



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA
ESCUELA DE POSGRADO

**COMPARACIÓN IN VITRO DE LA
RESISTENCIA ADHESIVA CON LA
TÉCNICA DE PUSH OUT DE POSTES
DE FIBRA DE VIDRIO SOMETIDOS A
DIFERENTES TRATAMIENTOS DE
SUPERFICIE, ANÁLISIS
TOPOGRÁFICO Y
NANOFILTRACIÓN POR
MICROSCOPIA ELECTRÓNICA DE
BARRIDO**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO DE
MAESTRO EN REHABILITACIÓN ORAL**

FLOR MAGALY SANTANDER RENGIFO

LIMA – PERÚ

2018

ASESOR METODOLÓGICO

Mg. Esp. Diana Esmeralda Castillo Andamayo

Departamento Académico de Odontología Social

ASESOR DE ESPECIALIDAD

Mg. Johanna Cuadros Sánchez

Departamento Académico Clínica del Adulto

JURADO EXAMINADOR

Presidente : Dr. Edinson Díaz Sarabia

Secretario : Mg. Antonio Balarezo Razzeto

Vocal : Mg. Carlos Espinoza Montes

FECHA DE SUSTENTACIÓN : 10 de Setiembre de 2018

CALIFICATIVO : Excelente

DEDICATORIA

A Dios y a su madre la Virgen María quienes me dieron la fortaleza para culminar este reto en mi vida profesional.

A mi esposo y familia por su apoyo y comprensión en el desarrollo de mis estudios.

AGRADECIMIENTO

- A mis asesoras, Dra. Diana Castillo y Dra. Johanna Cuadros por su paciencia, confianza y ser mis guías en la elaboración y culminación de esta tesis de investigación.
- A la Dra. Carolina Escobar, Dra. Vanessa Chagury, Dr. André Zevallos e Ingeniero José Fernandes por el apoyo recibido en la ejecución de mi trabajo de investigación.
- A la Universidad Estadual de Ponta Grossa-Brasil por abrirme sus puertas y ser parte de este gran reto.
- A todas las personas que de manera directa e indirecta me apoyaron en la culminación de mis estudios de maestría.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Determinación de la resistencia adhesiva con la técnica de push out de los postes de fibra de vidrio según región cervical, medio y apical y tratamientos de superficie del poste con peróxido de hidrógeno al 24%-silano, ácido fosfórico al 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2min y 6 min-silano y silano (control).	45
Tabla 2. Determinación de la nanofiltración en la interfase cemento dentina por MEB según región cervical, medio y apical y tratamientos de superficie de los postes con peróxido de hidrógeno al 24%-silano, ácido fosfórico al 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).	46
Tabla 3. Determinación del tipo de falla según región cervical, medio y apical y tratamientos de superficie de los postes con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).	47
Tabla 4. Evaluación topográfica de los postes de fibra de vidrio por MEB sometidos a tratamientos de superficie con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).	49

- Tabla 5.** Comparación de la resistencia adhesiva entre los tratamientos de superficie de los postes de fibra de vidrio con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control). 50
- Tabla 6.** Comparación de la resistencia adhesiva de los postes de fibra de vidrio entre las regiones cervical, medio y apical luego del tratamiento de superficie con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control). 51
- Tabla 7.** Comparación de la nanofiltración entre los tratamientos de superficie de los postes de fibra de vidrio con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control). 52
- Tabla 8.** Comparación de la nanofiltración entre las regiones cervical, medio y apical luego del tratamiento de superficie de los postes con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control). 53
- Tabla 9.** Comparación del tipo de falla entre los tratamientos de superficie de los postes de fibra de vidrio con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control). 54

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Máquina de ensayo universal digital.	92
Figura 2. Microscopio óptico.	92
Figura 3. Microscopio electrónico de barrido, análisis de nanofiltración.	92
Figura 4. Microscopio electrónico de barrido, análisis topográfico superficie del poste.	92
Figura 5. Premolares Inferiores.	93
Figura 6. Longitud de pieza dentaria 22mm.	93
Figura 7. Almacenamiento de dientes.	93
Figura 8. Corte de dientes a nivel de UCA.	93
Figura 9. Corte de dientes a nivel de UCA.	93
Figura 10. Longitud radicular no menor a 14mm.	94
Figura 11. Permeabilización y exéresis pulpar.	94
Figura 12. Conductometría.	94
Figura 13. Instrumentación con sistema rotatorio.	94
Figura 14. Uso de ultrasonido y EDTA.	94
Figura 15. Secado con cono de papel.	94
Figura 16. Obturación con cono único y cemento de resina.	95
Figura 17. Compactación vertical.	95
Figura 18. Evaluación radiográfica.	95
Figura 19. Almacenamiento especímenes por 7 días a 37°C.	95
Figura 20. Grupo 1: Peróxido de Hidrógeno al 24%-silano.	96
Figura 21. Grupo 2: Ácido Fosfórico al 37%-silano.	97
Figura 22. Grupo 3: Fluoruro fosfato acidulado 1 1.23% a los 2 min-silano.	98
Figura 23. Grupo 4: Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 6 min- silano.	99
Figura 24. Grupo 5: Silano (control).	100
Figura 25. Desobturación con fresa Gates #3.	101
Figura 26. Broca conformadora #1.	101

Figura 27. Evaluación radiográfica del espacio para el poste.	101
Figura 28. Adaptación y corte del poste.	101
Figura 29. Limpieza con NaOCl y agua destilada.	101
Figura 30. Secado con cono de papel.	101
Figura 31. Inserción del cemento de resina al conducto.	102
Figura 32. Cementación de poste de fibra de vidrio.	102
Figura 33. Fotopolimerización del poste.	102
Figura 34. Evaluación radiográfica post cementación.	102
Figura 35. Almacenamiento de especímenes cementados por 24 h a 37°C.	102
Figura 36. Inclusión de raíces en moldes de PVC y vaciado con acrílico.	104
Figura 37. Corte de especímenes con la máquina de corte.	104
Figura 38. Uso de calibrador digital para evaluación del grosor de cada disco radicular.	104
Figura 39. Obtención de discos radiculares (cervical, medio, apical).	104
Figura 40. Microfotografías del diámetro cervical y apical del poste.	105
Figura 41. Uso del programa Image J para obtención del diámetros cervical y apical de los postes.	105
Figura 42. Test de push out con máquina de ensayo universal.	105
Figura 43. Falla Adhesiva.	106
Figura 44. Falla Mixta.	106
Figura 45. Falla Cohesiva.	106
Figura 46. Especímenes sumergidos en nitrato de plata por 24 h.	107
Figura 47. Especímenes en sustancia reveladora por 8 h.	107
Figura 48. Colocación de especímenes en base metálica.	107
Figura 49. Pulido con lija, pasta y disco de filtro.	107
Figura 50. Especímenes pulidos.	107
Figura 51. Especímenes en sílica coloidal para su deshidratación por 24 h.	108
Figura 52. Metalizado en oro.	108
Figura 53. Obtención de imágenes con el microscopio electrónico.	108
Figura 54. Imágenes de 60 X y 100 X de aumento.	108

Figura 55. Tratamiento con peróxido de hidrógeno y silano.	109
Figura 56. Tratamiento con ácido fosfórico y silano.	109
Figura 57. Tratamiento con fluoruro fosfato acidulado durante 2min y silano.	110
Figura 58. Tratamiento con fluoruro fosfato acidulado durante 6min y silano.	110
Figura 59. Tratamiento con silano.	111
Figura 60. Superficie de poste sin tratamiento.	111

LISTA DE ABREVIATURAS Y SÍMBOLOS

H₂ O₂	:	Peróxido de Hidrógeno
H₃ PO₄	:	Ácido Fosfórico
FFA	:	Fluoruro Fosfato Acidulado
MPa	:	Megapascal
s	:	segundos
min	:	minutos
MEB	:	Microscopía electrónica de barrido

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	3
II.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
II.2. JUSTIFICACIÓN	4
III. MARCO TEÓRICO	6
IV. OBJETIVOS	21
IV.1. OBJETIVO GENERAL	21
IV.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
V. HIPÓTESIS	24
VI. MATERIALES Y MÉTODOS	25
VI.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	25
VI.2. MUESTRA	25
VI.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN	26
VI.3.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	26
VI.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	27
VI.4. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	27
VI.5. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS	29
VI.6. PLAN DE ANÁLISIS	39
VI.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS	40
VII. RESULTADOS	42

VIII. DISCUSIÓN	55
IX. CONCLUSIONES	61
X. RECOMENDACIONES	63
XI. REFERENCIAS	64
ANEXOS	

RESUMEN

Objetivo: Comparar in vitro la resistencia adhesiva con la técnica de push out de postes de fibra de vidrio sometidos a diferentes tratamientos de superficie, análisis topográfico y nanofiltración por MEB. **Materiales y Métodos:** Estudio experimental in vitro, analítico y transversal. 60 raíces de premolares inferiores de humanos se dividieron de manera aleatoria en 5 grupos (n=12) y preparadas para recibir el mismo poste de fibra de vidrio White post y cemento de resina RelyX U200. Los postes en el G1 se trataron con peróxido de hidrógeno-silano, el G2 con ácido fosfórico-silano, el G3 con fluoruro fosfato acidulado a los 2 min –silano, el G4 con fluoruro fosfato acidulado a los 6 min –silano y el G5 con silano (control). Luego de la cementación las raíces fueron seccionadas en 6 discos radiculares en las regiones del conducto radicular cervical, medio y apical. Se evaluó la resistencia adhesiva (RA) de 10 especímenes de cada grupo mediante push out y tipo de falla, 2 especímenes para evaluar nanofiltración (NF); además de 6 postes para el análisis topográfico de la superficie mediante microscopia electrónica de barrido. La prueba de Post Hoc (Scheffe) y Chi cuadrado fueron usados para el análisis de los datos ($p < 0.05$). **Resultados:** El G5 obtuvo los más altos valores de RA con 21.84 Mpa y en la región apical. En el G5 y G4 se obtuvo menores valores de NF de 2.67% y 3.22% en las regiones medio y apical respectivamente. El tipo de falla cohesiva es la más frecuente en todos los grupos y en las regiones medio y apical. Para RA al comparar el G1, G2, G3 y G4 con el G5, se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$). Para NF

se encontró diferencias significativas al comparar el G3 y G5 ($p=0.049$). En los postes tratados con peróxido de hidrógeno, ácido fosfórico y fluoruro fosfato acidulado a los 2 y 6 min, se observaron daños de las fibras en comparación con el poste tratado con silano. **Conclusiones:** El tratamiento de la superficie del poste con silano sin ningún tratamiento previo incrementa la resistencia adhesiva entre el poste y conducto radicular además de existir menor nanofiltración y menor daño en la superficie del poste. Los valores de resistencia adhesiva y nanofiltración son mejores en la región apical que en las regiones medio y cervical.

PALABRAS CLAVE: Resistencia adhesiva, poste de fibra, tratamiento de superficie, silanización.

SUMMARY

Objective: In vitro comparison of the adhesive strength with the technique of push out of fiberglass posts subjected to different surface treatments, topographic analysis and nanofiltration by MEB. **Methods and Materials:** In vitro, analytical and cross-sectional study. 60 lower human premolar roots were randomly divided into 5 groups (n = 12) and prepared to receive the same post white fiber glass post and RelyX U200 resin cement. The posts in the G1 were treated with hydrogen peroxide and silane, G2 with phosphoric acid and silane, G3 with acidified fluoride phosphate for 2 min and silane, G4 with acidified fluoride phosphate for 6 min and silane and G5 with silane (control). After cementation the roots were sectioned in 6 root discs in the cervical, middle and apical region. The adhesive strength (RA) of 10 specimens from each group was evaluated by push out and 2 specimens to evaluate nanofiltration (NF) by scanning electron microscopy, in addition to 6 posts for the topographic analysis of the surface by scanning electron microscopy. The test of Post Hoc (Scheffe) and Chi square were used for the analysis of the data ($p < 0.05$). **Results:** The G5 obtained the highest values of RA with 21.84 MPa and in the apical region. In G5 and G4, lower NF values of 2.67% and 3.22% were obtained in the middle and apical regions, respectively. The type of cohesive failure is the most frequent in all groups and in the middle and apical regions. For RA, when comparing G1, G2, G3 and G4 with G5, statistically significant differences were found ($p < 0.05$). For NF, significant differences were found when comparing G3 and G5 ($p = 0.049$). In posts treated with hydrogen

peroxide, phosphoric acid and acidified fluoride phosphate at 2 and 6 min, fiber damage was observed compared to the post treated with silane. **Conclusions:** The treatment of the surface of the post with silane without any previous treatment increases the adhesive resistance between the post and the root canal, in addition to less nanofiltration and less damage to the surface of the post. The values of adhesive strength and nanofiltration are better in the apical region than in the middle and cervical regions.

KEY WORDS: Adhesive strength, fiber post, surface treatment, silanization.

I. INTRODUCCIÓN

Los dientes tratados endodónticamente pueden requerir una reconstrucción coronal extensa y dependiendo de la gravedad de la pérdida del tejido coronal, se necesitará un poste intraconducto para realizar una retención del núcleo y restauración final¹⁻⁵. Los postes metálicos comprometen la estética, son susceptibles a la corrosión y poseen alto módulo de elasticidad; causando fractura radicular.⁵⁻⁷

Como alternativa, se desarrolló un poste reforzado con fibra con un interés de investigación intensivo. Hubo un rápido aumento en el desarrollo y uso del poste reforzado con fibra de vidrio durante los últimos veinticinco años. Muchos investigadores han sugerido que este material tiene las ventajas de reducir el riesgo de fractura de la raíz gracias a su módulo de elasticidad (16-40 GPa) comparable con la dentina (18,6 GPa).^{7,2} A pesar de estas ventajas, la unión a la dentina radicular ofrece condiciones menos favorables que la dentina coronal y todavía se considera el eslabón más débil la adhesión al sustrato dentina.^{8,9} Varios factores influyen en la retención del poste reforzado con fibra de vidrio dentro de los conductos radiculares, como, el tipo de cemento endodóntico de obturación, el sistema adhesivo y el cemento a usar, el método de aplicación del cemento, el pretratamiento del poste, el tiempo de preparación del espacio para el poste, la cementación del poste¹⁰⁻¹³

Varios tratamientos de superficie de poste de fibra de vidrio han sido probados en la literatura. Estos tratamientos se pueden dividir en tres categorías: 1) tratamientos que dan lugar a irregularidades superficiales creadas y exponen la

fibra de vidrio inorgánica (arenado y grabado con peróxido de hidrógeno, ácido fosfórico, ácido fluorhídrico) 2) tratamientos que dan como resultado una unión química entre la dentina, el cemento resinoso y el poste; con el uso de silano y/o sistemas adhesivos o 3) combinar componentes micromecánicos y químicos, ya sea utilizando los dos métodos antes mencionados.¹⁻¹⁷ La silanización es el pretratamiento químico más utilizado. Los agentes de acoplamiento como el silano son moléculas bifuncionales donde un extremo de la molécula es capaz de reaccionar con la fibra de vidrio inorgánica y el otro extremo orgánico con el cemento resinoso.¹⁸⁻²⁰

De esta forma el presente proyecto de investigación tiene por objetivo comparar in vitro la resistencia adhesiva con la técnica de push out de los postes de fibra de vidrio sometidos a diferentes tratamientos de superficie, análisis topográfico y nanofiltración por MEB

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

II.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La resistencia adhesiva es la capacidad de dos superficies en contacto que ante fuerzas producidas se mantengan unidas de forma permanente.⁵ Las restauraciones de dientes con tratamiento de conductos y pérdida significativa de la corona requiere la colocación de un poste que permita la retención del núcleo para la restauración definitiva. El uso de los postes de fibra actualmente son alternativas prometedoras en rehabilitación oral.⁶

Aunque las propiedades biomecánicas de los postes de fibra (vidrio y cuarzo) resulten favorables, la integración del sistema monobloque diente restauración es discutible, sensible y todo un desafío, estudios in vitro han investigado que los fracasos en las descementaciones de los postes de fibra de vidrio están ligados sobre todo a fallas de tipo adhesiva en alguna interfase provocando microfiltración de fluidos pero también a fallas de tipo cohesiva en el cemento, poste o dentina, huecos, burbujas o fracturas.⁷

Las técnicas de tratamiento de superficie en los postes han sido desarrolladas para mejorar la resistencia adhesiva facilitando la retención química y micromecánica siendo aplicadas a sustratos naturales (esmalte, dentina) y/o materiales restauradores.⁸

La pregunta de investigación es: ¿Cuál de los diferentes tratamientos de superficie del poste de fibra de vidrio presenta los mejores resultados de resistencia adhesiva con la técnica de push out, topográficos y nanofiltración por MEB?

II.2 JUSTIFICACIÓN

El presente estudio aporta conocimiento científico al área de materiales dentales, debido a la necesidad de los profesionales de perfeccionar constantemente los procedimientos adhesivos, de encontrarse resultados positivos de resistencia de unión tratando la superficie del poste y usando un cemento de resina autoadhesiva se podrían formular nuevos protocolos basados en evidencia científica, simplificando la labor clínica y aportando una solución efectiva, duradera y de bajo costo que beneficiara tanto al paciente como al odontólogo.

Por otro lado, está justificado desde el punto de vista práctico-clínico ya que permitirá desarrollar un protocolo de tratamiento de superficie de los postes de fibra de vidrio, buscando lograr la adhesión correcta del poste dentro del conducto radicular, poder conformar un adecuado muñón coronario y conseguir resultados protésicos funcionales y estéticos satisfactorios en el tiempo. La adhesión correcta disminuirá el riesgo de fracaso de desprendimiento del poste y microfiltraciones a nivel de las interfaces.

El tratamiento de superficie del poste es considerada una alternativa viable debido a su utilidad clínica ya que ofrecen ventajas como retención micromecánica y

química en la superficie del poste, diversos estudios ofrecen alternativas sobre el tratamiento de superficie del poste garantizando la unión entre el poste y el conducto radicular; dentro de estos protocolos la importancia del uso de un agente de unión como el silano está bien identificada, debido a que contribuirá mediante un proceso químico adicional a mejorar la resistencia de unión de la interfase poste-cemento.

