FBU, coincidiendo con el estudio de Pereira, et al. (81). La explicación para el grupo EDTA/SBU, como lo aclaro Lee, et al. es que el adhesivo Single Bond Universal puede ser autopolimerizable cuando reacciona con componentes de cementos autoadhesivos (68).

El grupo control positivo (CP) mostro los mejores valores de adhesión comparado a los demás grupos, sin embargo, no presentó diferencia estadística con los grupos de Futurabond, U. Esto puede ser porque el cemento utilizado es autograbante, autoadhesivo y de polimerización dual, permitiendo la polimerización del material inclusive en lugares donde no llega luz, por lo tanto, el cemento adquiere una mayor

tasa de conversión en las áreas apicales mejorando sus propiedades mecánicas, como lo menciona Giachetti, et al. demostrando su eficacia, disminuyendo pasos en la técnica y minimizando el tiempo en el tratamiento (86). Nuestro resultado coincide con los estudios de Lee y Pegoraro donde concluyeron que el cemento autoadhesivo sin ningún adhesivo previo se puede considerar como una alternativa clínica de adhesión para la cementación de postes (68,87). Al contrario, estudios como los de Kusumasari, Oskoe y Bitter, demostraron que el uso de una técnica adhesiva previa al uso del cemento autoadhesivo mejora sus valores de fuerza de unión (79,80,88).

El tipo más frecuente de falla fue la falla mixta, al contrario de lo reportado en la literatura donde predomina la falla adhesiva como en los estudios de Kusumasari y Lee. Sin embargo, en el estudio de Cardoso predominaron las fallas mixtas y cohesivas en los adhesivos universales (68,79,89).

10 CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones de este estudio *in vitro*, podemos concluir que el adhesivo de polimerización dual Futurabond® U, VOCO, mostró mejores resultados de fuerza de unión comparado con el adhesivo fotopolimerizable Single Bond™ Universal independientemente del tipo de solución para el acondicionamiento dentinario y se puede considerar el cemento de resina autoadhesiva BisCem®, BISCO, con la aplicación previa de ácido fosfórico como una alternativa clínica de adhesión para la cementación de endopostes.

11 PERSPECTIVAS

Con base a los resultados de este estudio, el adhesivo Futurabond® U, VOCO y el cemento resinoso Biscem®, BISCO, presentaron los valores más altos de fuerza de adhesión, sin embargo, obtuvimos desviaciones estándares elevadas, por lo que se propone realizar un estudio similar estandarizando el tipo de muestra y aumentando su cantidad y utilizar una sola solución como acondicionamiento dentinario.

Además, se propone realizar un estudio comparando diversos cementos de resina autoadhesiva sin la aplicación previa de adhesivo, someterlos a las pruebas de desalajo y observar el tipo de falla, ya que en nuestros resultados el grupo control fue el que obtuvo los mejores valores de adhesión.

12 REFERENCIAS

1. Gomez ME, Campos A. Complejo dentino-pulpar I: pulpa dental. In: Histología, Embriología e Ingeniería Tisular Bucodental. 3 edición. Médica Panamericana; 2009. p. 231–54.
2. Galler KM, Weber M, Korkmaz Y, Widbiller M, Feuerer M. Inflammatory response mechanisms of the dentine–pulp complex and the periapical tissues. *Int J Mol Sci.* 2021;22(3):1–23.
3. Stenhagen S, Skeie H, Bårdsen A, Laegreid T. Influence of the coronal restoration on the outcome of endodontically treated teeth. *Acta Odontol Scand.* 2020 Feb 17;78(2):81–6.
4. Sofan E, Sofan A, Palaia G, Tenore G. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. *Ann Stomatol (Roma).* 2017;8(1):1–17.
5. Muñiz L. Rehabilitación estética en dientes tratados endodónticamente. Postes de fibra y posibilidades clínicas conservadoras. San Pablo Brasil: Livraria Santos Editora; 2010.
6. Hargreaves K, Berman L, Cohen S. Cohen. Vías de la Pulpa + ExpertConsult. Vol. 10, Elsevier. 2011. 520–530 p.
7. Soares I, Goldberg F. Endodoncia. Técnica y fundamentos. Vol. 1, Médica Panamericana. 2002. 40–55 p.
8. Hepburn B. SELECCIÓN DE LA RESTAURACIÓN CORONARIA. In: Rehabilitación posendodóntica Base racional y consideraciones estética. 1st ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2011. p. 9–12.
9. Hepburn B. RESTAURACIONES POSENDODÓNTICAS EN EL SECTOR POSTERIOR. In: Rehabilitación posendodóntica Base racional y consideraciones estética. 1st ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2011.

p. 12–4.