II. MARCO TEÓRICO

Restauración del diente con tratamiento endodóntico

La búsqueda de la restauración ideal en dientes con tratamiento de conductos se dificulta debido a la presencia de variaciones anatómicas, grado de destrucción dentaria, ubicación en la boca, cantidad de hueso remanente y el rol del diente como restauración individual o pilar de una prótesis. La dentina provee una base sólida para la restauración de dientes. La fuerza estructural del diente depende de la cantidad y la fuerza propia de la dentina, de su integridad y forma anatómica. Posterior al tratamiento de conductos existe una pérdida de humedad y estructura dentinaria.²¹ En el 2015 Das *et al.*²², mencionan que el diente con tratamiento de conductos ha sufrido una pérdida de humedad y la destrucción de la corona por caries dental, reduciéndose su resistencia y conduciendo a fractura dentaria. La restauración protésica del diente con tratamiento endodóntico, permite incrementar la resistencia del diente a la fractura. En los dientes con extensa destrucción coronaria están indicados el uso de postes para retener el núcleo coronario para la futura restauración definitiva. Dependiendo de la cantidad y calidad de la estructura dental remanente se puede restaurar el diente con restauraciones parciales hasta coronas completas. En la actualidad la presencia de los materiales adhesivos permite reconstruir el diente con resinas o restauraciones adhesivas de cerámicas y polímeros. En piezas dentarias con tratamiento de conductos e insuficiente estructura remanente que requieren de corona protésica necesitará previamente de un poste para incrementar la retención de la corona, la

colocación del poste dependerá de la calidad y cantidad de la estructura dental remanente ²¹

La restauración del diente con tratamiento de conductos tiene como objetivo restaurar la pieza dentaria devolviendo la anatomía dentaria en forma, contorno y altura muy similar al de un diente natural. La restauración coronaria debe impedir la contaminación bacteriana del conducto tratado.^{23,24}

La descementación es el fracaso más frecuente del poste de fibra de vidrio, debido a fallas en la adhesión entre el cemento resinoso y dentina radicular.¹³ En el 2003 Malferrari *et al.*²⁵, refirieron que la interfaz cemento-dentina radicular es la más frecuente de presentar una falla en la adhesión. Además, en el 2008 Bonfante *et al.*²⁶, mencionaron en su estudio una deficiente adhesión entre el cemento-dentina. En el 2014 Majeti *et al.*², determinaron mediante microscopía electrónica de barrido que los fracasos de tipo adhesivo en la interfaz cemento resinoso y dentina radicular (41 a 48%) es el más común independientemente al tipo de tratamiento de superficie del poste, seguidos de fracasos de tipo cohesivo (28-35%) dentro del cemento resinoso. Los fracasos entre el cemento resinoso y el poste son los menos frecuentes. En el 2010 Albashaireh *et al.*²⁷, mencionó que los fracasos de tipo adhesivo entre el cemento y el poste son los más frecuentes (68%), identifica también la presencia de microfiltración de fluidos con la presencia de huecos o burbujas en la interfaz poste-cemento resinoso.

En el 2015 Lozano y Gutiérrez.^{28,29}, observaron que en la interfase cemento-dentina radicular no se logró una correcta adhesión, siendo diferente en la interfaz poste-cemento resinoso la cual resultó ser óptima. Fueron observadas brechas en

la interfaz cemento-dentina radicular, lo que pudo deberse a causa de la heterogeneidad de la dentina intraradicular, también por la acción de los cementos autoadhesivos de conseguir un correcto acondicionamiento de la dentina como sustrato, el grosor del cemento resinoso o por la presencia del factor C altamente negativo como consecuencia a la contracción de polimerización.^{14,28,29} En el 2003 Bouillaguet *et al.*³⁰, concluyeron que la fuerza de contracción del agente cementante dentro del conducto radicular supera la unión entre el cemento y dentina causando la desunión de ambas estructuras. Por tal motivo, es menester tener en cuenta que la contracción producida por la polimerización está influenciada también por la geometría del conducto y el grosor del cemento.

Diversos autores en sus estudios experimentales encontraron que los fracasos de adhesión en las diferentes interfaces son mayores en la región del conducto radicular medio y apical.^{31,32}

Existen factores predisponentes a fracturar los dientes que han recibido tratamiento endodóntico como la pérdida de remanente dental sano a causa de tratamientos restauradores previos o al procedimiento de apertura cameral y preparación biomecánica de los conductos.³³ La estructura dental remanente queda reducida debido a presencia de caries, fractura, preparación dental y restauraciones en mal estado^{34,35} Otro factor es la edad del paciente que promueve cambios en la estructura dentinaria, disminuyendo el agua disponible el cual favorece la adhesión dental aumentando la obstrucción de los túbulos dentinarios.³⁶ Uso de irrigantes en endodoncia como clorhexidina, hipoclorito de sodio, etc; que pueden afectar la adhesión del poste al conducto radicular.³⁷ Una disminución del nivel de propiocepción a causa de la pérdida de mecano

receptores, que atenúan la fuerza de aplicación en el diente sobre el diente por acción del paciente.³⁸ La pérdida de estructura dental remanente es el factor con mayor influencia en la resistencia a la fractura del diente con tratamiento de conducto.³⁹ Por tal motivo es necesario tomar la decisión de una restauración de la corona que permita devolver una unidad estructural dentaria.

Adhesión a dentina radicular

Lograr la adhesión en dentina resulta ser muy compleja y cuestionada debido a que es tejido alta elasticidad, baja dureza y con variantes estructurales asociados a procesos patológicos como la caries dental y la edad.⁴⁰

Disimilitudes histológicas en las diferentes regiones de dentina radicular establece diferencias en la adhesión. La estructura de la dentina es en forma de túbulos, su cantidad y diámetro difieren según su ubicación en el diente, la edad y en relación a la lejanía con la pulpa disminuye su número, reduciéndose la permeabilidad y humedad intrínseca de la dentina. La densidad tubular de la dentina radicular es inferior que en la dentina coronal.⁴⁰

En la dentina radicular apical encontramos un menor número de túbulos para la penetración del cemento en comparación con la región cervical y medio, así como cambios estructurales por la presencia de una capa amorfa de cristales cálcicos dificultando el acondicionamiento ácido de la dentina subyacente, lo que generaría que en la dentina intertubular haya menor exposición de fibras colágenas, siendo dichas fibras el sustrato primordial para la técnica adhesiva de acondicionamiento, lavado, imprimación y adhesión; esto permite la formación de una capa híbrida de

menor grosor y muy eficiente lo que hace que la resistencia adhesiva se vea influenciada y disminuida a nivel de dentina radicular a medida que avanza hacia la región apical.⁴⁰ Sin embargo, en el 2006 Schwartz *et al.*⁴¹, manifestaron que independientemente de los cambios en la estructura de la dentina radicular, en los cementos estudiados la capacidad adhesiva no es afectada, es poca la posibilidad que la falla adhesiva del poste se deba a esta causa, si es realizado correctamente el procedimiento. Es necesario que más investigaciones, evalúen otras variables como la capacidad de penetración de la luz dentro del conducto en toda la longitud radicular o las fallas humanas de manipulación como secado excesivo, contaminación por humedad, presencia de burbujas en la interfaz cemento resinoso-dentina radicular, etc.

En el 2013 Bader *et al.*⁴⁰, reportaron que tanto en sistemas de cementación convencional y autoadhesivo, la adhesión fue superior en la región cervical, seguido de la región medio y apical, pero no es atribuible a la densidad tubular, ya que la mayor adhesión no se debe a la presencia de tags de resina en el interior de los túbulos dentinarios, sino a la adhesión en dentina intertubular, siendo favorable en una menor área de densidad tubular propia de la región apical, por lo que los resultados podrían ser discordantes.

En estudios de microscopía electrónica referentes a morfología de dentina radicular se observan diferencias en la densidad y posición de los túbulos dentinarios; debido a la presencia de dentina secundaria irregular y tejido similar al cemento radicular en la pared del conducto radicular hacia la región apical, en esta zona la obliteración de los túbulos dentinarios es total y una capa amorfa de cristales cálcicos es formada haciendo difícil la desmineralización de la dentina

subyacente, lo que genera menor cantidad de fibras colágenas expuestas en dentina intertubular por lo tanto una capa híbrida de menor grosor.⁴² Como consecuencia la fuerza adhesiva de materiales resinosos adheridos a este sustrato es menor.

El cemento autoadhesivo Rely X U100 (3M ESPE, St. Paul, Mn, EUA) evaluado en este estudio, al penetrar de manera superficial en la dentina y al no depender de la formación de la capa híbrida, sino que de la unión al relleno inorgánico y a la hidroxiapatita, demostró valores más uniforme en los tres tercios radiculares.⁴⁰ Presenta una activación de tipo dual, debido a que polimeriza mediante luz y químicamente.²⁹ La neutralización de monómeros ácidos resulta de la reacción entre los grupos acídicos y relleno alcalino que lo conforman. Producto de la reacción ácido/base se libera agua favoreciendo a un comportamiento hidrofílico del cemento inicialmente, lo que compensa originando una buena adaptación a la dentina a pesar de la humedad que caracteriza a este sustrato. Posteriormente es necesario que el agua se comporte como un buffer el cual hace posible que el cemento adopte un comportamiento más hidrofóbico.²⁹

Para la retención de los postes es importante una polimerización completa de los cementos resinosos. La activación dual debe lograr un alto grado de conversión con o sin luz. Un tema a tener en cuenta al cementar los postes de fibra de vidrio con cementos resinosos es la intensidad de la luz estando relacionada con la distancia de la fuente de luz; resulta difícil el acceso de la luz dentro del conducto, por lo que la polimerización de los cementos se debe a una activación casi exclusivamente química.²⁹

La mayoría de estudios han realizado sus pruebas con el cemento Rely X™ Unicem y Rely U200 (3M ESPE, St. Paul, Mn, EUA). En el 2016 Hoon Pyun *et al.*⁴³, encontraron valores de resistencia adhesiva superiores en aquellos postes tratados con peróxido de hidrógeno, silano y cementados con el cemento autoadhesivo U 200. En el 2013 Ricaldi *et al.*⁴⁴, en su estudio determinó que no hubo diferencia significativa entre los resultados de resistencia a la tracción con el cemento de auto curado (Multilink) y el cemento autoadhesivo (Rely X™ Unicem). En el 2010 Vidal *et al.*⁴⁵, evaluaron la resistencia a la tracción de los postes de fibra de vidrio con cuatro agentes cementantes, demostrando que con los cementos de curado dual presentaron una mayor resistencia.

En el 2014 Borba *et al.*⁴⁶ evaluaron la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y la dentina radicular usando diferentes tipos de agentes cementantes, concluyendo que los protocolos de cementación autoadhesiva resultan tener una mayor resistencia adhesiva que los de grabado total.

En el 2014 Liu *et al.*⁴⁷, evaluaron la resistencia adhesiva de los postes de fibra de vidrio usando diferentes agentes cementantes de resina de curado dual y tratamientos de superficie del poste, concluyendo que la resistencia adhesiva fue significativamente afectada por el tipo de cemento de resina y que el tratamiento de arenado incrementa significativamente la resistencia adhesiva del grupo de PermaCem 2.0 al poste de fibra de vidrio.

En el 2015 Eun Lee *et al.*⁴⁸, compararon la resistencia adhesiva de seis tipos de cemento resinoso autoadhesivo y uno de cemento de ionómero de vidrio modificado con resina a zirconia, demostraron que todos los cementos resinosos

autoadhesivos demostraron los más altos valores de resistencia adhesiva en comparación con cemento a base de ionómero de vidrio. Los cementos resinosos autoadhesivos con mejores valores de resistencia adhesiva fueron de Clearfil SA Luting (Kuraray), PermaCem 2.0 (DMG) y Smart Cem 2 (Dentsply Caulk).

Poste de fibra de vidrio

Los postes de fibra de vidrio son usados para la restauración de dientes con tratamiento endodóntico con reducción de estructura coronaria que asegure una adecuada retención del núcleo coronario por consiguiente de la corona definitiva. Aquellos dientes con estructura dental remanente superior al 50%, no necesitan el uso de postes intraradiculares para obtener restaurados satisfactorios.⁴⁹

El poste de fibra de vidrio está constituido en la mayor parte por una matriz epóxica, sus derivados y por radiopacadores. Se desconoce la composición de la matriz actual de los postes reforzados con fibra, que está protegido por el secreto industrial, aunque contiene radicales libres aminas que permiten la unión química con la resina BIS-GMA y constituyen los sistemas de cementación adhesivo. Se considera una característica importante desde el punto de vista clínico y médico legal la radiopacidad de los postes de fibra. Los profesionales consideraron la falta de radiopacidad de los primeros postes de fibra como una limitación de la técnica. Para eliminar este obstáculo clínico radiográfico, se han propuesto pernos con un núcleo de titanio y cementos de resina con diferente grado de radiopacidad mediante la adición de partículas de bario, aunque esto conlleve a un aumento de la viscosidad.^{50,45}

Otro componente importante son las fibras de vidrio el cual han representado el sistema más conocido de refuerzo de las matrices poliméricas, las encontramos en diferentes composiciones químicas, siendo las más comunes de sílice (50-60%) y contienen otros óxidos (calcio, boro, sodio, aluminio, hierro, etc). Todos los polímeros reforzados de fibra han mostrado un aumento de las propiedades mecánicas, como resistencia a la fractura, módulo de elasticidad y resiliencia. El aumento de las propiedades mecánicas está directamente relacionada a la densidad de las fibras. El método de fabricación industrial incluye el uso de moldes preformados, en las cuales las fibras son pre tensionales y para rellenar los espacios entre las fibras se inyecta la resina a presión, y así cohesionarlas sólidamente.³⁶ En el 2010 Albashaireh *et al.* ²⁷, mencionaron que existe compatibilidad en la composición química de estos postes con los sistemas adhesivos basados en BIS-GMA comúnmente usados para procedimientos adhesivos.

La longitud de un poste debe comprometer las 2/3 partes de la longitud de la raíz o la mitad de la longitud radicular dentro del hueso, se debe dejar entre 4 a 5 mm de sellado apical. En la actualidad se considera que los postes que imitan la anatomía del conducto son los mejores. El muñón del poste debe ser igual al de un diente ya preparado, los materiales usados para reconstrucción del muñón de postes prefabricados son: resina compuesta, resina reforzada con relleno de vidrio o relleno de titanio, etc. Se recomiendan técnicas adhesivas con cementos a base de resina para la cementación de postes de fibra .²¹

El porcentaje de supervivencia de los postes de fibra resultan ser elevados (89-100%). Entre las mejores ventajas de los postes de fibra está su módulo de

elasticidad (29 a 50GPa), similar a la dentina (18GPa), alta resistencia a la fatiga, a las fuerzas tensionales; además de poder cementarse con un material cementante adhesivo evitando desarrollar fricciones entre el poste y las paredes del conducto radicular por lo que las fuerzas aplicadas son distribuidas en toda la longitud del poste.^{21,22,27}

Tratamiento de superficie del poste de fibra de vidrio

Diferentes protocolos de tratamientos en la superficie del poste permiten mejorar la adhesión del poste al cemento resinoso. Estos son tratamientos químicos y mecánicos que intentan tornar áspera y rugosa la superficie del poste generando retención química y mecánica entre el poste y el cemento resinoso.¹

En el 2012 Mukund *et al.*²⁸, en el intento de maximizar la adhesión del material a base de resina al poste de fibra varios tratamientos de superficie se han sugerido:

Químicos a través del uso de agentes de enlace de tipo vinil silano (silano) y el empleo de sistemas adhesivos (adhesivo dentinario), el silano como agente de unión revestido sobre el poste de fibra mejora la adhesión al material cementante, debido a que tiene la capacidad de aumentar la humectabilidad superficial. La ausencia de unión química entre los materiales resinosos a base de metacrilato y la matriz epóxica del poste representa una posible explicación. La unión química puede lograrse solo entre el cemento resinoso y las fibras de vidrio del poste expuestas.

Mecánicos como el arenado o el acondicionamiento, la adhesión química por sí sola no puede garantizar una unión fuerte y duradera en el poste de fibra, diferentes protocolos de tratamiento de superficie propuestos inicialmente para la cerámica tienden también a ser probados en los postes de fibra. El arenado y uso del ácido fluorhídrico (HF) tiene efectos que dependiendo del tiempo influyen en la composición del poste, ya que produce daños a las fibras de vidrio, afecta la integridad del poste y es extremadamente corrosivo para las fibras de vidrio.²⁸ El H₂O₂ y H₃PO₄ son efectivos ya que disuelven la resina epóxica y exponen las fibras quedando un medio óptimo para la silanización.^{1,28} El FFA contiene 1.23%, el gel se encuentra constituido por fluoruro de sodio (12 300 ppm o 12,3 g/L de fluoruro de sodio), ácido fosfórico (0,98% pH de 3 a 4) y ácido fluorhídrico. El FFA al 1.23% entre los 2 min a 6 min ha demostrado un aumento significativo y gradual de la resistencia adhesiva en los tratamientos de superficies de porcelanas feldespáticas y de alto contenido de leucita similares al HF, provocando cambios estructurales, porosidades y formación de hoyos homogéneos en tamaño, profundidad y forma; favoreciendo así la resistencia adhesiva a la porcelana.^{51,52} Sería interesante emplearlo en estudios experimentales al FFA como protocolo de tratamiento de superficie del poste de fibra de vidrio por su composición química y similar acción en la matriz vítrea de la porcelana.

Químico y mecánico, mediante el uso de los tratamientos anteriores explicados; el objetivo es lograr una óptima adhesión entre el poste y el cemento, y por consiguiente con la dentina radicular.²⁸

En el 2014 Majeti *et al.*², evaluaron la resistencia adhesiva del poste de fibra de vidrio a la dentina. Los postes fueron tratados con H₃PO₄ al 37% y H₂O₂ al 24% a

los 15, 30 y 60s. Se evaluó la resistencia adhesiva en la región cervical, media y apical con la técnica de push out. Los autores concluyeron que el tratamiento del poste es esencial para mejorar la adhesión. El H₃PO₄ al 37% por 15 s generó la mayor resistencia adhesiva mejorando la adhesión del poste a la dentina radicular.

En el 2013 Mocharraf *et al.*¹, evaluaron el efecto de diferentes tratamientos de superficie sobre la resistencia adhesiva del poste de fibra de vidrio a cemento resinoso. Los postes fueron tratados con H₂O₂ al 20% más silano, arenado más silano, y solo silano. La resistencia adhesiva se evaluó en las regiones coronal, media y apical con la técnica de push out. Los autores concluyeron que el H₂O₂ al 20% por 20 min más silano por 60 s generó mayor resistencia adhesivo especialmente en la región cervical. Los menores valores fueron vistos en el grupo sin tratamiento y en la región apical.

En el 2010 Rodig *et al.*³¹, evaluaron la resistencia adhesiva de dos sistemas de postes de fibra de vidrio con diferente tratamiento: con silano, arenado oxido de aluminio más silano, arenado con óxido de sílice más silano. Se evaluó la resistencia adhesiva en las regiones coronal media y apical con la técnica de push out; también se evaluó los tipos de fracasos adhesivos o cohesivos con microscopía electrónica. Los autores concluyeron que el sistema de poste de fibra de vidrio tiene mayor influencia en la resistencia adhesiva el poste de fibra de cuarzo. El arenado con óxido de aluminio de 2.5 bar por 10 s más silano por 60 s, generó la mayor resistencia adhesiva. En la región cervical la resistencia adhesiva para los diferentes tratamientos de superficie y sistema de poste fue mayor. La mayoría de fracasos de tipo cohesivo se encontraron entre el cemento resinoso y

todas las regiones radiculares. Los fracasos de tipo adhesivo entre cemento resinoso y dentina fueron más frecuentes.

En el 2010 Albashaireh *et al.*²⁷, evaluaron la retención de los postes de fibra de vidrio a la dentina radicular después de diferentes tratamientos de superficie del poste con H₃PO₄ al 36% y arenado con óxido de aluminio. Se evaluó la resistencia a la tracción del poste a la dentina radicular. Los autores concluyeron el arenado con óxido de aluminio por 5 s, generó la mayor resistencia adhesiva. El uso de sistemas adhesivos sobre la superficie del poste antes de la cementación no influye sobre la retención del poste.

En el 2011 Menezes *et al.*⁵¹, evaluaron la resistencia adhesiva de los postes de fibra de vidrio tratados con H₂O₂ al 24% y 50% por 1, 5, o 10 min. Los autores concluyeron que el H₂O₂ al 24% por 1 min generó una resistencia adhesiva similar al H₂O₂ al 50% por 5 y 10 min, por lo que recomiendan el uso del H₂O₂ a bajas concentración por 1 min para uso clínico.

Como se mejora la adhesión a dentina radicular

La formación de una unidad estructural dentaria o monobloque entre el diente, poste y cemento, es el objetivo a cumplir cuando cementamos un poste de fibra de vidrio. El procedimiento de cementación del poste de fibra de vidrio al conducto radicular no es algo simple ya que existe dos interfaces importantes entre poste-cemento resinoso y cemento resinoso-dentina radicular, siendo la última la más compleja de conseguir sobre todo por la variabilidad estructural y humectabilidad propia de la dentina radicular.^{27,29,40}

Con la finalidad de mejorar la adhesión no sólo a dentina radicular sino también al poste, se recomendaría tomar en cuenta las siguientes consideraciones durante el protocolo de cementación de los postes de fibra de vidrio como: Realizar un óptimo tratamiento endodóntico sin contaminación, usar como irrigante inorgánico el hipoclorito de sodio al 5.25 % ya que elimina el barro dentinario y biofilm bacteriano en especial el *E. faecalis*.^{52,53} Usar un cemento endodóntico a base de resina epóxica al momento de la obturación del conducto.³² Realizar una correcta preparación del espacio para la inserción del poste, estar seguro de eliminar el barro dentinario, restos de gutapercha, usar hipoclorito de sodio al 5.25 %.⁵⁴ Irrigar el espacio para el poste con solución salina o clorhexidina 2% para mejorar la adhesión del poste al conducto.⁵³ Realizar un tratamiento de la superficie del poste química (silano) y mecánica (sustancias químicas o arenado) ya que ofrece buenos resultados de resistencia adhesiva y buena respuesta a la cementación.^{1,31,49,54} Escoger un poste intraradicular cuyo diámetro y volumen sea similar al tejido dentario ausente, o en su defecto, debe ser individualizado.²⁹ Emplear para la cementación del poste de fibra de vidrio: 1. Cementos de grabado total (presencia de grabado y sistema adhesivo). 2. Cementos autograbantes (ausencia de grabado y presencia de sistema adhesivo). 3. Cementos autoadhesivo (ausencia de grabado y de sistema adhesivo). Los cementos pueden tener un endurecimiento dual o de autocurado. Los cementos autoadhesivos simplifican la técnica en un solo paso y minimizar el tiempo, es tolerante a la humedad y posee buenas propiedades físicas.²⁹ Obtener un grosor mínimo de cemento, para disminuir el riesgo de formación de burbujas en el interior del cemento resinoso o en la interfase cemento resinoso y dentina radicular; buscando evitar una

contracción del cemento resinoso hacia el poste y posterior separación de las paredes dentinarias.^{26,29} El grosor del cemento resinoso dependerá de la elección del poste a emplear. El agente cementado debe ser llevado al conducto radicular con una jeringa de inyección con puntas endodónticas largas, no usar instrumentos que puedan acelerar la reacción de polimerización.^{29,30} Uso de un agente cementante de polimerización dual (luz y química), que sea capaz de lograr un alto grado de conversión de monómero a polímero en presencia o ausencia de luz.

29

IV.OBJETIVOS

V.1. OBJETIVO GENERAL

Comparar in vitro la resistencia adhesiva con la técnica de push out de postes de fibra de vidrio sometidos a diferentes tratamientos de superficie, análisis topográfico y nanofiltración por MEB.

V.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Determinar la resistencia adhesiva con la técnica de push out de los postes de fibra de vidrio según región cervical, medio y apical y tratamientos de superficie del poste con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).
2. Determinar la nanofiltración en la interfase cemento dentina por MEB en la según región cervical, medio y apical y tratamientos de superficie del poste con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).
3. Determinar el tipo de falla según región cervical, medio y apical y tratamientos de superficie de los postes con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

4. Evaluar la topografía de los postes de fibra de vidrio por MEB sometidos a tratamientos con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).
5. Comparar la resistencia adhesiva entre los tratamientos de superficie de los postes de fibra de vidrio con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).
6. Comparar la resistencia adhesiva de los postes de fibra de vidrio entre las regiones cervical, medio y apical luego del tratamiento de superficie con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).
7. Comparar la nanofiltración entre los tratamientos de superficie de los postes de fibra de vidrio con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).
8. Comparar la nanofiltración del poste de fibra de vidrio entre las regiones del cervical, medio y apical luego del tratamiento de superficie con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

9. Comparar el tipo de falla de los postes de fibra de vidrio entre los tratamientos de superficie del poste con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

V. HIPÓTESIS

El tratamiento de superficie de los postes de fibra de vidrio con fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2 min y silano presenta los mejores resultados de resistencia adhesiva con la técnica de push out, nanofiltración y análisis topográfico por MEB en las regiones cervical, medio y apical que los tratamientos con peróxido de hidrógeno al 24% - silano, ácido fosfórico al 37% -silano, fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 6 min-silano y silano (control).

VI. MATERIALES Y MÉTODOS

VI.1. DISEÑO DEL ESTUDIO

Experimental in vitro y tipo transversal.

VI.2. MUESTRA

Se utilizaron 60 premolares inferiores de humanos extraídos por motivos ortodónticos o periodontales. Para evaluar la resistencia adhesiva, tipo de falla y nanoinfiltración se realizaron cortes a nivel radicular obteniéndose discos de dentina radicular de $1 \pm 0.5\text{mm}$ de grosor por cada región (cervical, medio y apical) correspondientes al espacio ocupado por el poste de fibra de vidrio. Para el análisis topográfico de la superficie del poste de fibra de vidrio; se utilizó seis postes, la cual cinco fueron tratados y uno no recibió tratamiento.

Con el fin de estandarizar procesos y determinar el tamaño muestral se realizó un estudio piloto en donde se tomó en cuenta el 10 % del tamaño de muestra del estudio de Majeti et al.² Luego en base a los resultados del estudio piloto se procedió al cálculo del tamaño muestral del presente estudio empleándose el programa EPIDAT 4.0 según el módulo » muestreo » cálculo de tamaños de muestra » intervalo de confianza » media, considerando los siguientes datos:

- Estudio in vitro: 999.999.999 (infinita)
- Desviación estándar: 3.40

- Nivel de confianza: 95%
- Error: 5%

Luego del cálculo, el tamaño muestral mínimo fue de cinco unidades de estudio con una precisión de 3.0 y un máximo de 45 unidades considerando una precisión de 1.0 (Anexo 1).

La muestra fue seleccionada a través de la donación de piezas dentarias del servicio de Cirugía Oral y maxilofacial de la Clínica Dental Cayetano Heredia (Anexo 2) y del Laboratorio de Investigación de Estomatología de la UPCH (Anexo 3). Se analizaron cinco grupos experimentales (Anexo 4).

VI.3. CRITERIOS DE SELECCION

VI.3.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

De la pieza dentaria: Primer y segundo premolar inferior derecho o izquierdo con las siguientes características:

- Raíz recta y único conducto radicular.
- Conducto de forma ovalado o circular.
- Formación radicular completa.
- Libre de caries dental y fractura.
- Longitud radicular ≥ 14 mm.

VI.3.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

Primer y segundo premolar inferior derecho o izquierdo con las siguientes características:

- Ápices abiertos.
- Canales calcificados.
- Múltiples raíces y conductos.
- Con previo tratamiento de conducto.

VI.4 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES (Anexo 5)

VARIABLE DEPENDIENTE

- Resistencia Adhesiva. Definición conceptual: Capacidad de dos superficies que ante fuerzas externas producidas dos superficies se mantengan unidas de forma permanente. Operacionalmente es la fuerza aplicada sobre el poste para evaluar su unión a la dentina radicular. Esta variable es tipo cuantitativo, su indicador es el test de push out, medida en escala de razón y valorizada en Mpa.

VARIABLE INDEPENDIENTE

- Tipos de Tratamiento de Superficie. Definición conceptual: Modificación de la superficie de un objeto para conseguir determinadas características. Operacionalmente son sustancias que se aplican al poste para modificar su superficie. Indicadores: Sustancias aplicadas en diferentes tiempos sobre superficie del poste de fibra de vidrio. Tipo: Cualitativo. Escala: Nominal politómica y sus valores: H_2O_2 (24%) x 60s + silano, H_3PO_4 (37%) x 15s + silano, APF (1.23%) x 2 min + silano, APF (1.23%) x 6 min + silano y silano x 60 s (control).

COVARIABLE

- Región del conducto radicular. Definición conceptual: Porción radicular que ocupa el poste cementado identificado de acuerdo al espacio ocupado por el poste. Definición operacional: Se obtiene en base a la longitud total radicular que ocupa el poste cementado dividido en tres partes iguales. Indicadores: Fuerza de compresión ejercida entre el poste en los cortes cervical, medio y a pical de la dentina radicular. Tipo: Cualitativo. Escala: Nominal politómica. Valores: cervical, medio, apical.
- Tipo de falla. Definición conceptual: Diversas situaciones recurrentes que ocurren en base a defectos de un material. Definición operacional: Superficie a consecuencia de la fractura de la unión adhesiva de los cuerpos de prueba tras la ejecución de la prueba de push out. Indicador: Adhesiva: Desalojo completo del poste Mixta: Desalojo del poste pero se observa cemento en dentina Cohesiva: Daño o fractura en poste, cemento o dentina. Tipo: Cualitativo. Escala: Nominal politómica. Valores: Adhesiva, mixta, cohesiva. Cohesiva asociada a dentina, cemento, poste, dentina y cemento, cemento y poste, dentina y poste o cemento, dentina y poste
- Nanofiltración. Definición conceptual: Proceso que ocurre entre la capa híbrida y la dentina intacta, creando pequeños vacíos de orden nanométrico por donde penetran pequeñas moléculas. Definición

operacional: Filtración de nitrato de plata en interfase cemento/dentina
Indicador: Cantidad de nitrato de plata filtrado en la interfase cemento
dentina. Tipo: Cuantitativo. Escala: Razón. Valores: Porcentaje (%) de
nitrato de plata con filtración.

- Topografía de la superficie del poste: Definición conceptual: Proceso mediante el cual es representada gráficamente parte de la superficie plana del poste. Definición operacional: Se obtiene previo metalizado de la superficie del poste. Indicador: Cuando las fibras y/o matriz del poste sufren daños o fractura. Tipo: Cualitativo. Escala: Nominal. Valores: Sí (superficie dañada y con fracturas), No (superficie intacta).

VI.5. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS

MÉTODO:

Observación estructurada

INSTRUMENTO:

Ficha de recolección de datos para evaluar resistencia adhesiva, tipo de falla, nanofiltración y topografía de la superficie del poste (Anexo 6)

Instrumentos de medición. (Figura 1, 2, 3, 4; Anexo 7)

SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS DIENTES

Para la realización de este estudio fueron seleccionados 60 dientes premolares uniradiculares de humanos (Figura 5, Anexo 8) tenían una longitud corono radicular de 22mm aproximadamente (Figura 6, Anexo 8) fueron recién extraídos por motivos ortodónticos o periodontales, los dientes fueron limpiados con equipo de ultrasonido, conservados y almacenados en solución salina estéril (0.9% NaCl) a temperatura ambiental o de la cavidad oral de 37°C hasta su uso (figura 7, Anexo 8).

Los dientes seleccionados, fueron seccionados a nivel de la unión cemento adamantina (UCA) usando una fresa de diamante de fisura de grano medio (KG, Sorensen, Sao Paulo, Brasil (Figura 8, Anexo 8) montada en una pieza de alta velocidad NSK (Polishing Unit EWL 80, Alemania) y con irrigación constante. La longitud de las raíces fueron medidas con una regla milimetrada teniendo una longitud no menor a 14mm (Figura 9, Anexo 8).

La mayoría de los procedimientos fueron realizados por el investigador principal, con excepción de la preparación endodóntica y el test de push out.

PREPARACIÓN ENDODÓNTICA

La permeabilidad de los conductos radiculares y remoción del tejido pulpar fue realizada con una lima tipo K#6 y #15 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (Figura 10, Anexo 9), luego se realizó la conductometría hasta alcanzar la longitud de trabajo en 13 mm (1mm por encima del ápice radicular) con una lima K #20 (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (Figura 11,

Anexo 9). La Irrigación se realizó con 5ml NaOCl 5.25% (Golrang, Tehran, Irán) para remover el material orgánico (Figura 12, Anexo 9), se usó instrumento reciprocante R40 (Reciproc ®, VDW, Germany) para dar la conformación cónica al conducto (Figura 13, Anexo 9) luego con ácido etilendiamino tetra-acético - EDTA 17% (Canalarge, Ammdent, Chandigarh, India) (Figura 14, Anexo 9) y con ayuda de ultrasonido se removió el barro dentinario. Finalmente los canales fueron secados con conos de papel (Dentsply Maillefer, Ballaigue, Switzerland) (Figura , Anexo 9) y se obturó con cono único de gutapercha R40 (Reciproc ®, VDW, Germany) (Figura 16, Anexo 9) y cemento endodóntico (ADSEAL, Metabiomed, Korea) usando la técnica de condensación vertical de Schilder. (Figura 17- Anexo 9). Las cavidades de acceso fueron selladas con material a base de ionómero de vidrio (Vitrebond, 3M, USA). Se realizó la verificación radiográfica de cada una de los dientes (Figura 18, Anexo 9). Todas las raíces fueron almacenadas en agua destilada durante 7 días a 37°C para que el cemento sellador a base de resina epóxica endurezca completamente (Figura 19, Anexo 9). Todos los tratamientos de conductos fueron realizados por un especialista en endodoncia.

TRATAMIENTO DE SUPERFICIE DEL POSTE

Se utilizaron sesenta postes de fibra de vidrio Whitepost DC # 1 de 0.85 mm x 1.6mm x 20 mm (FGM, Joinville, SC, Brasil). Los postes fueron aleatoriamente divididos en cinco grupos (n=12). Todos los postes fueron limpiados con alcohol al 70% por 60 s. Luego la superficie del poste fue tratada con: (Anexo10)

Grupo 1: H₂O₂ al 24% por 60 s y silano 60 s. (Figura 20, Anexo 10)

Grupo 2: H₃PO₄ al 37% por 15 s y silano 60 s. (Figura 21, Anexo 10)

Grupo 3: FFA al 1.23% por 2min y silano 60 s. (Figura 22, Anexo 10)

Grupo 4: FFA al 1.23% por 6 min y silano 60 s. (Figura 23, Anexo 10)

Grupo 5: Silano 60 s (control). (Figura 24, Anexo 10)

Los grupos con H₃PO₄ (Etch gel, Dento Inc, St. Paul, MN, USA) y FFA (New Age Fluoride Gel, Pascal Co., Bellevue, WA, USA) ambos geles fueron aplicados con una jeringa sobre toda la superficie del poste, para el grupo con H₂O₂ en solución el poste fue inmerso en un vaso dapen de vidrio; luego todos los postes fueron luego lavados con agua destilada por 15 s y secados con aire. Inmediatamente se colocó en todos los grupos un agente de unión silano (3-methacryloxypropyltrimethoxysilane) de dos frasco, mezclado en un vaso dapen de plástico por 60s (Bis Silane, Bisco, SC, EUA).

PREPARACIÓN DEL ESPACIO PARA EL POSTE Y CEMENTACIÓN

Las raíces fueron aleatoriamente divididas en cinco grupos (n=12). Se usaron fresas Gates Glidden # 3 (Dentsply Maillefer) para la desobturación y se removió de 9 mm de gutapercha del conducto radicular (Figura 25, Anexo 11). Se utilizó la broca #1 indicado por el fabricante del sistema White Post DC (FGM, Joinville, Sc, Brasil) instalado en un motor de baja velocidad con el objetivo de facilitar la adaptación exacta del poste dentro del conducto radicular (Figura 26, Anexo 11), respetando el límite apical del material obturador de 4mm. Una broca para la preparación de los conductos fue cambiada por una nueva por cada cinco preparaciones. Todas las raíces preparadas fueron evaluadas radiográficamente

para verificar el completo retiro del material de obturación. (Figura 27, Anexo 11). Se evaluó la adaptación del poste (n=60), luego fueron cortados a una longitud de 10 mm con una fresa de diamante de fisura de grano fino (KG Sorensen, Sao Paulo, SP, Brasil) colocada en una pieza de alta velocidad y con irrigación constante (Figura 28, Anexo 11). El espacio para el poste se irrigó con NaOCl al 5.25% (10 ml) para la limpieza del conducto radicular, finalmente el conducto se lavó con agua destilada (5ml) (Figura 29, Anexo 11) y fueron secados con conos de papel (Maillefer Dentsply, Ballaigues, Switzerland). (Figura 30, Anexo 11).

Todos los postes una vez que recibieron el tratamiento en su superficie de acuerdo al grupo experimental se cementaron usando el cemento de resina autoadhesivo y de curado dual RelyX U200 (3M ESPE, St. Paul, Mn, EUA) con jeringa de automezcla y por medio de las puntas el cemento fue llevado al interior del conducto (Figura 31, Anexo 11); se colocó el poste preparado en el conducto ejerciendo ligera presión (Figura 32, Anexo 11). Se polimerizó con una lámpara LED Optilight LD Max (Gnatus, Sao Paulo, Brasil) con una longitud de onda de 1000 mW/cm² y una frecuencia de 50/60 Hz durante 60 s (Figura 33, Anexo 11). Después de la completa polimerización se realizó la evaluación radiográfica de la cementación de todos los postes (Figura 34, Anexo 11) y finalmente cada grupo de especímenes fueron almacenados en agua destilada durante 24 h a 37°C (Figura 34, Anexo 11).

La composición de los materiales que se utilizó para el tratamiento de superficie y cementación del poste están especificados en el Anexo 12.

PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES PARA LOS TESTS

Posterior al período de almacenamiento todas las raíces fueron incluidas en tubos de PVC (policlorato de vinil) de $\frac{3}{4}$ de pulgada de 22 x 25mm con base hueca, fueron los tubos previamente envaselinados y llenados con acrílico autofotopolimerizable (Reliance, Dental Mfg. Co., Worth, IL, EUA), quedando el poste paralelo al tubo (Figura 36, Anexo 13). Posterior a la polimerización del acrílico se procedió al retiro de los conformadores o tubos de PVC con disco de corte (JOTA AG, Hirschsprungstrasse, Ruthi, Suiza).

Los especímenes fueron seccionados perpendicularmente en relación a su eje longitudinal con una máquina de corte ISOMET 1000 (Buehler, Lake Bluff, IL, USA) con ayuda de un disco de diamante (#7020, KG Sorensen, Barveri, SP, Brasil) a velocidad de 300 rpm, bajo refrigeración constante con agua (Figura 37, Anexo 13). Fueron obtenidos discos radiculares por cada espécimen de $1 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$ de grosor cada uno, verificadas con un calibrador digital de precisión de 0.01mm (Digimatic Caliper, Mitutoyo, Tokio, Japón) (Figura 38, Anexo 13).