10. Sorensen JA, Engelman MJ. Ferrule design and fracture resistance of endodontically treated teeth. *J Prosthet Dent.* 1990;63(5):529–36.
11. Naumann M, Blankenstein F, Dietrich T. Survival of glass fibre reinforced composite post restorations after 2 years - An observational clinical study. *J Dent.* 2005;33(4):305–12.
12. Soares CJ, Martins LRM, Fonseca RB, Correr-Sobrinho L, Fernandes Neto AJ. Influence of cavity preparation design on fracture resistance of posterior Leucite-reinforced ceramic restorations. *J Prosthet Dent.* 2006;95(6):421–9.
13. Hepburn B. PERNOS Y POSTES RADICULARES. CLASIFICACIÓN. VENTAJAS Y DESVENTAJA. In: *Rehabilitación posendodóntica Base racional y consideraciones estética.* 1st ed. Buenos Aires: Médica Panamericana; 2011. p. 81–108.
14. Murphy J. *Reinforced plastics handbook.* Elsevier. 2013. 63–106 p.
15. Mjör IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentine in the apical region of human teeth. *Int Endod J.* 2001;34(5):346–53.
16. Radovic I, Mazzitelli C, Chieffi N, Ferrari M. Evaluation of the adhesion of fiber posts cemented using different adhesive approaches. *Eur J Oral Sci.* 2008;116(6):557–63.
17. Akgungor G, Akkayan B. Influence of dentin bonding agents and polymerization modes on the bond strength between translucent fiber posts and three dentin regions within a post space. *J Prosthet Dent.* 2006;95(5):368–78.
18. Balbosh A, Kern M. Effect of surface treatment on retention of glass-fiber endodontic posts. *J Prosthet Dent.* 2006;95(3):218–23.
19. Flury S. *Principios de la adhesión y la técnica adhesiva.* 2012;25(10):601–10.
20. Schwartz R, Robbins W. *Fundamentos en Odontología Operatoria.* 1 edición.

Caracas: Actualidades médico odontológicas; 1999.

21. Osorio R, Toledano M. Arte y Ciencia de los materiales odontológicos. Avances Mé. Madrid; 2003. 181–216 p.
22. Otamendi C. Efecto de los compuestos eugenólicos en los materiales utilizados en endodoncia sobre la unión de los sistemas adhesivos. Vol. 1, C Bóveda. Universidad Central de Venezuela; 2003.
23. Trope M, Maltz D, L. T. Resistance to fracture of restored endodontically treated teeth. Endod Dent Traumatol. 1985;1:108–11.
24. Nakabayashi N, Pashley D. Hybridization of Dental Hard Tissues. Quintessen. Chicago; 1998. 65–67 p.
25. Breschi L, Maravic T, Cunha SR, Comba A, Cadenaro M, Tjäderhane L, et al. Dentin bonding systems: From dentin collagen structure to bond preservation and clinical applications. Dent Mater [Internet]. 2018;34(1):78–96. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2017.11.005>
26. Laske M, Opdam N, Bronkhorst E, Braspenning J, Huysmans M. Longevity of direct restorations in Dutch dental practices. Descriptive study out of a practice based research network. J Dent. 2016;46:12–7.
27. Carvalho RM, , Leo Tjaderhane, Adriana P. Manso MRC& CARC. Dentin as a bonding substrate. Puebloan Past Present Pap Honor Stewart Peckham. 2012;Papers of:57–70.
28. Pashley DH, Tay FR, Breschi L, Tjäderhane L, Carvalho RM, Carrilho M, et al. State of the art etch-and-rinse adhesives. Dent Mater [Internet]. 2011;27(1):1–34. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3857593/pdf/nihms-256691.pdf>
29. Carrillo C. Capa híbrida. MG Revisión Revisión Revisión Revisión Revisión [Internet]. 2005;LXII(5):181–4. Available from: <https://www.medigraphic.com/pdfs/adm/od-2005/od055e.pdf>