Fueron realizados cortes seguidos, siendo el primer corte coronario de todas las raíces eliminados por exceso de cemento. Por cada raíz fueron obtenidas seis discos radiculares, que fueron distribuidos por regiones: cervical (dos discos),

medio (dos discos) y apical (dos discos) (Figura 39, Anexo 13). Por cada grupo se evaluó la resistencia adhesiva por push out y el tipo de falla en diez dientes (n=10) y para el estudio de nanofiltración por microscopía de barrido se evaluaron dos dientes (n=2) por grupo.

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA ADHESIVA POR TEST DE PUSH OUT

Para el test de push out cada disco recibió una marca con un plumón indeleble en su lado apical y luego con un calibrador digital fue registrado el grosor de todos los discos.

Fueron realizadas mediciones de los diámetros por el lado coronal y apical del poste de cada disco mediante fotografías, con un microscopio óptico (Olympus, modelo BX 51, Tokio, Japón) a un aumento de 40X, (Figura 40, Anexo 14), con el objetivo de calcular el área adhesiva para cada disco obtenido. Las medidas fueron obtenidas a través del *Software* Image J versión 1.48 r (NIH, EUA) (Figura 41, Anexo 14) y fueron realizadas por el investigador principal.

El ensayo fue realizado en una máquina de ensayo universal (AG-I, Shimadzu, Autograph, Tokio Japón) en donde cada disco fue sometido al test de push out. Luego cada disco fue posicionado en una base metálica con una pequeña abertura central que coincidía con el nivel del poste, el lado que corresponde a coronal era posicionado hacia abajo de tal manera que la carga ejercía una fuerza compresiva constante en sentido ápico-coronal hasta lograr que el poste se disloque (Figura 40, Anexo 14). Las puntas metálicas cilíndricas fueron confeccionadas en tres diámetros (0.7, 0.9 y 1.00 mm) y posicionadas paralelo al eje del poste, cada punta

correspondían al diámetro del poste de la región que había sido empujado. Se aplicó una carga de 50 kg a una velocidad de 0.5mm/min hasta provocar el fallo adhesivo y/o desalojo del poste. El test de push out fue realizado por un solo operador calibrado distinto al investigador principal, el cual desconocía el grupo experimental y región.

El valor de la carga obtenido fue registrado en Newtons (N) y fue calculado el valor de resistencia adhesiva en Megapascales (MPa) dividiendo el valor de la carga (N) por el valor del área adhesiva (mm²).

El área adhesiva (A) fue calculada mediante la fórmula utilizada para el área de superficie lateral:

$$A: \pi (R + r) [(h^2 + (R - r)^2)^{0.5}]$$

Dónde:

π = constante 3,1416

R= radio coronario del poste (mm)

r= radio apical del poste (mm)

h= grosor del poste o disco radicular (mm)

ANÁLISIS DEL TIPO DE FALLA

Posterior a la evaluación de resistencia adhesiva los tipos de falla de todos los especímenes fueron evaluados en un microscopio estereoscópico (Leica, S8 APO, Wetzlar, Alemania) con un aumento de 40X (Figura 2, Anexo 7). Cada grupo de prueba fue analizado por un evaluador calibrado que clasificó los tipos de falla en: adhesiva: falla observada en cualquiera de la interfaces que compromete dos cuerpos (Figura 43, Anexo 15), mixta: falla donde se observa disloque del poste pero restos de cemento en dentina (Figura 44, Anexo 15) y cohesiva: falla asociada a un solo cuerpo dentina, cemento o poste, sin disloque o desprendimiento del poste (Figura 45, Anexo 15).

ANÁLISIS DE NANOFILTRACIÓN

Dos especímenes de cada grupo fueron seleccionados para el análisis de nanofiltración. Una vez obtenidos los discos se procedió a retirar el acrílico circundante, luego éstos fueron sumergidos en una solución de nitrato de plata Amoniacal al 50% (AgNO_3NH_4 - Laboratorio Representaciones JOEL) (Figura 46, Anexo 16) de acuerdo al protocolo descrito por Tay en el 2002, durante 24 horas. Después de este tiempo fueron lavados en agua destilada por dos minutos.⁵⁵

Luego los discos fueron inmersos en una solución reveladora (Kodak – Revelador D-76 – Kodak Brasileira, San José dos Campos, SP, Brasil), durante 8 h, y

expuestos a iluminación fluorescente directa (Figura 47, Anexo 16); luego fueron lavadas con abundantemente agua corriente y secados con papel toalla.

Después de este procedimiento los discos fueron colocados y pegados en dos bases metálicas (Figura 48- Anexo 16). Se procedió a pulir los discos con lijas de agua #600, 800, 1200 y 2000 en una máquina de pulimiento Politriz (Aropol E – Arotec, Cotia, Sao Paulo, SP, Brasil) bajo refrigeración; luego para el pulido se utilizó discos de filtros y pasta diamantada (FGM Produtos Odontológicos – Joinville, Santa Catarina, Brasil) (Figura 49 y 50; Anexo 16). Posteriormente las bases metálicas fueron colocadas en un recipiente conteniendo sílica coloidal a 37°C por 24h. (Figura 51, Anexo 16).

Finalmente las muestras fueron metalizadas en oro (Balzers SCD 050 Sputter Coater, Bal-tec, Alemania) (Figura 52, Anexo 16) para ser observadas por microscopía electrónica de barrido (SSX-550; Shimadzu, Tokio, Japón) (Figura 53, Anexo 16), obteniéndose cinco microfotografías por cada disco una de 60X de aumento y cuatro de 100X de aumento (Figura 54, Anexo 16). Para calcular el porcentaje de nanofiltración, las imágenes fueron analizadas a través del programa Software Image J versión 1.48 r (NIH, EUA).

ANÁLISIS TOPOGRÁFICO DE LA SUPERFICIE DE LOS POSTES

Se utilizaron seis postes de fibra de vidrio Whitepost DC # 1 de 0.8 x 1.6 x 20 mm (FGM, Joinville, SC, Brasil). Los postes fueron aleatoriamente divididos en seis

grupos (n=1). Cinco de ellos fueron limpiados con alcohol al 70% por 60s y luego sometidos al tratamiento de la superficie del poste detallado en el Anexo 10; un poste no recibió ningún tratamiento en su superficie. Todos los postes fueron llevados al Sputtering Q150R ES (Quorum, Eastbourne, Inglaterra) para realizar el metalizado en oro con una película de 20nm depositada en cada muestra.

Luego se procedió a analizar la degradación de cada muestra en el microscopio electrónico de barrido Quanta 650 (Fei, Oregin USA) para valorar la caracterización de la superficie de los postes tratados con Peróxido de hidrógeno (Figura 55, Anexo 17), Ácido fosfórico (Figura 56, Anexo 17), Fluoruro fosfato acidulado a los 2 min (Figura 57, Anexo 17), Fluoruro fosfato acidulado a los 6 min (Figura 58, Anexo 17), silano (Figura 59, Anexo 17) y sin tratamiento (de fábrica) (Figura 60, Anexo 17) , se realizaron tomas con una magnitud de 600X y 1600X a una longitud de trabajo de 10mm (Figura 4, Anexo 7).

VI.6. PLAN DE ANÁLISIS

Los datos recopilados fueron procesados según el programa Excel 2010; se realizó el análisis estadístico descriptivo, bivariado en el programa STATA versión 12. Se aplicó un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia menor a 0.05.

Se realizaron las siguientes pruebas:

1. Análisis descriptivo de los datos de las variables cuantitativa: Se obtuvieron medidas de tendencia central (promedios) y medidas de dispersión (desviación estándar)

2. Análisis descriptivo de los datos de la variable cualitativa. Se obtendrán valores relativos (%) y absolutos (n).
3. Pruebas para el análisis bivariado para determinar la relación entre las variables, se realizó la prueba de Shapiro Wilk, posterior a la prueba se comprobó la normalidad de los datos por lo que se aplicó pruebas paramétricas como la prueba de Scheffe para determinar en qué grupo específico se encuentran las diferencias de resistencia adhesiva y nanofiltración para la variable cuantitativa y la prueba Chi² corregida de Yates para la variable cualitativa.

VI.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS

El proyecto fue aprobado por la Dirección universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología Comité de Investigación de la Facultad de estomatología (DUICT-FE) de la UPCH (Anexo 18).

Se solicitó la revisión del proyecto al Comité Institucional de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia y se le otorgó la exoneración y aprobación por tratarse de un trabajo experimental *In Vitro* (Anexo 19).

El Proyecto fue registrado en la Escuela de Postgrado de la Universidad Peruana Cayetano Heredia Víctor Alzamora Castro (Anexo 20).

El investigador desconoce la identidad del paciente que donó la pieza dentaria debido a que no se requirió ningún tipo de información del paciente, de este modo no existirá forma que los especímenes sean relacionados con los pacientes, manteniendo su confidencialidad. Los dientes fueron donados por la Clínica dental docente de la UPCH y por el Laboratorio de Investigación de Estomatología (LIDES).

Se hicieron las coordinaciones y obtuvo la autorización de la coordinadora del Programa de Postgrado en Estomatología de la Universidad Estadual de Ponta Grossa Brasil para el acceso al laboratorio de materiales de la facultad y hacer uso de sus equipos y ejecución de pruebas de push out y nanofiltración (Anexo 21).

Asimismo, se obtuvo la autorización del laboratorio de caracterización de materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú para realizar el análisis topográfico de la superficie de los postes (Anexo 22).

VII. RESULTADOS

El presente estudio se basó en la evaluación de 60 especímenes preparados (360 discos radiculares) distribuidos aleatoriamente en cinco grupos experimentales en relación al tratamiento de superficie del poste de fibra de vidrio: Grupo 1: Peróxido de hidrógeno al 24% -silano . Grupo 2: Ácido fosfórico al 37% -silano. Grupo 3: Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2min -silano. Grupo 4: Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 6 min -silano. Grupo 5: Silano (control).

Los valores promedios y desviaciones estándar de la resistencia adhesiva según grupos de tratamientos de superficie y regiones radiculares se reportan en la Tabla 1. El mayor promedio de resistencia adhesiva se observó en el Grupo 5: silano (control) con 17.93 ± 7.70 Mpa y en la región apical con 21.84 ± 9.02 Mpa. El menor promedio de resistencia adhesiva se dio en el Grupo 4: Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 6min - silano con 9.84 ± 7.95 Mpa y en la región cervical con 6.46 ± 4.35 Mpa.

El menor porcentaje de nanofiltración de nitrato de plata a nivel de la interfase dentina cemento se encuentra en el Grupo 5: silano (control) con un $5.08\% \pm 5.10$ y en la región apical con $3.22\% \pm 2.23$. El mayor porcentaje de nanofiltración se encuentra en el Grupo 3: Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2min- silano con $18.99\% \pm 13.82$ y en la región cervical con $31.45\% \pm 16.81$ (Tabla 2).

El tipo de falla cohesiva, en la región medio en los postes con tratamiento de superficie con Peróxido de hidrógeno al 24%- silano (Grupo1), Ácido fosfórico al 37%-silano(Grupo 2), Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2min-silano (Grupo 3) y silano (Grupo 5) son los más frecuentes con un 6.32%, 5.26%, 6.32% y 6.67% respectivamente y en la región del conducto radicular apical con el tratamiento de superficie del poste con Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 6 min con un 6.32% (Grupo 4). Existe una mayor frecuencia de falla cohesiva relacionados al poste y cemento-poste en todos los grupos de tratamiento de superficie del poste (Tabla3).

En la Tabla 4 se observa que los postes con tratamiento de superficie con Peróxido de hidrógeno al 24%-silano, Ácido fosfórico al 37%-silano, Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2min y 6 min-silano sufrieron daños como fracturas de las fibras; a diferencia del poste con tratamiento de superficie con silano (control) o sin tratamiento en lo que se observaron fibras intactas sin daños en las fibras.

Al comparar la resistencia adhesiva entre el Peróxido de hidrógeno al 24% -silano (Grupo 1), Ácido fosfórico al 37%-silano (Grupo 2), Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2 min-silano (Grupo 3) y Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 6 min-silano (Grupo 4) con el silano (control) (Grupo 5), se encontró que existe diferencia significativa de (0.016) (0.002) (0.043) (<0.0001) respectivamente a favor del Grupo 5: silano (control) (Tabla 5).

Al comparar la resistencia adhesiva del poste de fibra de vidrio en las regiones radiculares se encontró que existe diferencia significativa entre la región cervical con la regiones medio y apical con un (0.035) y (<0.0001) respectivamente y entre la región medio con la región apical con un (0.001) (Tabla 6).

Al comparar la nanofiltración entre el Grupo 3: Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2 min-silano con el Grupo 5: Silano (control), se encontró que existe diferencia significativa de (0.049) (Tabla 7).

Al comparar la nanofiltración entre las regiones radiculares se encontró que existe diferencia significativa entre la región cervical con la región apical de (0.04) (Tabla 8).

Al comparar los tipos de falla se determinó que existe diferencia significativa entre la falla cohesiva con la falla adhesiva y mixta de (0.006), pero no existe asociación entre los cinco tratamientos de superficie con ninguna de las variaciones de falla cohesiva (Tabla 9).

Tabla 1. Determinación de la resistencia adhesiva con la técnica de push out de los postes de fibra de vidrio según región cervical, medio y apical y tratamientos de superficie del poste con peróxido de hidrógeno al 24%-silano, ácido fosfórico al 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2min y 6 min-silano y silano (control).

Región	Peróxido de hidrógeno al 24%-silano		Ácido fosfórico al 37%-silano		Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (2min)-silano		Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano		Silano (control)		Total	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
Cervical	11.00	5.62	7.31	4.66	8.51	2.88	6.46	4.35	16.11	5.64	9.94	5.83
Medio	14.95	7.39	11.82	7.62	15.18	7.80	6.21	4.76	15.94	6.92	12.82	7.74
Apical	12.22	5.53	17.09	12.57	16.29	6.58	16.52	8.86	21.84	9.02	17.01	9.25
Total	12.77	6.43	11.89	9.42	13.29	6.97	9.84	7.95	17.93	7.70	13.15	8.18

X: Promedio

D.E: Desviación estándar

Unidad de medida (Mpa)

Tabla 2. Determinación de la nanofiltración en la interfase cemento dentina por MEB según región cervical, medio y apical y tratamientos de superficie de los postes con peróxido de hidrógeno al 24%-silano, ácido fosfórico al 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

Tratamientos de superficie	Peróxido de hidrógeno al 24%-silano		Ácido fosfórico al 37%-silano		Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (2min)-silano		Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano		Silano (control)	
	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.	X	D.E.
Región										
Cervical	19.32	14.34	25.30	21.31	31.45	16.81	12.10	9.81	6.07	4.51
Medio	17.33	6.19	17.58	5.93	12.76	8.77	2.67	3.09	5.95	7.96
Apical	18.58	6.28	8.78	7.54	12.78	5.48	6.95	12.54	3.22	2.23
Total	18.41	8.83	17.99	14.32	18.99	13.82	7.24	9.38	5.08	5.10

X: Promedio

D.E.: Desviación estándar

Unidad de medida (%)

Tabla 3. Determinación del tipo de falla según región cervical, medio y apical y tratamientos de superficie de los postes con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

Tratamiento de superficie vs Tipo de falla	Región		
		n (%)	
	Cervical	Medio	Apical
Peróxido de hidrógeno al 24%-silano			
adhesiva	2 (0.70)	2 (0.70)	5 (1.75)
Mixta	2 (0.70)	0 (0.00)	1(0.35)
cohesiva	16 (5.61)	18 (6.32)	10 (3.51)
dentina	2 (0.84)	5 (2.10)	4 (1.68)
cemento	2 (0.84)	2 (0.84)	1 (0.42)
poste	9 (3.78)	6 (2.52)	3 (1.26)
dentina y cemento	1(0.42)	0 (0.00)	0 (0.00)
cemento y poste	2 (0.84)	5 (2.10)	2 (0.84)
dentina y poste	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
dentina, cemento y poste	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
Ácido fosfórico al 37%-silano			
adhesiva	4 (1.40)	5 (1.75)	2 (0.70)
Mixta	3 (1.05)	0 (0.00)	2 (0.70)
cohesiva	13 (4.56)	15 (5.26)	12 (4.21)
dentina	1 (0.42)	1 (0.42)	0 (0.00)
cemento	1 (0.42)	1 (0.42)	0 (0.00)
poste	5 (2.10)	6 (2.52)	7 (2.94)
dentina y cemento	0 (0.00)	1 (0.42)	1 (0.42)
cemento y poste	5 (2.10)	2 (0.84)	2 (0.70)
dentina y poste	0 (0.00)	1 (0.42)	0 (0.00)
dentina, cemento y poste	1 (0.42)	3 (1.26)	2 (0.70)
Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (2min)-silano			
adhesiva	1 (0.35)	1 (0.35)	0 (0.00)
Mixta	2 (0.70)	1 (0.35)	0 (0.00)
cohesiva	17 (5.96)	18 (6.32)	16 (5.61)
dentina	3 (1.26)	2 (0.84)	2 (0.84)
cemento	4 (1.68)	5 (2.10)	4 (1.68)
poste	4 (1.68)	8 (3.36)	6 (2.52)
dentina y cemento	2 (0.84)	0 (0.00)	1 (0.42)
cemento y poste	4 (1.68)	3 (1.26)	2 (0.84)
dentina y poste	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
dentina, cemento y poste	0 (0.00)	0 (0.00)	1 (0.42)

Tratamiento de superficie vs Tipo de falla	Región del conducto radicular n (%)		
	Cervical	Medio	Apical
Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano			
adhesiva	3 (1.05)	4 (1.40)	2 (0.70)
Mixta	0 (0.00)	2 (0.70)	0 (0.00)
cohesiva	17 (5.96)	13 (4.56)	18 (6.32)
dentina	4 (1.68)	2 (0.84)	10 (4.20)
cemento	2 (0.84)	1 (0.42)	1 (0.42)
poste	6 (2.52)	4 (1.68)	4 (1.68)
dentina y cemento	1 (0.42)	1 (0.42)	1 (0.42)
cemento y poste	3 (1.26)	4 (1.68)	1 (0.42)
dentina y poste	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
dentina, cemento y poste	1 (0.42)	1 (0.42)	1 (0.42)
Silano (control)			
adhesiva	1 (0.35)	0 (0.00)	0 (0.00)
Mixta	0 (0.00)	0 (0.00)	2 (0.70)
cohesiva	19 (6.67)	19 (6.67)	17 (5.96)
dentina	3 (1.26)	5 (2.10)	7 (2.94)
cemento	6 (2.52)	0 (0.00)	1 (0.42)
poste	3 (1.26)	5 (2.10)	2 (0.84)
dentina y cemento	1 (0.35)	2 (0.84)	1 (0.42)
cemento y poste	5 (2.10)	5 (2.10)	2 (0.84)
dentina y poste	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)
dentina, cemento y poste	1 (0.35)	2 (0.84)	4 (1.68)

Tabla 4. Evaluación topográfica de los postes de fibra de vidrio por MEB sometidos a tratamientos de superficie con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

Tratamiento de superficie del poste	Daño o fracturas de fibras	
	Sí	No
Peróxido de hidrógeno al 24%-silano	x	
Ácido fosfórico al 37%-silano	x	
Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2min-silano	x	
Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 6 min-silano	x	
Silano (control)		x
Sin tratamiento		x

Tabla 5. Comparación de la resistencia adhesiva entre los tratamientos de superficie de los postes de fibra de vidrio con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

Tratamientos de Superficie		Diferencia medias	valor p
Peróxido de hidrógeno al 24%-silano	Ácido fosfórico al 37%-silano	0.881408	0.986
	Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (2min)-silano	-0.51902	0.998
	Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano	2.92509	0.408
	Silano (control)	-5.16046	0.016
Ácido fosfórico al 37%-silano	Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (2min)-silano	-1.40043	0.925
	Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano	2.04368	0.741
	Silano (control)	-6.04187	0.002
Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (2min)-silano	Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano	3.44411	0.243
	Silano (control)	-4.64144	0.043
Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano	Silano (control)	-8.08555	<0.0001
Prueba Post Hoc (Scheffe)		Diferencia estadística (p<0.05)	

Tabla 6. Comparación de la resistencia adhesiva de los postes de fibra de vidrio entre las regiones cervical, medio y apical luego del tratamiento de superficie con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

Región		Diferencia medias	valor p
Cervical	Medio	-2.87897	0.035
	Apical	-7.06883	<0.0001
Medio	Apical	-4.18986	0.001
Prueba Post Hoc (Scheffe)			Diferencia estadística (p<0.05)

Tabla 7. Comparación de la nanofiltración entre los tratamientos de superficie de los postes de fibra de vidrio con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

Tratamientos de Superficie		Diferencia medias	valor p
Peróxido de hidrógeno al 24%-silano	Ácido fosfórico al 37%-silano	0.421136	>0.999
	Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (2min)-silano	-0.585833	>0.999
	Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano	11.1667	0.184
	Silano (control)	13.3308	0.071
Ácido fosfórico al 37%-silano	Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (2min)-silano	-1.00697	>0.999
	Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano	10.7455	0.237
	Silano(control)	12.9097	0.099
Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (2min)-silano	Fluoruro Fosfato Acidulado al 1.23% (6min)-silano	11.7525	0.145
	Silano (control)	13.9167	0.049
Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano	Silano (control)	2.16417	0.993
Prueba Pos Hoc (Scheffe)		Diferencia estadística (p<0.05)	

Tabla 8. Comparación de la nanofiltración entre las regiones cervical, medio y apical luego del tratamiento de superficie de los postes con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

Región		Diferencia medias	valor p
Cervical	Medio	7.591	0.128
	Apical	8.71861	0.04
Medio	Apical	1.12761	0.955

Prueba Post Hoc (Scheffe) Diferencia estadística (p<0.05)

Tabla 9. Comparación del tipo de falla entre los tratamientos de superficie de los postes de fibra de vidrio con peróxido de hidrógeno 24%-silano, ácido fosfórico 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2min y 6min-silano y silano (control).

Tratamiento de superficie vs tipo de falla	Peróxido de hidrógeno al 24%-silano	Ácido fosfórico al 37%-silano	Fluoruro fosfato Acidulado al 1.23% (2min)-silano	Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% (6min)-silano	Silano (control)	
	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	n (%)	
Adhesiva	9 (3.16)	11 (3.86)	2 (0.70)	9 (3.16)	1(0.35)	
Mixta	3 (1.05)	5 (1.75)	3 (1.05)	2 (0.70)	2(0.70)	p=0.006
Cohesiva	44 (15.44)	40 (14.04)	51 (17.89)	48 (16.84)	55(19.30)	
dentina	11 (4.62)	2 (0.84)	7 (2.94)	16 (6.72)	15 (6.30)	
cemento	5 (2.10)	2 (0.84)	13 (5.46)	4 (1.68)	7 (2.94)	
poste	18 (7.56)	18 (7.56)	18 (7.56)	14 (5.88)	10 (4.20)	
dentina y cemento	1 (0.42)	2 (0.84)	3 (1.26)	3 (1.26)	4 (1.68)	p=0.951
cemento y poste	9 (3.78)	9 (3.78)	9 (3.78)	8 (3.36)	12 (5.04)	
dentina y poste	0 (0.00)	1 (0.42)	0 (0.00)	0 (0.00)	0 (0.00)	
dentina, cemento y poste	0 (0.00)	6 (2.52)	1 (0.42)	3 (1.26)	7 (2.94)	
Prueba Chi2 corregida por Yates				Significancia estadística (p<0.05)		

VIII. DISCUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue comparar in vitro la resistencia del poste de fibra de vidrio en la región radicular utilizando peróxido de hidrógeno-silano, ácido fosfórico-silano, fluoruro fosfato acidulado- silano y silano en el tratamiento de superficie del poste. Los resultados del estudio mostraron que el tratamiento de la superficie del poste con silano presentaron los mayores valores de resistencia adhesiva y menor porcentaje de nanofiltración en la interfase cemento dentina, dichos valores se encontraron en la región apical. El tipo de falla cohesiva asociada al poste fue el más prevalente y significativo y en el análisis topográfico se observó que el poste tratado solo con silano mostró fibras intactas sin daños o fracturas.

El tratamiento de superficie de los postes de fibra de vidrio antes del uso del silano y bajo una cementación autoadhesiva y dual, puede afectar la resistencia adhesiva del poste al conducto radicular.

Para una mejor retención de los postes se recomienda usares solo silano, que sin tratamiento o usando otros compuestos.^{16,56} Los silanos son compuestos bifuncionales orgánicos e inorgánicos entre ambas matrices y tiene una reactividad dual intríntrica. El uso de agentes de acoplamiento de silano como promotores de adhesión en los materiales reforzados con fibra está bien establecido, pero su posterior uso al tratamiento de superficie del poste de fibra con algún compuesto sigue siendo controvertido^{57-59,17,1,2}

Silanizar el poste de fibra de vidrio e infiltración del cemento de resina de baja

viscosidad aumenta significativamente la resistencia de unión química. El silano mejora la unión entre el nuevo composite y un nuevo composite reforzado con fibra similar a la estructura usada en los postes de fibra. ⁶⁰ El uso del silano para tratar la superficie del poste de fibra de vidrio se usa con el fin de mejorar la adhesión entre el poste, cemento, diente; argumentando que el silano expone de manera selectiva las fibras de vidrio, los pretratamientos antes del silano podrían provocar fracturas y/o grietas en las fibras lo que afectaría la estabilidad mecánica poste-muñón. ^{61-63,19,55,57,58} Sarkis et al (2014)¹⁶, en su estudio basado en una revisión sistemática y metanálisis concluyó que el uso del silano y cementación con sistemas autoadhesivos resulta ser más efectivo al ofrecer mayores valores de resistencia adhesiva, es una técnica sencilla y poco sensible.

El tratamiento de superficie del poste de fibra de vidrio con peróxido de hidrógeno al 24% mejoró significativamente la resistencia de la unión debido a su capacidad para disolver la matriz de resina epoxi utilizada en cada poste, ya que aumentó la rugosidad de su superficie y expuso las fibras creando así una mejor unión química entre silano y poste de fibra. ⁶⁴⁻⁶⁷ El efecto de ataque químico del peróxido de hidrógeno depende de su capacidad para disolver parcialmente la matriz de resina, rompiendo enlaces de resina epoxi a través de un mecanismo de oxidación de sustrato ⁶⁴⁻⁶⁶. Para Hoon Pyun et al (2016) y Khoroushi et al (2014) manifestaron la presencia de oxígeno residual libre en la superficie del poste y dentina posterior al tratamiento de superficie del poste con peróxido de hidrógeno provocando una disminución de resistencia adhesivo del poste al conducto.que el peróxido de hidrógeno. ^{67,68} El ácido fosfórico se ha utilizado para grabar las superficies de los dientes en concentraciones que oscilan entre el 30 y el 50%.

En general, se prefiere el ácido fosfórico al 37% para el grabado ácido de la superficie del diente.⁶⁹ En este estudio también se usó ácido fosfórico al 37% para acondicionar la superficie del poste. Saker et al ⁶⁴ (2015) El tratamiento ácido de la superficie posterior produjo mayores valores de retención que los registrados para los controles sin tratamiento. El fluoruro fosfato acidulado al 1.23% está indicado para disminuir los índices de caries. No se han encontrado estudios que utilicen para el tratamiento de la superficie de postes de fibra de vidrio reforzados con resinas. En cerámica el fluoruro fosfato acidulado al 1.23% genera rugosidades superficiales mejorando los valores de resistencia adhesiva con las resinas compuestas o cementos de resina.⁷⁰⁻⁷⁴El fluoruro fosfato acidulado al 1.23% en gel o espuma influye reduciendo significativamente la microdureza de las resinas compuestas o resinas cargadas de silica creando de manera agresiva rugosidades superficiales, porosidades y rompimiento de la interfase matriz/carga.⁷⁵⁻⁷⁹

Los estudios que utilizan cementos autoadhesivos como material de cementación de postes de fibra de vidrio presentan resultados homogéneos en sus tres regiones cervical, medio y apical como los reportados por Gomes et al ⁸⁰ y Calixto et al ⁸¹ o resultados cuyos valores de resistencia adhesiva mayores en la región apical como los reportados por Baldea et al ⁸², Vildósola et al ⁸³, Boing et al ⁸⁴, Bitter et al ⁸⁵, Leme et al ⁸⁶; es así como en el presente estudio se obtuvieron resultados similares con el uso del cemento autoadhesivo U200 que se explicaría en una adhesión química a la hidroxiapatita ^{87,88}, otro factor importante es la formación de agua como resultado de la reacción de neutralización entre los monómeros de metacrilato con grupos de ácido fosfórico y la hidroxiapatita, lo que permite una alta tolerancia a las variaciones de humedad de la

dentina.^{89,87} En la región apical hay menos túbulos dentinarios y más pequeños ⁷, la dentina es irregular, esclerótica y llena de minerales parecidos a los de la dentina peritubular permite disponer mayor cantidad de calcio para la adhesión química con el cemento autoadhesivo U200, la limitada acción de los ácidos del cemento disminuye la penetrabilidad del cemento en los túbulos formándose una capa híbrida delgada o ausente.⁹⁰ El cemento U200 (3M ESPE) al ser autoadhesivo no presenta capacidad para disolver el barro dentinario ⁹¹, por otro lado debido a la anatomía radicular los postes presentan mejor adaptación en la región apical el cemento presenta un menor volumen y mayor fluidez a este nivel, evitando así la incorporación de burbujas dentro del conducto otorgando mayor resistencia con las paredes del conducto radicular. ^{92-95, 82} Otros estudios han encontrado que el grosor del cemento alrededor del poste no afecta significativamente la resistencia adhesiva del poste de fibra al conducto radicular. ^{96,94}

Diversos estudios que en su protocolo de cementación para postes de fibra de vidrio usan cementos convencionales con grabado total obtuvieron valores de resistencia adhesiva mayores en la región cervical que en la región apical.^{58,61,63,57} Argumentando que la densidad de túbulos dentinarios decrece significativamente de la región coronal (42000 túbulos/mm²) hacia apical (8000 túbulos /mm²) ⁹⁵, el factor responsable de los diferentes valores de resistencia adhesiva en las diferentes profundidades del conducto es el grabado ácido.⁷ La región apical es poco favorable para la adhesión por la presencia de dentina secundaria, difícil eliminación de barro dentinario formado posterior a la preparación del conducto radicular, presencia de conductos accesorios, área desprovista de túbulos y presencia de restos de cemento endodóntico en la paredes del conducto.⁶ La región cervical se es la parte más accesible del espacio del conducto, haciendo más fácil

el grabado, aplicación de agentes adhesivos y formación de capa híbrida homogénea.⁹⁶⁻

⁹⁹ La reducción significativa en la cantidad de luz transmitida en el conducto radicular a medida que aumenta la profundidad y se ha demostrado que la región apical alcanza niveles insuficientes para lograr la polimerización.⁵⁰ La efectividad de los sistemas adhesivos a partir de su correcta evaporación del solvente propio de éstos para evitar la formación de una capa híbrida porosa¹⁰⁰, es que la dentina se mantenga húmeda para una óptima unión después de grabado con ácido fosfórico.¹⁰¹ Para Calixto et al⁸¹, Gómez et al⁸⁰, Narene et al¹⁷, Boff et al¹⁰², debido a que el acceso es limitado, el control de la humedad dentro del conducto es muy difícil es por eso que los valores de resistencia adhesiva en la región apical son bajos con el uso de agentes de cementación convencional como lo ocurrido en su estudio.

En la mayoría de estudios^{103,104,18,19,15,1,91,95,3}, que utilizan cementos convencionales o de autograbado, los postes de fibra de vidrio reciben un pretratamiento de su superficie más la aplicación de silano, argumentando que existe una mejora en la adhesión de los postes de fibra de vidrio facilitando una interacción mecánica y química entre el poste/cemento/dentina.

Otro factor que puede justificar los mayores valores de resistencia adhesiva en la región apical como el diseño del poste cónico comparado con un cilíndrico, el poste cónico se adapta mejor a la anatomía del conducto porque geométricamente son parecidos existiendo mayor resistencia a la fractura por el menor desgaste de dentina radicular.

105,5,91

Los resultados de la presente revisión deben interpretarse con precaución porque los estudios de laboratorio tienen limitaciones intrínsecas al intentar simular condiciones clínicas reales o in vivo. Además, hubo un predominio de un cemento de resina autoadhesivo en particular (RelyX U100) en los estudios incluidos. Se recomienda realizar ensayos controlados aleatorios ya que por el seguimiento largo que se realiza serviría para proporcionar la respuesta definitiva sobre si el tratar la superficie del poste con silano y el uso de cemento autoadhesivos mejoran las tasas de éxito clínico en comparación con otros tratamientos de superficie y cementos de resina convencionales y de autograbado.

Las limitaciones del presente estudio por ser in vitro posee una gran variabilidad y heterogeneidad procedimental por lo tanto posible riesgo de error, por lo que la interpretación de resultados debe ser con precaución. Además no existen ensayos clínicos aleatorizados de largos períodos de seguimiento, que den una respuesta definitiva si el tratamiento de la superficie del poste con silano y el uso de cementos autoadhesivos mejoran las tasas de éxito clínico en comparación con otros tratamientos de superficie y cementos de resina convencionales. Lamentablemente los ensayos clínicos aleatorios no pueden utilizarse indiscriminadamente para apoyar todas las decisiones clínicas.

IX. CONCLUSIONES

- 1.- La mayor resistencia adhesiva del poste de fibra de vidrio fue encontrado con el tratamiento de superficie con silano y en la región apical del conducto radicular.
- 2.- La menor nanofiltración en la interfase cemento dentina fue encontrada en el grupo silano y en la región apical del conducto radicular.
- 3.- El tipo de falla cohesiva fue la más frecuente y en la región medio del conducto radicular.
- 4.- Los postes de fibra de vidrio que recibieron tratamiento con peróxido de hidrógeno al 24%-silano, ácido fosfórico al 37%-silano y fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 2 min y 6 min-silano sufrieron daños en sus fibras y el poste que fue tratado con silano no sufrió daños y fracturas de sus fibras.
- 5.- Al comparar la resistencia adhesiva entre el peróxido de hidrógeno al 24%-silano, ácido fosfórico al 37%-silano, fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2min y 6 min-silano con el grupo cuyo poste fue tratado con silano se encontró diferencia significativa.

- 6.- Al comparar resistencia adhesiva entre las regiones radiculares se encontró diferencia significativa entre la región cervical con la medio y apical y entre la región medio con apical.
- 7.- Existe diferencia significativa al comparar la nanofiltración entre el fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2 min-silano con el silano.
- 8.- Existe diferencia significativa al comparar la nanofiltración entre las regiones radiculares cervical con apical.
- 9.- Al comprar los tipos de falla existe diferencia significativa entre la falla cohesiva con la adhesiva y mixta, pero no hay asociación de los tratamientos de superficie con ninguna de las variaciones de falla cohesiva.

X. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios experimentales en el que se comparen marcas comerciales de silano, cementos autoadhesivos y postes de fibra de vidrio, para evaluar la resistencia adhesiva del poste al conducto.
- Empresas del sector educativo público y privado a nivel nacional que se dedican a hacer investigación puedan adquirir más equipos como máquinas como la ISOMET paso previo al push out, prueba confiable y respaldada científicamente para evaluar resistencia adhesiva a nivel de las regiones radicales.
- Sugerir para posteriores estudios modificar la fuerza aplicada al poste en las diferentes regiones, basándonos en que a mayor profundidad del poste mayor fuerza para provocar la dislocación o falla del poste al conducto y que no sea una fuerza constante en las tres regiones.

XI. REFERENCIAS

- 1.- Mosharraf R, Ranjbarian P. Effects of post Surface conditioning before silanization on bond strength between fiber post and resin cement. *J Adv Prosthodont.* 2013; 5: 126-32.
- 2.- Majeti Ch, Veeramachaneni Ch, Kumar P, Anitha S, Tummala M. A simplified etching technique to improve the adhesion of fiber post. *J Adv Prosthodont.* 2014; 6:295-301.
- 3.- Vano M, Goracci C, Monticelli F, Tognini F, Gabriele M, Tay FR, Ferrari M. The adhesion between fibre posts and composite resin cores: the evaluation of microtensile bond strength following various surface chemical treatments to posts. *Int Endod J.* 2006; 39:31-9.
- 4.- Sahafi A, Peutzfeld A, Asmussen E, Gotfredsen K. Effect of surface treatment of prefabricated posts on bonding of resin cement. *Oper Dent.* 2004; 29:60-8.
- 5.- Schwartz RS, Robbins JW. Post placement and restoration of endodontically treated teeth: a literature review. *J Endod.* 2004; 30:289-301.
- 6.- Gomez-Polo M, Llido B, Rivero A, Del Río J, Celemín A. A 10 years retrospective study of the survival rate of theet restoresd with metal prefabricated posts versus cast metal post and cores. *J Dent.* 2010; 38(11):916-20.
- 7.- Ferrari M, Mannocci F, Vichi A, Cagidiaco MC, & Mjor IA. Bonding to root canal: Structural characteristics of the substrate *American Journal of Dentistry.* 2000; 13(5) 255-60.

- 8.- Mjor IA, Smith MR, Ferrari M, Mannocci F. The structure of dentin in the apical region of human teeth. *Int Endod J.* 2001;34:346-53.
- 9.- Skupien J, Sarkis R, Cenci M, Moraes R, Pereira T. A systematic review of factors associated with the retention of glass posts. *Braz Oral Res.* 2015;29(1):1-8.
10. Leme AA, Pinho AL, Gonçalves L, Correr-Sobrinho L, Sinhoreti MA. Effects of silane application on luting fiber posts using self-adhesive resin cement. *J Adhes Dent.* 2013;15(3):269-74.
11. Zicari F, De Munck J, Scotti R, Naert I, Van Meerbeek B. Factors affecting the cement-post interface. *Dent Mater.* 2012;28(3):287-97.
- 12.- Cecchin D, Almeida JF, Gomes BP, Zaia AA, Ferraz CC. Influence of chlorhexidine and ethanol on the bond strength and durability of the adhesion of the fiber posts to root dentin using a total etching adhesive system. *J Endod.* 2011;37(9):1310-5.
- 13.- Monticelli F, Osorio R, Sadek FT, Radovic I, Toledano M, & Ferrari M. Surface treatments for improving bond strength to prefabricated fiber posts: A literature review *Operative Dentistry.* 2008; 33(3): 346-55.
- 14.- Mazzitelli C, Papacchini F, Monticelli F, Toledano M, & Ferrari M. Effects of post surface treatments on the bond strength of self-adhesive cements *American Journal of Dentistry.* 2012; 25(3): 159-64.
- 15.- Sahafi A, Peutzfeldt A, Asmussen E, & Gotfredsen K. Bond strength of resin cement to dentin and to surface-treated posts of titanium alloy, glass fiber, and zirconia *Journal of Adhesive Dentistry.* 2003; 5(2): 153-62.