30. Nakabayashi, N., Kojima, K., Matsuhara E. Promotion of adhesion by infiltration monomers into tooth substrates. *J Biomed Mat Res.* 1982;16:265–73.
31. Nobuo Nakabayashi, Mitsuo Nakamura NY. Hybrid Layer as a Dentin-Bonding Mechanism. *J Esthet Dent.* 1963;3(4):133–8.
32. Erdemir U, Mumcu E, Topcu FT, Yildiz E, Yamanel K, Akyol M. Micro push-out bond strengths of 2 fiber post types luted using different adhesive strategies. *Oral Surgery, Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endodontology* [Internet]. 2010;110(4):534–44. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.tripleo.2010.05.049>
33. Nogo-Živanović D, Kanjevac T, Bjelović L, Ristić V, Tanasković I. The effect of final irrigation with MTAD, QMix, and EDTA on smear layer removal and mineral content of root canal dentin. *Microsc Res Tech.* 2019;82(6):923–30.
34. Saricam E, Arslan M. Effect of dentin and fiber post surface treatments with fumaric acid on the bonding ability of fiber posts. *Microsc Res Tech.* 2020 Oct 1;83(10):1290–6.
35. Pashley D, Ciucchi B, Sano H, Horner J. Permeability of dentin to adhesive agents. *Quintessence Dent Technol.* 1993;24(9):618–30.
36. Pérez-Heredia M, Ferrer-Luque CM, González-Rodríguez MP, Martín-Peinado FJ, González-López S. Decalcifying effect of 15% EDTA, 15% citric acid, 5% phosphoric acid and 2.5% sodium hypochlorite on root canal dentine. *Int Endod J.* 2008;41(5):418–23.
37. Prado M, da Silva EJNL, Duque TM, Zaia AA, Ferraz CCR, de Almeida JFA, et al. Antimicrobial and cytotoxic effects of phosphoric acid solution compared to other root canal irrigants. *J Appl Oral Sci.* 2015;23(2):158–63.
38. Loiacono R, Anaise CA, Lago MS, Pinasco LB, Gualtieri A, Rodríguez PA. Utilización del ácido fosfórico como coadyuvante para la eliminación del barro dentinario en endodoncia. *Rev Odontológica Mex.* 2020;24(4):243–52.

39. Baumgartner JC, Mader CL. A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation systems. *J Endod.* 1987;13(4):147–57.
40. Sen BH, Akdeniz BG, Denizci AA. The effect of ethylenediamine-tetraacetic acid on *Candida albicans*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2000;90(5):651–5.
41. Zehnder M. Root Canal Irrigants. *J Endod.* 2006;32(5):389–98.
42. Goldman M, Goldman LB, Cavaleri R, Bogis J, Sun Lin P. The efficacy of several endodontic irrigating solutions: a scanning electron microscopic study: part 2. *J Endod.* 1982;8(11):487–92.
43. Khallighinejad N, Feiz A, Faghihian R, Swift E. Effect of dentin conditioning on bond strength of fiber posts and dentin morphology: a review. *Am J Dent.* 2014;27(1):3–6.
44. Haapasalo M, Shen Y, Wang Z, Gao Y. Irrigation in endodontics. *Br Dent J* [Internet]. 2014;216(6):299–303. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/sj.bdj.2014.204>
45. Perdigão J. Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion – not there yet. *Jpn Dent Sci Rev.* 2020;56(1):190–207.
46. Peumans M, De Munck J, Van Landuyt KL, Poitevin A, Lambrechts P, Van Meerbeek B. A 13-year clinical evaluation of two three-step etch-and-rinse adhesives in non-carious class-V lesions. *Clin Oral Investig.* 2012;16(1):129–37.
47. Sezinando A, Luque-Martinez I, Muñoz MA, Reis A, Loguercio AD, Perdigão J. Influence of a hydrophobic resin coating on the immediate and 6-month dentin bonding of three universal adhesives. *Dent Mater.* 2015;31(10):e236–46.
48. María Natalia M, Grabre de Prieto Alicia A, María Eugenia Z. Sistemas adhesivos en Odontología Restauradora Adhesives systems in Restorative Dentistry.

49. Perdigão J, Araujo E, Ramos RQ, Gomes G, Pizzolotto L. Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(1):51–68.
50. Revisión A DE, wwwmedigraphicorgmx R, Carrillo Sánchez C. Michael G. Buonocore, padre de la odontología adhesiva moderna, 63 años del desarrollo de la técnica del grabado del esmalte (1955-2018). Michael G. Buonocore, father of modern adhesive dentistry, 63 years of the development of the Enamel Etching Techniqu. *Rev ADM [Internet].* 2018;75(3):135–42. Available from: www.medigraphic.com/adm
51. Bowen R. Unión adhesiva de diversos materiales a tejidos dentales duros II. Unión a la dentina promovida por un comonomero tensioactivo. In: *J Dent Res.* 1965. p. 885–90.
52. Kugel G, Ferrari M. The science of bonding: From first to sixth generation. *J Am Dent Assoc [Internet].* 2000;131(6 SUPPL.):20S-25S. Available from: <http://dx.doi.org/10.14219/jada.archive.2000.0398>
53. Broome J, Duke E, Norling B. Resistencias de unión al cizallamiento de resinas compuestas con tres adhesivos diferentes. *J Dent Res.* 1985;64:244.
54. Tao L, Pashley D, Boyd L. El efecto de diferentes tipos de capas de frotis en la fuerza de unión de la dentina y el esmalte. *Abolladura Marter.* 1988;4:208–16.
55. Buonocore MG. A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces. *J Dent Res.* 1955;34(6):849–53.
56. De Munck J, Van Landuyt KL, Peumans M. Una revisión crítica de la durabilidad de la adhesión al tejido dental: métodos y resultados. *J Dent Res.* 2005;84:118–32.
57. Leinfelder K. Adhesivos dentinarios para el siglo XXI. *Dent Clin North Am.* 2001;45(1):1–6.
58. Pashly E, Agee K, Pashley DH, Tay FR. Efecto de una versus dos

aplicaciones de un adhesivo todo en uno sin relleno en la adhesión a la dentina. *J Dent*. 2002;30:83–90.

59. Alex G. Consideraciones adhesivas en la colocación de restauraciones directas de composite. *Compendio*. 2008;1(1):20–5.
60. Mozner N, Salz U, Zimmermann J. Aspectos químicos de los adhesivos autograbantes de esmalte y dentina: una revisión sistemática. *Abolladura Marter*. 2005;21:895–910.
61. Yaseen S, Subba V. Evaluación comparativa de la resistencia adhesiva al cizallamiento de dos adhesivos de autograbado (sexta y séptima generación) sobre dentina de dientes primarios y permanentes: Un estudio in vitro. *J Indian Soc Pedod Prev Dent*. 2009;27(1):33–8.
62. Hanabusa M, Mine A, Kuboki T, Momoi Y, Van Ende A, Van Meerbeek B, et al. Bonding effectiveness of a new “multi-mode” adhesive to enamel and dentine. *J Dent* [Internet]. 2012;40(6):475–84. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jdent.2012.02.012>
63. Kim JH, Chae SY, Lee Y, Han GJ, Cho BH. Effects of multipurpose, universal adhesives on resin bonding to zirconia ceramic. *Oper Dent*. 2015;40(1):55–62.
64. Van Meerbeek B, Frankenberger R. What’s next after “universal” adhesives, “bioactive” adhesives? *J Adhes Dent*. 2017;19(6):459–60.
65. Manarte-Monteiro P, Domingues J, Teixeira L, Gavinha S, Manso MC. Multi-Mode adhesives performance and success/retention rates in NCCLs restorations: randomised clinical trial one-year report. *Biomater Investig Dent*. 2019;6(1):43–53.
66. Nagarkar S, Theis-Mahon N, Perdigão J. Universal dental adhesives: Current status, laboratory testing, and clinical performance. Vol. 107, *Journal of Biomedical Materials Research - Part B Applied Biomaterials*. John Wiley and Sons Inc.; 2019. p. 2121–31.

67. de Cardoso GC, Nakanishi L, Isolan CP, Jardim PDS, de Moraes RR. Bond stability of universal adhesives applied to dentin using etch-and-rinse or self-etch strategies. *Braz Dent J.* 2019 Sep 1;30(5):467–75.
68. Lee Y, Kim J, Shin Y. Push-out bond strength evaluation of fiber-reinforced composite resin post cemented with self-adhesive resin cement using different adhesive bonding systems. *Materials (Basel).* 2021 Jul 1;14(13).
69. Gomes E, Warol F, Tardem C, Signorelli F, Pouble L. Universal Simplified Adhesive applied under different bonding technique's: 36-month Randomized Multicentre Clinical Trial. *J Dent.* 2022;122:1–10.
70. Duarte Jr S, Sartori N, Sadan A, Phark J-H. Biomaterials Update Adhesive Resin Bonding Esthetic Restorations : A Review. *Quintessence Dent Technol.* 2011;40–66.
71. Mosharraf R, Haerian A. Push-out bond strength of a fiber post system with two resin cements. *Dent Res J (Isfahan) [Internet].* 2011;8(Suppl 1):S88-93. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23372603><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC3556297>
72. De Munck J, Vargas M, Van Landuyt K, Hikita K, Lambrechts P, Van Meerbeek B. Bonding of an auto-adhesive luting material to enamel and dentin. *Dent Mater.* 2004;20(10):963–71.
73. Goracci C, Cury A, Cantoro A, Papacchini F, Tay F, Ferrari M. Microtensile bond strength and interfacial properties of self-etching and self-adhesive resin cements used to lute composite onlays under different seating forces. *J Adhes Dent.* 2006;8:327–35.
74. Al-Assaf K, Chakmakchi M, Palaghias G, Karanika-Kouma A, Eliades G. Interfacial characteristics of adhesive luting resins and composites with dentine. *Dent Mater.* 2007;23(7):829–39.
75. Zorba YO, Erdemir A, Turkyilmaz A, Eldeniz AÜ. Effects of different curing