- 16.- Sarkis-Onofre R, Skupien J, Cenci M, de Moraes R, & Pereira-Cenci T. The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts (GFPs) luted into root canals: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies Operative Dentistry. 2014; 39(1):31-44.
- 17.- Narene AVK, Shankar P, & Indira R. Effect of surface treatments on push-out strength of three glass fiber posts: An in vitro study Indian Journal of Multidisciplinary Dentistry. 2011; 1(5) : 255-59.
- 18.- Moraes AP, sarkis R, Moraes RR, Cenci MS, Soares CJ, Pereira T . Can Silanization Increase the Retention of Glass-fiber posts? A Systematic Review and Meta-analysis of In Vitro Studies. Operative Dentistry. 2015; 40(5): 1-15.
- 19.- Narene AVK, Shankar P, Indira R. Effect of Surface Treatments on Push-out Strength of Three Glass Fiber Posts: An *in vitro* Study . Indian Journal of Multidisciplinary Dentistry. 2011; 1 (5): 255-59.
- 20.- Kadam A, Pujar1 M, Patil Ch. Evaluation of push-out bond strength of two fiber-reinforced composite posts systems using two luting cements in vitro. Journal of Conservative Dentistry. 2013; 16 (5): 444-48.
21. Kogan E, Ziman G. Estudio comparativo de la adaptación de tres sistemas prefabricados de postes endodónticos a la preparación del conducto. ADM. 2004: LXI (3):102-8.
- 22.- Das AK et al. Comparative Evaluation of Push Out Bond Strength of a Fiber Post System using Four Different Resin Cements: An In-Vitro Study. JIOH. 2015; 7(1):62-7.

- 23- Mannocci F, Bhuvu B, Stern S. Restoring teeth following root canal re-treatment. *Endodontic topic*. 2008;19(1): 125- 52.
- 24- Meyenberg K. The ideal restoration of endodontically treated teeth- structural and esthetic considerations: a review of the literature and clinical guidelines for the restorative clinician. *Eur J Esthet Dent*. 2013; 8(2): 238-68.
- 25.- Malferrari S, Monaco C, Scotti R. Clinical evaluation of teeth restored with quartz fiber-reinforced epoxy resin posts. *Int J Prosthodont*. 2003; 16:39-44.
- 26.- Bonfante E et al. SEM observation of the bond integrity of fiber-reinforced composite posts cemented into root canals. *Dental materials*. 2008; 24:483-491.
- 27- Albashaireh et al. Effects of endodontic post surface treatment, dentin conditioning, and artificial aging on the retention of glass fiber-reinforced composite resin posts. *J Prosthet Dent*. 2010; 103(1):31-9.
- 28.- Mukund Ch, Meena A, Chitre V. Surface Conditioning Treatments for Improving Adhesion of Fiber Posts. *JORF*. 2012;2(1):37-41.
- 29.-Lozano Ch, Gutiérrez D. Análisis descriptivo al Microscopio Electrónico de barrido de la interfaz adhesiva de postes de fibra de vidrio, cementados con un cemento autoadhesivo. *Rev Biomater*. 2015;2(1):13-32.
- 30.-Bouillaguet S et al. Microtensile bond strength between adhesive cements and root canal dentin. *Dent Mater*. 2003; 19(3):199-205.
- 31.- Rodig T, Nusime A, Konietschke F, Attin T. Effects of different luting agents on bond strengths of fiber reinforced composite posts to root canal dentin. *J Adhes Dent*. 2010;12:197-205.

- 32.- Marthinbo et al. Comparison of Different Dentin Pretreatment Protocols on the Bond Strength of Glass Fiber Post Using Self-etching Adhesive. *J Endod.* 2015; 41:83–7.
- 33.- Asundi A, Kishen A. Advanced digital fotoelastic investigations on the tooth bond interface. *J Biomed Opt.* 2001; 6(2):224-30.
- 34.- Fonkinga WA, Kreulen CM, Vallitu PK, CVreugers NH. A structures analysis of in vitro failure loads and failure modes of fiber, metal and ceramic post and core system. *Int J Prosthodont.* 2004; 20(1): 224-30.
- 35.- Dietschi D, Duc O, Krejci I, Sadan A. Biomechanical considerations for the restoration of endodontically treated teeth: A systematic review of the literature. *Quintessence Int.* 2007; 38(9): 733-43.
- 36.- Jantarac J, Palamara JE, Lindner C, Messer HH. Time dependent properties of human root dentin. *Dental materials.* 2002; 18(6): 486-93.
- 37.-Grigorato D, Knowles J, Ng Y, Gulavibala K. Effect of exposing dentine to sodium hipoclorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *Int Endod J.* 2001; 34(2): 113-19.
- 38.-Shwartz R, Robbins J. Colocación de postes y restauración de dientes endodonciados: revisión de la bilbiografía. *Endodoncia.* 2004;22(3):183:204.
- 39.- Kishen A. Mechanismsand risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. *Endodontic topic.*2006;13(1): 57-83.

- 40.-Bader M, Rojas G, Soto P. Análisis comparativo del grado de resistencia adhesiva obtenida en distintas zonas de la dentina radicular con diferentes tipos de cementos de Resina Compuesta. *Revista dental de Chile*. 2013; 104(1):3-9.
- 41.-Schwartz RS. Adhesive dentistry and endodontics. Bonding in the root canal system the promise and the problems: a review. *Journal of Endodontics*. 2006; 32(12):1125-34.
- 42.- Aasen SM et al. History of dentinal bonding. *Esthetic Dent Update*; 1990; 1: 43-6.
- 43.- Ricaldi C, Rengifo C, Ricaldi J. Resistance to the traction of glass fiber post cemented with adhesive and self-curing resin. *Kiru*. 2013; 10(1):35-41.
- 44.- Vidal J, Bello M, Beltrán C, Sepúlveda C. In vitro study of push-out resistance of glass-fiber posts cemented with four luting agents. *Avances en Estomatología*. 2010; 26(5):255-62.
- 45.- Borba M, Greca FS, Mazoneto B. Lutting protocol effects the bond strength of glass fiber post. *Dental Materials*. 2014; 30(1): 79-82.
- 46.- Rodig T, Nusime A, Konietschke F, Attin T. Effects of different luting agents on bond strengths of fiber reinforced composite posts to root canal dentin. *J Adhes Dentin*. 2010; 12:197:205.
- 47.-Scotti R, Ferrari M. Pernos de fibra bases teóricas y aplicaciones técnicas. 10th ed. Milano: Masson S.A; España 2002.
- 48.- Mazzitelli C. Surface roughness analysis of fiber post conditioning processes. *J Dent Res*. 2008; 87(2): 186-90.

- 49.- Kukiattrakoon B, Thammasitboon K. Optimal acidulated phosphate fluoride gel etching time for surface treatment of feldspathic porcelain: on shear bond strength to resin composite. *Eur J Dent.* 2012;6:63-69.
- 50.- Kukiattrakoon B, Thammasitboon K. The effect of different etching times of acidulated phosphate fluoride gel on the shear bond strength of high-leucite ceramics bonded to composite resin *J Prosthet Dent.* 2007;98:17-23.
- 51.-Menezes et al. Fiber posts etching with hydrogen peroxide: Effects of concentration and application time. *JOE.* 2011;37(3): 398-402.
- 52.-Aslantas E et al. Effect of EDTA, Sodium Hypochlorite, and Chlorhexidine Gluconate with or without Surface Modifiers on Dentin Microhardness *J Endod.*2014;40:876-79.
- 53.-Marthinbo et al. Comparison of Different Dentin Pretreatment Protocols on the Bond Strength of Glass Fiber Post Using Self-etching Adhesive. *J Endod.* 2015; 41:83–7.
- 54.-Del Carpio A et al. Biofilm Dissolution and Cleaning Ability of Different Irrigant Solutions on Intraorally Infected Dentin. *J Endod.* 2011;37:1134–38.
55. Tay FR, Loushine RJ, Lambrechts P, Weller RN, Pashley DH. Geometric factors affecting dentin bonding in root canals: a theoretical modeling approach. *J Endod.* 2005 Aug;31(8):584-9.
- 56 Leme AA, Pinho AL, de Goncalves L, Correr-Sobrinho L, & Sinhoreti MA. Effects of silane application on luting fiber posts using self-adhesive resin cement *Journal of Adhesive Dentistry.* 2013; 15(3) 269-74.

- 57 Hoon Pyun J, Bong Shin T, Hee Lee J, Min Ahn K, Hyung Kim T, Suk Cha H. Effects of hydrogen peroxide pretreatment and heat activation of silane on the shear bond strength of fiber reinforced composite posts to resin cement. *J Adv Prosthodont.* 2016; 8: 94-100.
- 58 Rodig T, Nusime AK, Konietschke F, & Attin T. Effects of different luting agents on bond strengths of fiber-reinforced composite posts to root canal dentin *Journal of Adhesive Dentistry.* 2010;12(3): 197-205.
- 59 Amr E, Elsaka Sh. Effect of surface treatment on the flexural properties and adhesion of glass fiber reinforced composite post to self-adhesive luting agent and radicular dentin. *Odontology.* 2016; 104: 60-7.
- 60 Tezvergil A, Lassila LV, Yli-Urpo A, Vallittu PK. Repair bond strength of restorative resin composite applied to fiber-reinforced composite substrate. *Acta Odontol Scand.* 2004; 62: 51-60.
- 61 Aksornmuang J, Foxton RM, Nakajima M, & Tagami J. Microtensile bond strength of a dual-cure resin core material to glass and quartz fibre posts *Journal of Dentistry.* 2004; 32(6):443-50.
- 62.- Bitter K, Noetzel J, Neumann K, & Kielbassa AM. Effect of silanization on bond strengths of fiber posts to various resin cements *Quintessence International.* 2007; 38(2): 121-28.
- 63.- Soares CJ, Santana FR, Pereira JC, Araujo TS, & Menezes MS. Influence of airborne-particle abrasion on mechanical properties and bond strength of carbon/epoxy and glass/bis-GMA fiber-reinforced resin posts *Journal of Prosthetic Dentistry.* 2008; 99(6): 444-54.

- 64.- Saker M, El-Kholany N, El- Wassefi N. Effect of Different Surface Treatments on Push-out Bond Strength of Glass Fiber Posts to Resin Composite Core Material. J Dent App. 2015; 2(6): 246-50.
- 65.- Kim H, Cha H. Effect of silane on bonding of fiber post to resin cement. Dental Mater. 2012; 28, supplement1: e9.
- 66.- Yenisey M, Kulunk S. Effects of chemical surface treatments of quartz and glass fiber posts on the retention of a composite resin. J Prosthet Dent. 2008; 99: 38-45.
- 67.- Hoon Pyun, J, Bong Shin T, Min Ahn K, Kim Hyung T. Effect of hydrogen peroxide pretreatment and heat activation of silane on the shear bond strength of fiber- reinforced composite posts to resin cement. J Adv Prosthodont 2016; 8: 94-100.
- 69.- Khoroushi M, Mazaheri H, Tarighi P, navid P. Effect of antioxidants on push-out bond strength of hydrogen peroxide treated glass fiber posts bonded with two types of resin cement. Restor Dent Endod. 2014; 39:303-9.
- 70.- Sumitha M, Kothandaraman R, Sekar M. Evaluation of post-surface conditioning to improve interfacial adhesion in post-core restorations. J Conserv Dent. 2011; 14: 28-31.
- 71.- Kukiattrakoon B, Thammasitboon K. Optimal acidulated phosphate fluoride gel etching time for surface treatment of feldspathic porcelain: on shear bond strength to resin composite. Eur J Dent. 2012; 6(1):63-9.
- 72.- Choque Escalante L. Evaluación *in vitro* de la resistencia de unión de un adhesivo universal aplicado en diferentes protocolos de adhesión entre cerámica feldespática y una resina compuesta. [Tesis maestría]. Lima: Escuela de Postgrado Facultad de Estomatología Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2016.

- 73.- Mariano Mundin F. Estudio longitudinal de la influencia de la acción de las soluciones fluoradas sobre la alteración del color y rugosidad de la superficie de las resinas compuestas odontológicas. [Tesis doctoral]. Sao Paulo: Facultad de odontología Universidad de Sao paulo; 2011.
- 74.- Borges J. Evaluación de la influencia del envejecimiento artificial acelerado y almacenamiento en fluor fosfato acidulado al 1.23%. la rugosidad superficial y la alteración de color de cerámicas odontológicas de ultra-baja fusión para titanio comercialmente puro.[Tesis maestría]. Sao Paulo: Facultad de odontología Universidad de Sao paulo; 2007.
- 75.- Firoozmand L, Máximo M Ação do fluor fosfato acidulado 1.23% sobre a resina composta: microdureza. Cienc Odontol Bras. 2006; 9 (4): 27-34.
- 76.- Papagiannoulis L, Tzoutzas J, Eliades G. Effect of topical fluoride agents on the morphologic characteristics and composition of resin composite restorative materials. J Prosthet Dent. 1997; 77 (4): 405-13.
- 77.- Kula K, Nelson S, Thompson V. In vitro effect of APF gel on three composite resins. J Dent Res. 1983; 62 (7): 846-9.
- 78.- Yaffe A, Zalkind M. The effect of topical application of fluoride on composite resin restorations. J Prosthet Dent. 1981; 45 (1): 59-62.
- 79.- Yap AUJ, Mok, BYY. Effects of professionally applied topical fluorides on surface hardness of composite-based restoratives. Oper Dent. 2002; 27 (6): 576-81.
- 80.- Gomes GM, Gomes OM, Reis A, Gomes JC, Loguercio AD, Calixto AL. Regional bond strengths to root canal dentin offiber posts luted with three cementation systems. Braz Dent J. 2011;22:460-67.

- 81.- Calixto LR, Bandéca MC, Clavijo V, Andrade MF, Vaz LG, Campos EA. Effect of resin cement system and root region on the push-out bond strength of a translucent fiber post. *Oper Dent.* 2012;37:80-86
- 82.- Baldea B, Furtos G, Antal M, Nagy K, Popescu DLN. Push-out bond strength and SEM analysis of two self-adhesive resin cements: An in vitro study. *J Dental Sci.* 2013;8:296-305.
- 83.- Vildósola P et al. Comparación de la fuerza adhesiva de 2 sistemas de cementos de resina en diferentes regiones radiculares en la cementación de postes de fibra. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral.* 2015; 8(1): 38-44.
- 84.- Boing T, Gomes G, Gomes J, Reis A, Gomes O. Is the bonding of self adhesive cement sensitive to root region and curing mode?. *J Appl Oral Sci.* 2017; 25(1): 2-9.
- 85.- Bitter K, Paris S, Pfuertner C, Neumann K, & Kielbassa AM. Morphological and bond strength evaluation of different resin cements to root dentin *European Journal of Oral Science.* 2009; 117(3) 326-333.
- 86.- Leme A, Couthino M, Insaurralde AF, Scaffa PMC, Da Silva LM. The influence of time and cement type on push out bond strength of fiber posts to root dentin. *Operative Dentistry.* 2011, 36(6): 643-48.
- 87.- 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; 20:963-71.
- 88.- Gerth HU, Dammaschke T, Zuchner H, Schafer E. Chemical analysis and bonding reaction of RelyX Unicem and Bifix composites - a comparative study. *Dent Mater.* 2006; 22:934-941.

- 89.- Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Vulicevic ZR, Ferrari M. Self-adhesive resin cements: a literature review. *J Adhes Dent.* 2008;10:251-58.
- 90.- Faria e Silva AL, Casselli DS, Ambrosano GM, Martins LR. Effect of the adhesive application mode and fiber post translucency on the push-out bond strength to dentin. *J Endod.* 2007;33:1078-81.
- 91.- Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and compo-site resin cores: Microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dent Mater.* 2005; 21:437-4.
- 92.- Hellen - Cot R, Ross G, Tarcisio E, Correr M, Fernandes L, Castiglia C. Influence of the resin cement thickness on the push out bond strength of glass fiber posts. *Braz Dent J.* 2016; 27(5): 592-98.
- 93.- Goncalvez A, martins V, Oliveira A, Poskus L, Moreira E, Antunes J. Can cement film thickness influence bond strength and fracture resistance of fiber reinforced composite posts?. *Clin Oral Invest.* 2016; 20: 849-55.
- 94.- Perez BE, Barbosa SH, Melo RM, et al. Does the thickness of the resin cement affect the bond strength of a fiber post to the root dentin? *Int J Prosthodont.* 2006; 19:606-9.
- 95.- D'Arcangelo C, Cinelli M, De Angelis F, D'Amario M. The effect of resin cement film thickness on the pullout strength of a fiber-reinforced post system. *J Prosthet Dent.* 2007; 98:193-98.
- 96.- Coniglio I, Magni E, Cantoro A, Goracci C, Ferrari M. Push-out bond strength of circular and oval-shaped fiber posts. *Clin Oral Investig.* 2011; 15:667-72.

- 97.- Mjor IA, Nordahl I. The density and branching of dentinal tubules in human teeth. Arch Oral Biol. 1996; 41:401-12.
- 98.- Kurtz JS, Perdigão J, Geraldeli S, Hodges JS, Bowles WR. Bondstrengths of tooth-colored posts, effect of sealer, dentin adhesive, and root region. Am J Dent. 2003;16:31-6.
- 99.- Scotti N, Forniglia A, Bergantin E, Paolino DS, Pasqualini D, Berutti E. Fibre post adaptation and bond strength in oval canals. Int Endod J. 2014; 47:366-72.
- 100.- Salas MM, Bocangel JS, Henn S, Pereira-Cenci T, Cenci MS, Piva E, et al. Can viscosity of acid etchant influence the adhesion of fibre posts to root canal dentine. Int Endod J. 2011;44:1034-40.
- 101.- Ferrari M, Vichi A, Grandini S. Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: an SEM investigation. Dent Mater. 2001; 17:422-429.
- 102.- El-Askary FS, Van Noort R. Effect of air-drying pressure and distance on microtensile bond strength of a self-etching adhesive. J Adhes Dent. 2011; 13:147-53.
- 103.- Dos Santos Alves Morgan LF, Peixoto RT, de Castro Albuquerque R, Santos Corrêa MF, de Abreu Poletto LT, Pinotti MB. Light transmission through a translucent fiber post. J Endod. 2008; 34:299-302.
- 104.- Boff LL, Grossi ML, Prates LH, Burnett LH Jr, Shinkai RS. Effect of the activation mode of post adhesive cementation on push-out bond strength to root canal dentin. Quintessence Int. 2007; 38(5):387-94.

105.- Liu C, Liu H, Qian YT, Zhu S, & Zhao SQ. The influence of four dual-cure resin cements and surface treatment selection to bond strength of fiber post. *International Journal of Oral Science*. 2014; 6(1) 56-60.

ANEXOS

Anexo 1

CÁLCULO DE MUESTRA

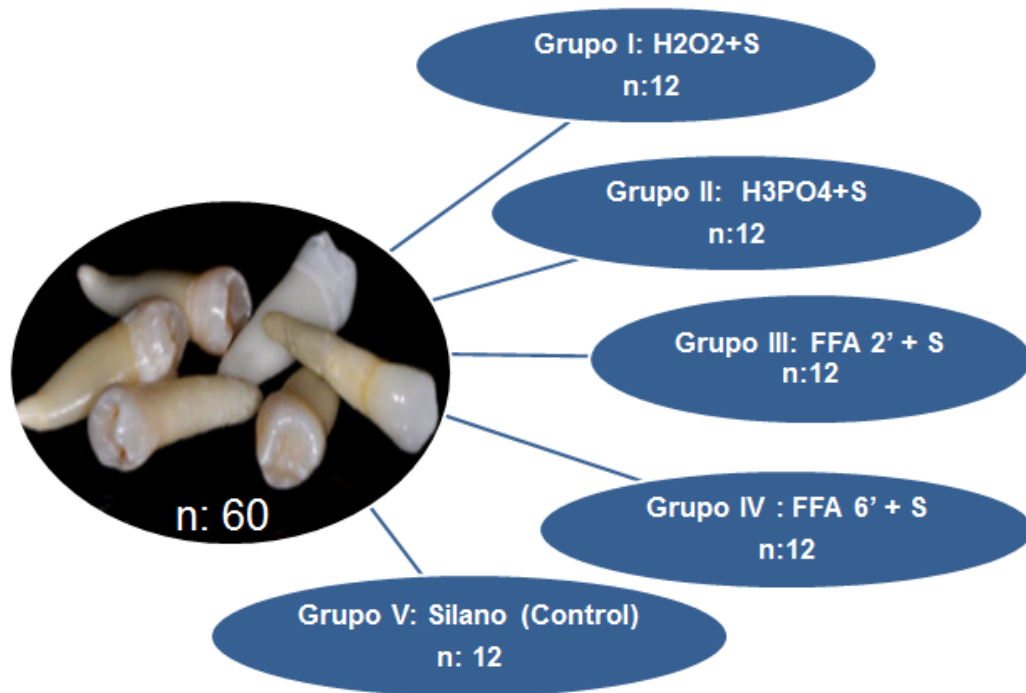
Tamaño de la población: 99.999.999.999
Desviación est. esperada: 3,400
Nivel de confianza: 95,0%
Efecto de diseño: 1,0

Resultados:

Precisión	Tamaño de la muestra
1,000	45
3,000	5

Anexo 4

DISTRIBUCIÓN DE LOS GRUPOS EXPERIMENTALES



PUSH OUT n= 10 dientes / grupo

MEB n= 2 dientes / grupo

Anexo 5

OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores y Categorías
RESISTENCIA ADHESIVA Variable Dependiente	Capacidad de dos superficies que ante fuerzas producidas se mantienen unidas de forma permanente.	Fuerza aplicada sobre el poste para evaluar su unión a la dentina radicular.	Test de Push Out	Cuantitativo	Razón	Megapascales (MPa)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores y categorías
TRATAMIENTO DE SUPERFICIE DEL POSTE Variable Independiente	Modificación de la superficie de un objeto para conseguir determinadas características.	Sustancias que se aplican al poste para modificar su superficie.	Grupos experimentales	Cualitativo	Nominal Politémico	<ul style="list-style-type: none"> -Grupo 1: Peróxido de hidrógeno al 24% -silano -Grupo 2: Ácido fosfórico al 37%-silano -Grupo 3: Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 2 min-silano. - Grupo 4: Fluoruro fosfato acidulado 1.23% a los 6 min-silano -Grupo 5: Silano (control)

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores y categorías
REGIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR Covariable	Porción radicular identificada de acuerdo al espacio ocupado por el poste.	Se obtiene en base a la longitud total radicular ocupada por el poste dividido en tres partes iguales.	Fuerza de compresión ejercida en el poste en los cortes cervical, medio y apical de la dentina radicular.	Cualitativo	Nominal Politómico	-Cervical -Medio -Apical
TIPO DE FALLA Covariable	Diversas situaciones recurrentes que ocurren en base a defectos de un material.	Superficie a consecuencia de la fractura de un cuerpo o en la interfase de dos cuerpos de prueba tras la ejecución de la técnica de push out.	Adhesiva: Desalojo completo del poste Mixta: Desalojo del poste pero se observa cemento en dentina Cohesiva: Daño o fractura en poste, cemento o dentina.	Cualitativo	Nominal Politómico	-Adhesiva -Mixta -Cohesiva <ul style="list-style-type: none"> • Dentina • Cemento • Poste • Dentina y cemento • Cemento y poste • Dentina y poste • Cemento, dentina y poste

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores y categorías
NANOFILTRACIÓN Covariable	Proceso que ocurre entre la capa híbrida y la dentina intacta, creando pequeños vacíos de orden nanométrico por donde penetran pequeñas moléculas.	Filtración de nitrato de plata en interfase cemento/dentina	Cantidad de nitrato de plata filtrado en la interfase cemento dentina	Cuantitativo	Razón	Porcentaje (%) de nitrato de plata con filtración.
TOPOGRAFÍA DE LA SUPERFICIE DEL POSTE	Proceso mediante el cual es representada gráficamente parte de la superficie plana del poste.	Se obtiene previo metalizado de la superficie del poste.	Cuando las fibras y/o matriz del poste sufren daños o fractura.	Cualitativa	Nominal	-Sí (fibras y/o matriz dañadas o con fractura) -No (superficie intacta)

Anexo 6

**FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA RESISTENCIA
ADHESIVA Y TIPO DE FALLA POR CADA GRUPO**

Grupo 1	N° disco	Tipo de falla	Altura (h)	Fuerza (N)	Megapascal (Mpa)
G1: 1	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
G1: 2	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
G1: 3	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
G1: 4	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
G1: 5	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
G1: 6	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				

G1: 7	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
G1: 8	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
G1: 9	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
G1: 10	1				
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA NANOFILTRACIÓN

POR CADA GRUPO

Grupo	N° disco	Nanofiltración
G1: 1	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
G1: 2	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
G2: 1	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
G2: 2	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
G3: 1	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
G3: 2	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	

G4: 1	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
G4: 2	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
G5: 1	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
G5:2	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS PARA ANÁLISIS

TOPOGRÁFICO SUPERFICIE DEL POSTE

	IMAGEN	IMAGEN	IMAGEN	IMAGEN	IMAGEN	IMAGEN
	1	2	3	4	5	6
H₂O₂-SILANO						
H₃PO₄-SILANO						
FFA(2MIN)- SILANO						
FFA (6 MIN)- SILANO						
SILANO						
SIN TRATAMIENTO						

Anexo 7

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN



Figura 1. Máquina de ensayo universal digital.



Figura 2. Microscopio óptico

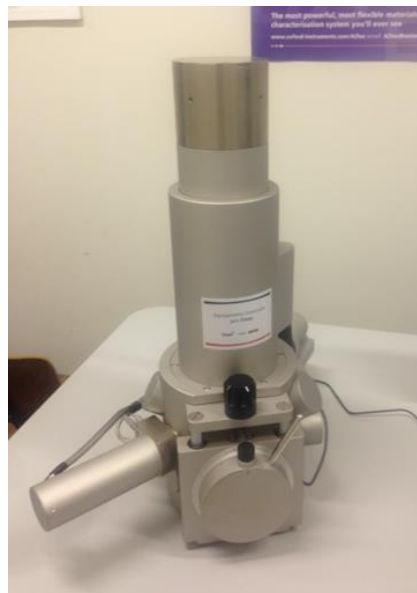


Figura 3. Microscopio electrónico de barrido, análisis de nanofiltración



Figura 4. Microscopio electrónico de barrido, análisis topográfico superficie del poste.

Anexo 8

SELECCIÓN Y PREPARACIÓN DE LOS DIENTES



Figura 5. Premolares Inferiores



Figura 6. Longitud de pieza dentaria 22mm

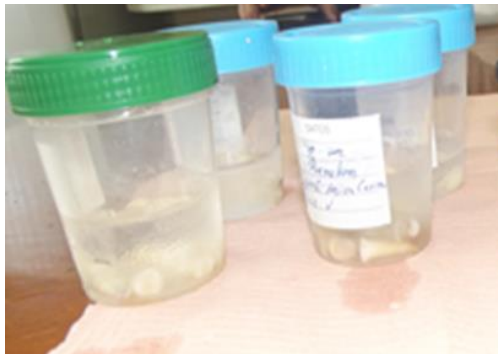


Figura 7. Almacenamiento de dientes



Figura 8. Corte de dientes a nivel de UCA



Figura 9. Longitud radicular no mayor a 14mm

Anexo 9

PREPARACIÓN ENDODÓNTICA



Figura 10. Permeabilización y exéresis pulpar



Figura 11. Conductometría

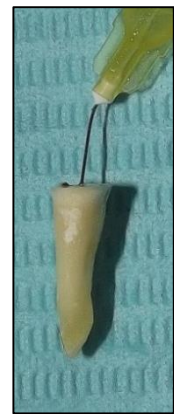


Figura 12. Irrigación con NaOCL

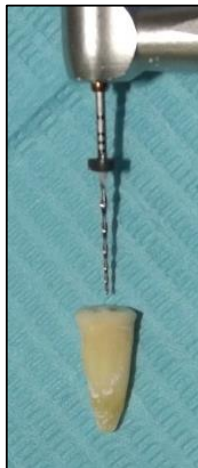


Figura 13. Instrumentación con sistema rotatorio



Figura 14. Uso de ultrasonido y EDTA



Figura 15. Secado con cono de papel



Figura 16. Obturación con cono único y cemento de resina

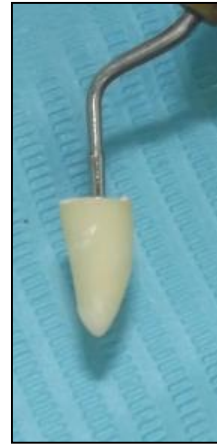


Figura 17. Compactación vertical



Figura 18. Evaluación radiográfica



Figura 19. Almacenamiento especímenes por 7 días a 37°C

Anexo 10

TRATAMIENTO DE SUPERFICIE DEL POSTE

	1	2	3	4	5
1er Grupo: Peróxido de Hidrógeno H₂O₂	 Alcohol	 H ₂ O ₂	 Lavado	 Secado	 Silano
 	60s	60s	15s	10s	60s

Figura 20. Grupo 1: Peróxido de Hidrógeno al 24%-silano





	1	2	3	4	5
<p>2do Grupo:</p> <p>Ácido Fosfórico</p> <p>H₃PO₄</p>	 <p>Alcohol</p>	 <p>H₃PO₄</p>	 <p>Lavado</p>	 <p>Secado</p>	 <p>Silano</p>
	60s	15s	15s	10s	60s

Figura 21.Grupo 2: Ácido Fosfórico al 37%-silano







	1	2	3	4	5
3er Grupo: Fluoruro fosfato acidulado FFA					
	Alcohol	FFA	Lavado	Secado	Silano
	60s	2min	15s	10s	60s

Figura 22. Grupo 3: Fluoruro fosfato acidulado 1 1.23% a los 2 min-silano

	1	2	3	4	5
<p>4to Grupo: Fluoruro fosfato acidulado FFA</p>					
	Alcohol	FFA	Lavado	Secado	Silano
	60s	6min	15s	10s	30s

Figura 23. Grupo 4: Fluoruro fosfato acidulado al 1.23% a los 6 min- silano



	1	2	3	4
5to Grupo: Silano (Control)				
	Alcohol	Lavado	Secado	Silano
	60s	15s	10s	60s

Figura 24. Grupo 5: Silano (control)

Anexo 11

PREPARACIÓN DEL ESPACIO PARA EL POSTE Y CEMENTACIÓN



Figura 25. Desobturación con fresa Gates #3



Figura 26. Broca conformadora #1

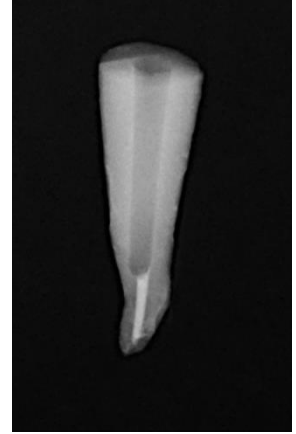


Figura 27. Evaluación radiográfica del espacio para el poste

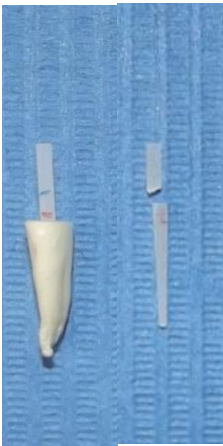


Figura 28. Adaptación y corte del poste



Figura 29. Limpieza con NaOCl y agua destilada



Figura 30. Secado con cono de papel



Figura 31. Inserción del cemento de resina al conducto



Figura 32. Cementación de poste de fibra de vidrio



Figura 33. Fotopolimerización del poste



Figura 34. Evaluación radiográfica post cementación



Figura 35. Almacenamiento de especímenes cementados por 24 h a 37°C

Anexo 12

**COMPOSICIÓN DE MATERIALES TRATAMIENTO DE SUPERFICIE
DE POSTE Y CEMENTACIÓN**

Material	Composición	Número de lote
White Post DC FGM, Joinville, Brazil	Fibra de vidrio 60% , Resina epóxica 40% , carga inorgánica.	0811116
Peróxido de Hidrógeno 24%	Peróxido de hidrógeno diluido a to24%	724569
Ácido fosfórico 37% FGM, Condac	Ácido fosfórico a 37%	221116
Fluoruro Fosfato Acidulado 1.23%	Fluoruro de sodio, ácido fosfórico y ácido fluorhídrico	1101214
Bis Silano		1600007290
BISCO Inc, Schaumburg, IL, EUA	3-methacryloxypropyltrimethoxysilane (MPS), etanol, agua	1600007289
Rely X U200	Paste Base: Monómeros de metacrilato conteniendo grupos de ácido fosfórico, monómeros de metacrilato, iniciadores, estabilizadores, aditivos reológicos.	614925
3M ESPE, St. Paul, Mn, EUA	Catalizador: Monómeros de metacrilato con carga alcalina, carga silanadas, iniciadores, estabilizadores, pigmentos, aditivos reológicos.	616802

Anexo 13

PREPARACIÓN DE LOS ESPECÍMENES PARA LOS TESTS

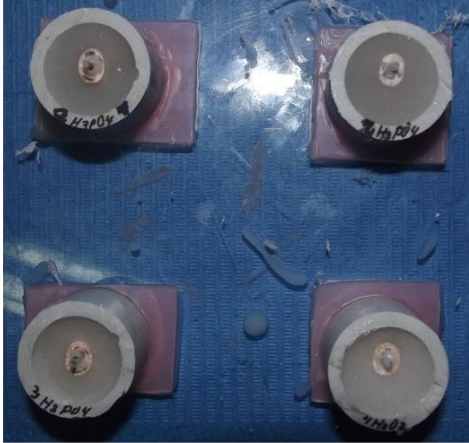


Figura 36. Inclusión de raíces en moldes de PVC y vaceado conacrílico

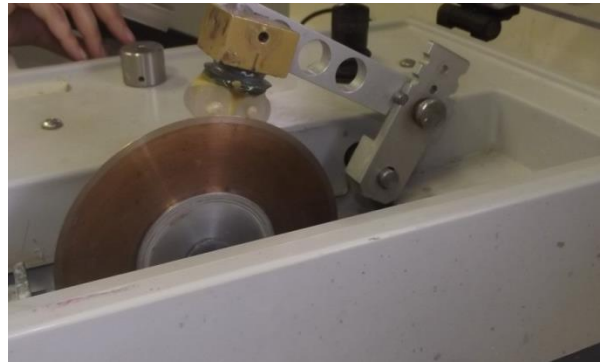


Figura 37. Corte de especímenes con la máquina de corte



Figura 38. Uso de calibrador digital para evaluación del grosor de cada disco radicular



Figura 39. Obtención de discos radiculares (cervical, medio, apical).

Anexo 14

ANÁLISIS DE LA RESISTENCIA ADHESIVA POR TEST DE PUSH-OUT

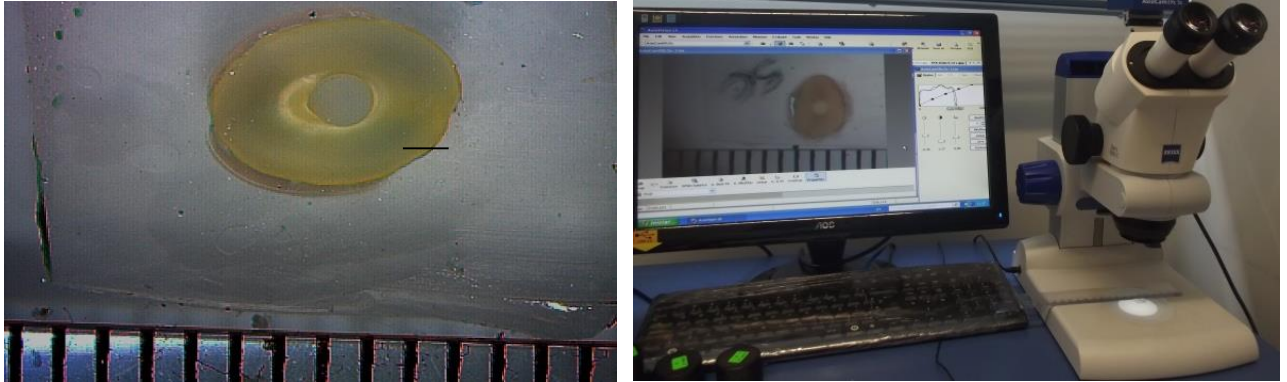


Figura 40. Microfotografías del diámetro cervical y apical del poste

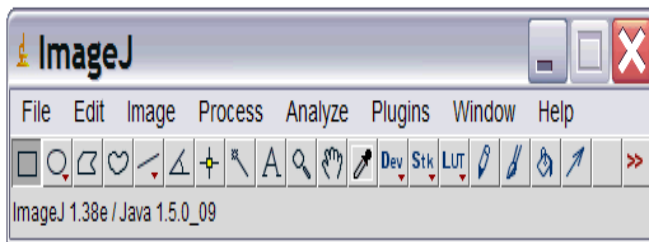


Figura 41. Uso del programa Image J para obtención del diámetros cervical y apical de los postes

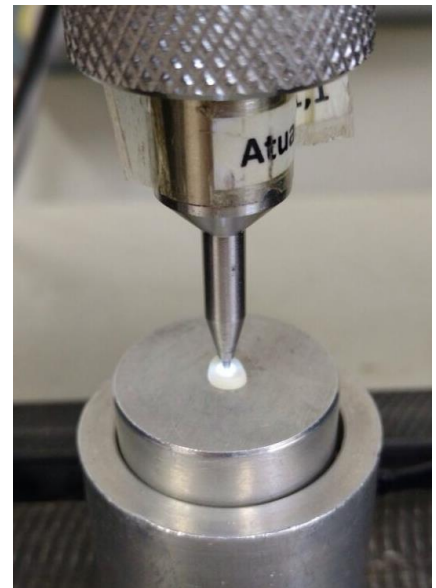


Figura 42. Test de push out con máquina de ensayo universal

Anexo 15

ANÁLISIS TIPO DE FALLA

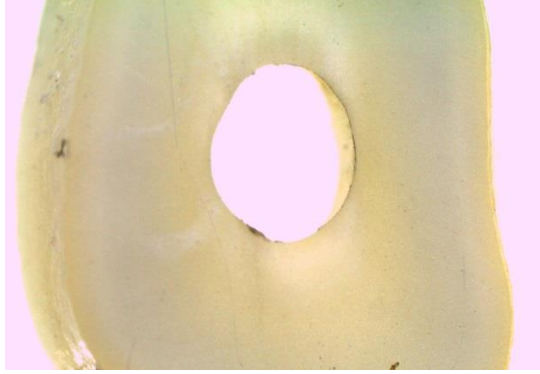


Figura 43. Falla Adhesiva

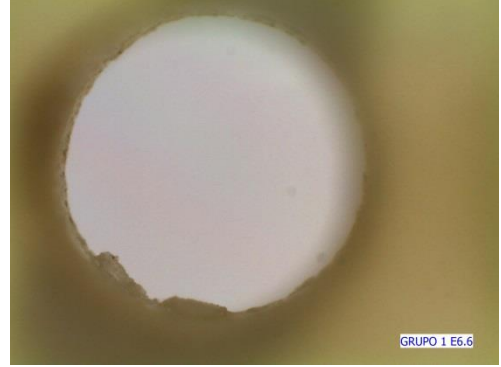


Figura 44. Falla Mixta



Figura 45. Falla Cohesiva

Anexo 16

ANÁLISIS DE NANFILTRACIÓN

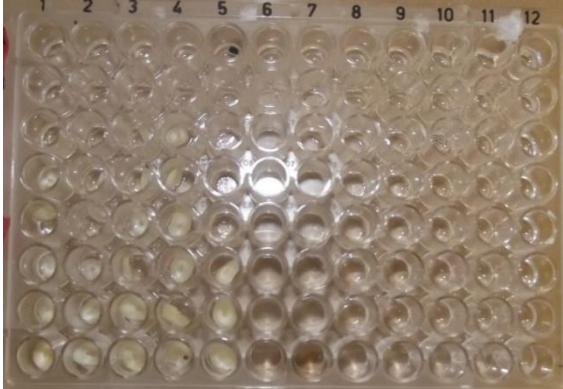


Figura 46. Especímenes sumergidos en nitrato de plata por 24 h.