- units and luting agents on push-out bond strength of translucent posts. *J Endod*. 2010;36(9):1521–5.
76. Roberts HW, Leonard DL, Vandewalle KS, Cohen ME, Charlton DG. The effect of a translucent post on resin composite depth of cure. *Dent Mater*. 2004;20(7):617–22.
77. Radovic I, Corciolani G, Magni E, Krstanovic G, Pavlovic V, Vulicevic ZR, et al. Light transmission through fiber post: The effect on adhesion, elastic modulus and hardness of dual-cure resin cement. *Dent Mater*. 2009;25(7):837–44.
78. Jalalian E, Mofrad G, Ahmadpour S. Adhesion of *Streptococcus Mutans* to Glass Ionomer, BisCem Cement and Enamel: An in Vitro Study. *J Dent (Tehran)* [Internet]. 2015;12(9):678–85. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/27148379><http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC4854747>
79. Kusumasari C, Margono A, Aditya DR, Abdou A. Effect of etch-and-rinse and self-etch modes in universal adhesives on push-out bond strength of fiber post. *J Clin Exp Dent*. 2022;14(8):e661–8.
80. Oskoe SS, Bahari M, Kimyai S, Asgary S, Katebi K. Push-out Bond Strength of Fiber Posts to Intraradicular Dentin Using Multimode Adhesive System. *J Endod* [Internet]. 2016;42(12):1794–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.08.025>
81. Pereira JR, Pamato S, Santini MF, Porto VC, Ricci WA, Só MVR. Push-out bond strength of fiberglass posts cemented with adhesive and self-adhesive resin cements according to the root canal surface. *Saudi Dent J*. 2021;33(1):22–6.
82. Bastos PCA, Faria DED, Bridi EC, Amaral FLBD, França FMG, Flório FM, et al. Push-out bond strength and sealing ability of etch-and-rinse and self-etching adhesives used for fiberglass dowel bonding at different depths of the root canals. *Rev Odontol da UNESP*. 2011;40(4):174–81.

83. Topcu FT, Erdemir U, Sahinkesen G, Mumcu E, Yildiz E, Uslan I. Push-out bond strengths of two fiber post types bonded with different dentin bonding agents. *J Biomed Mater Res - Part B Appl Biomater*. 2010;93(2):359–66.
84. Kivanç BH, Arisu HD, Üçtaşı MB, Okay TC. The effect of different adhesive system applications on push-out bond strengths of glass fiber posts. *J Adv Prosthodont*. 2013;5(3):305–11.
85. Aksornmuang J, Nakajima M, Foxton RM, Tagami J. Regional bond strength of four self-etching primer/adhesive systems to root canal dentin. *Dent Mater J*. 2005;24(2):261–7.
86. Giachetti L, Russo DS, Bertini F, Giuliani V. Translucent fiber post cementation using a light-curing adhesive/composite system: SEM analysis and pull-out test. *J Dent*. 2004;32(8):629–34.
87. Pegoraro TA, da Silva NRFA, Carvalho RM. Cements for Use in Esthetic Dentistry. *Dent Clin North Am*. 2007;51(2):453–71.
88. Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin. *Eur J Oral Sci*. 2009;117(3):326–33.
89. de Cardoso GC, Nakanishi L, Pereira C, Dos Santos P. Bond Stability of Universal Adhesives Applied To Dentin Using Etch_And-Rinse or Self-Etch Strategies. *Braz Dent J*. 2019;30(5):467–75.