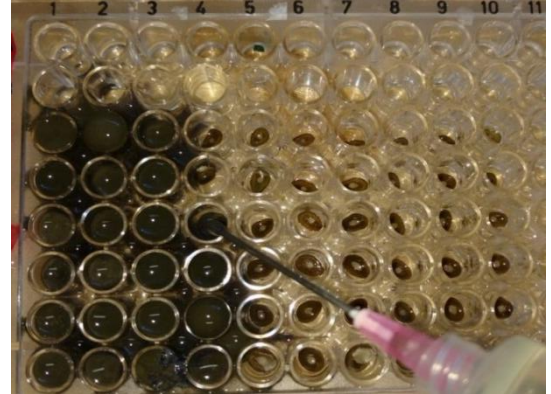


Figura 47. Especímenes en sustancia reveladora por 8 h.



Figura 48. Colocación de especímenes en base metálica



Figura 49. Pulido con lija, pasta y disco de filtro

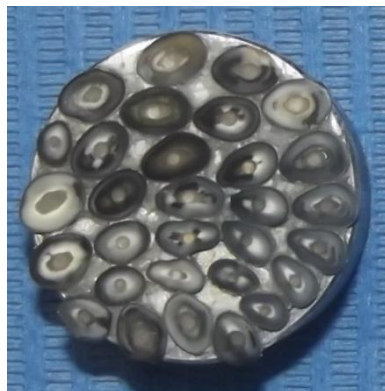


Figura 50. Especímenes pulidos

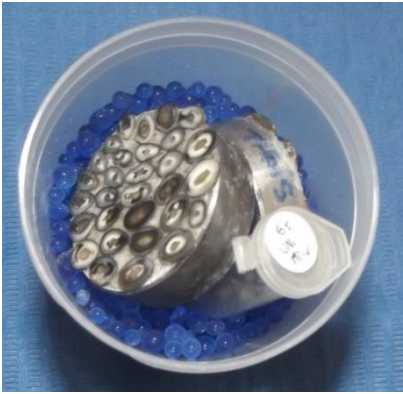


Figura 51. Especímenes en sílica coloidal para su deshidratación por 24 h.



Figura 52. Metalizado en oro



Figura 53. Obtención de imágenes con el microscopio electrónico

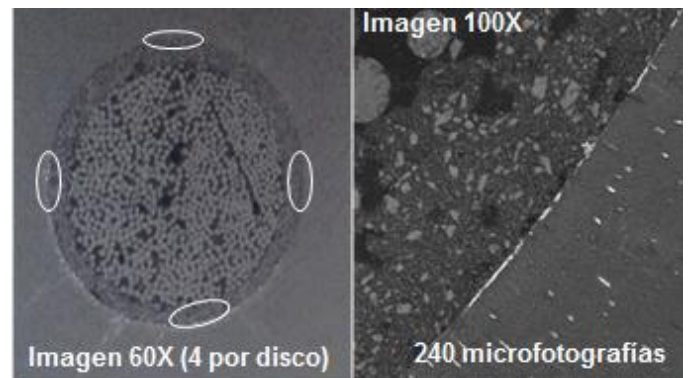


Figura 54. Imágenes de 60 X y 100 X de aumento

Anexo 17

ANÁLISIS TOPOGRÁFICO DE LA SUPERFICIE DEL POSTE

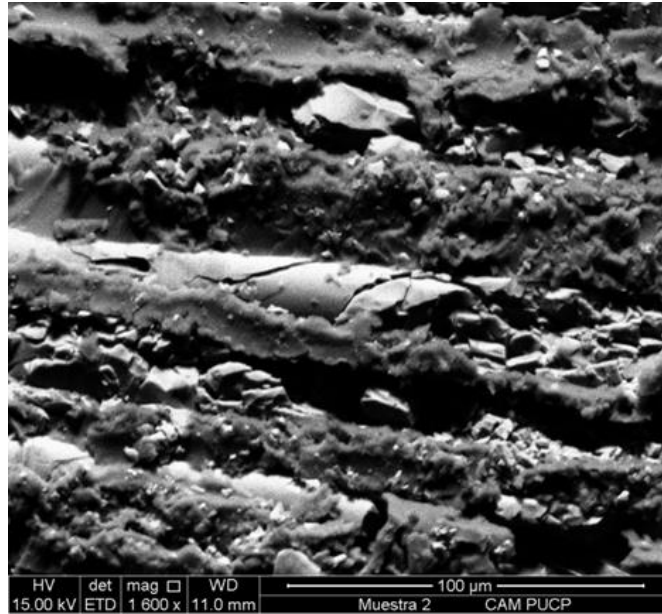


Figura 55. Tratamiento con peróxido de hidrógeno y silano. Se muestran cambios como grietas y fracturas de fibras.

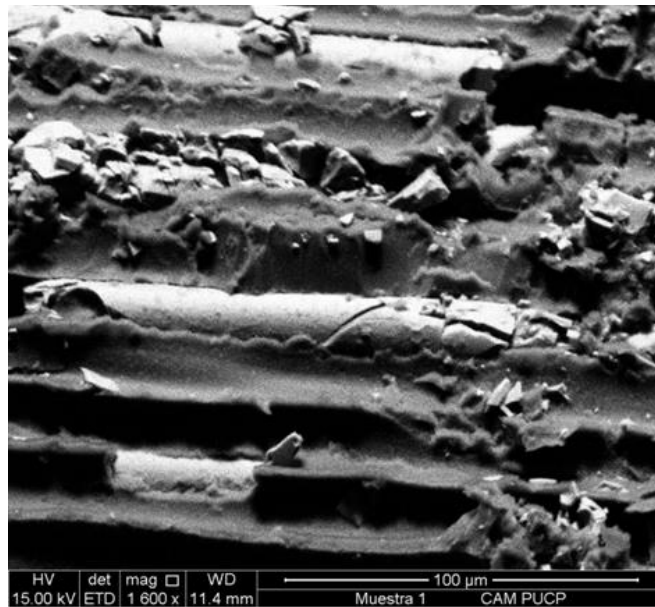


Figura 56. Tratamiento con ácido fosfórico y silano. Se muestran cambios como grietas y fracturas de fibras.

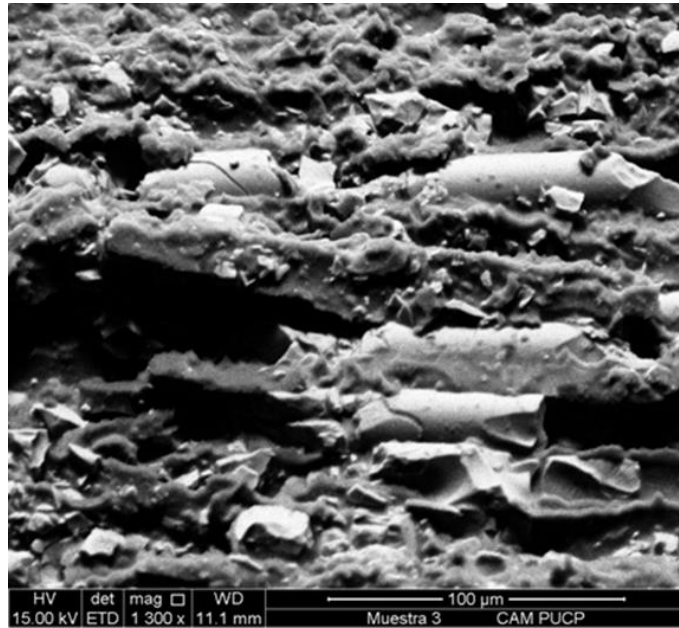


Figura 57. Tratamiento con fluoruro fosfato acidulado durante 2min y silano. Se muestran cambios como grietas y fracturas de fibras

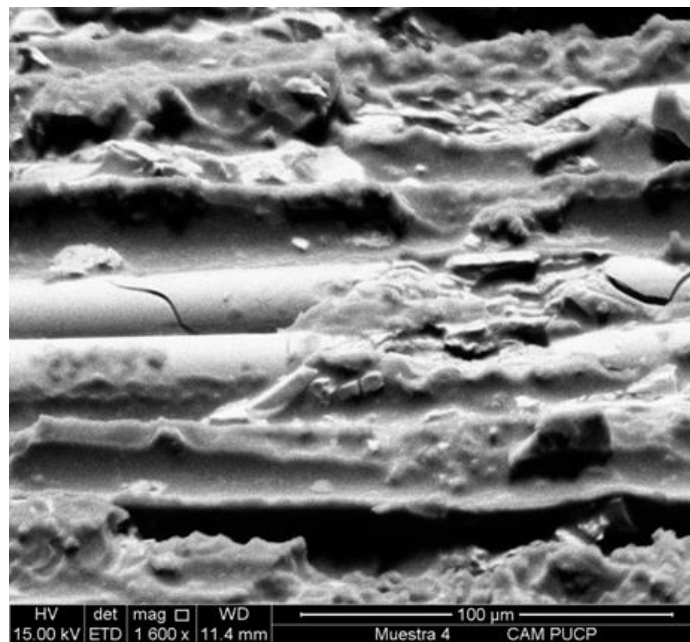


Figura 58. Tratamiento con fluoruro fosfato acidulado durante 6min y silano. Se muestran cambios como grietas y fracturas de fibras

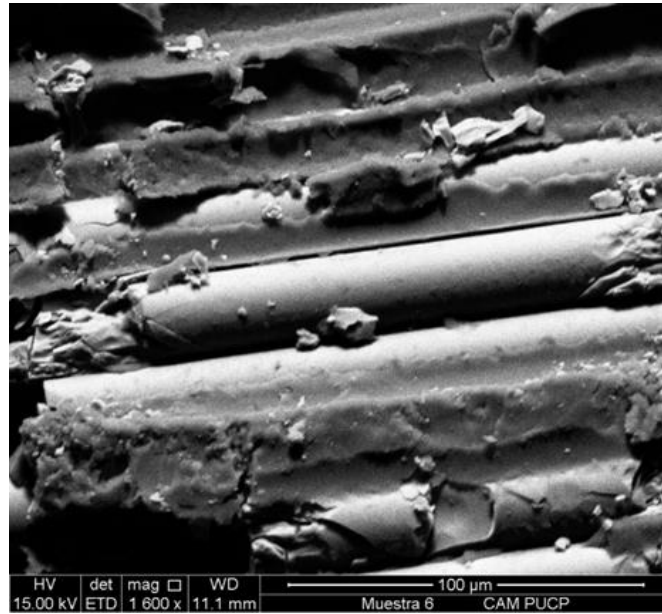


Figura 59. Tratamiento con silano. No se muestran cambios de las fibras.

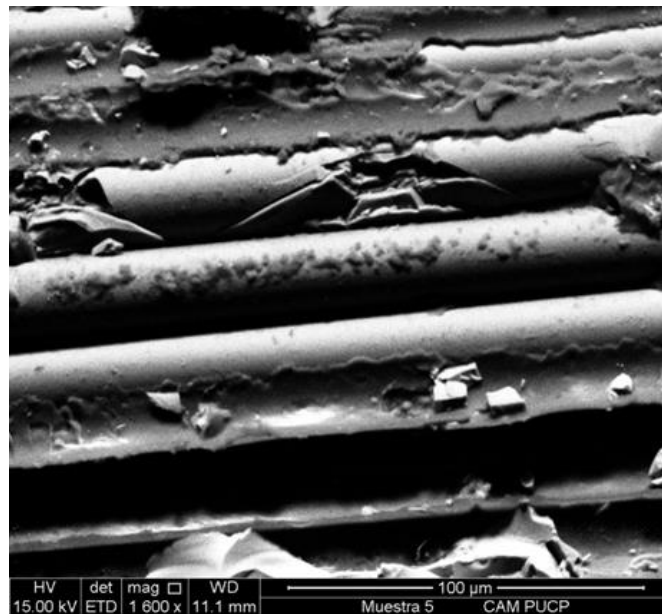


Figura 60. Superficie de poste sin tratamiento. No se muestran cambios de las fibras.

Anexo 18

CARTA DE APROBACIÓN DIRECCIÓN UNIVERSITARIA DE INVESTIGACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA (DUIC-TE) - UPCH

Normas y Procedimientos para la elaboración de Trabajo de Investigación y la obtención del grado EPOYAC - UPCH

ANEXO N° 2

FORMATO DE EVALUACIÓN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nombre del Estudiante: **Magaly Sandoval** Cursante

Título del Proyecto: **EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA ADHESIVA ENTRE EL POSTE DE FIBRA DE VIDRIO Y REGIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR UTILIZANDO PERÓXIDO DE HIDRÓGENO, ÁCIDO FOSFÓRICO Y FLUORURO FOSFATO ACIDULADO EN EL TRATAMIENTO DE SUPERFICIE DEL POSTE**

Nombre del Programa: **MAESTRO**

	Si	P	No	NA	Observaciones y recomendaciones
1. PLAN DE TRABAJO:					
1.1 Título de la tesis:					
- Da cuenta del tema y lo expresa con claridad y pertinencia	X				
1.2 Introducción					
- Describe de manera sucinta el contexto del problema	X				
- Presenta una adecuada redacción	X				
1.3 Planteamiento del problema					
- Establece los alcances del problema	X				
- El problema planteado es de interés	X				
- Formula la pregunta de investigación	X				
1.4. Justificación:					
- Delimita claramente los alcances del problema a considerar	X				
- Emuncia los aportes que se derivaran de la tesis.	X				
- Define la población beneficiaria	X				
1.5. Objetivos del trabajo:					
- Guardan relación con los fundamentos y antecedentes del trabajo.	X				
- Son viables y pueden alcanzarse en tiempo y forma según el Plan de trabajo	X				
- Están claramente diferenciados los objetivos generales de los específicos	X				
- Su enunciado facilita la comprensión del alcance de la tesis.	X				
1.6. Marco Teórico:					
- Emuncia el marco de referencia conceptual (perspectiva, enfoque)	X				
- Presenta el estado del arte sobre el tema (bibliografía, investigaciones)	X				
- La bibliografía es actualizada y significativa.	X				
- Presenta una adecuada definición del campo de aplicación seleccionado.	X				
1.7 Hipótesis					
- Define hipótesis de trabajo o supuestos	X				
- Existe relación entre éstas y los objetivos	X				
1.8. Metodología de desarrollo:					
- Diseño del estudio: apropiado	X				
- Población - Muestra - Grupos					
Se describe a la población de estudio	X				
Se establece el tamaño	X				
existen criterios de selección	X				
- Variables - Dimensiones de análisis					
Presenta definiciones conceptuales	X				
Presenta definiciones operacionales	X				
Operacionaliza las variables	X				
- Instrumentos - Guías					
Describe los instrumentos - Guías a emplear	X				
Anexa los instrumentos a emplear	X				
- Técnicas					
Se describe las requeridas	X				

Normas y Procedimientos para la elaboración de Trabajo de Investigación y la obtención del grado EPOYAC - UPCH

ANEXO N° 2

FORMATO DE EVALUACIÓN PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Nombre del Estudiante: **Magaly Sandoval** Cursante

Título del Proyecto: **EVALUACIÓN IN VITRO DE LA RESISTENCIA ADHESIVA ENTRE EL POSTE DE FIBRA DE VIDRIO Y REGIÓN DEL CONDUCTO RADICULAR UTILIZANDO PERÓXIDO DE HIDRÓGENO, ÁCIDO FOSFÓRICO Y FLUORURO FOSFATO ACIDULADO EN EL TRATAMIENTO DE SUPERFICIE DEL POSTE**

Nombre del Programa: **MAESTRO**

	Si	P	No	NA	Observaciones y recomendaciones
- Procedimientos					
Se describen secuencialmente		X			
Presenta con claridad los procedimientos a utilizar.		X			
Las actividades son consistentes con los objetivos planteados en términos de su pertinencia, importancia y complejidad.		X			
- Plan de análisis					
Describe como procesar los datos		X			
Describe como analizar las variables o categorías		X			
Describe pruebas estadísticas		X			
- Consideraciones éticas					
Consentimiento informado bien formulado			X		Es ético y se lo ha aprobado
Cuenta con aprobación de comité de ética			X		Es ético y se lo ha aprobado
- Aspectos Administrativos					
Presenta cronograma		X			
Indica los recursos (acceso a fuentes de información, infraestructura, equipamiento) requeridos para el desarrollo de la tesis		X			
Se cuenta con las autorizaciones institucionales correspondientes.		X			
1.9 Bibliografía					
- Está redactada según las normas de Vancouver		X			
1.10. Apreciación general del plan de tesis.					
- Originalidad de la tesis.		X			
- Relevancia de la temática elegida		X			
- La estructura es adecuada.		X			
- Claridad de la redacción.		X			
- Contempla y desarrolla todos los componentes del plan de tesis		X			
2. El Proyecto cuenta con financiamiento externo:					
<input type="checkbox"/> SI ()					
<input checked="" type="checkbox"/> NO (X)					
Especificar si cuenta con algún financiamiento:					
2. RECOMENDACIONES Y OBSERVACIONES FINALES					

SI: Si cumple
P: cumple parcialmente
No: No cumple
NA: no aplica (según el tipo de estudio)

Fecha: 02/11/2016

Nombre completo del Revisor: M. ANTON QUINTERO RUC MAR