



UNIVERSIDAD DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGIA

“Efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie de postes de fibra de vidrio”

Trabajo de Titulación para optar al título de Odontólogo

Autor:

Ramírez Vilema Dayanna Mishell,
Samaniego Samaniego Karla Guadalupe

Tutor:

Dr. David Gerardo Carrillo Vaca

Riobamba, Ecuador 2024

DERECHOS DE AUTORÍA

Nosotros, Dayanna Mishell Ramírez Vilema, Karla Guadalupe Samaniego Samaniego, con cédula de ciudadanía 060397436-1, 060543577-5, autoras del trabajo de investigación titulado: Efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie de postes de fibra de vidrio, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor (a) de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba 29 de Febrero del 2023



Dayanna Mishell Ramírez Vilema

C.I: 060397436-1



Karla Guadalupe Samaniego Samaniego

C.I: 060543577-5

DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado del trabajo de investigación Efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie de postes de fibra de vidrio, presentado por Dayanna Mishell Ramírez Vilema, Karla Guadalupe Samaniego Samaniego, con cédula de identidad número 060397436-1, 060543577-5, emitimos el DICTAMEN FAVORABLE, conducente a la APROBACIÓN de la titulación. Certificamos haber revisado y evaluado el trabajo de investigación y cumplida la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, su presentación en Riobamba 29 de Febrero 2023.

Dr. Manuel Alejandro León Velastegui

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Dr. David Gerardo Carrillo Vaca

TUTOR



CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación, Efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie de postes de fibra de vidrio, presentado por Dayanna Mishell Ramírez Vilema, Karla Guadalupe Samaniego Samaniego, con cédula de identidad número 060397436-1, 060543577-5, bajo la tutoría de Dr. David Gerardo Carrillo Vaca; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a la fecha de su presentación.

Presidente del Tribunal de Grado

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado



Miembro del Tribunal de Grado

Dr. Manuel Alejandro León Velastegui



Miembro del Tribunal de Grado

Dra. Sandra Marcela Quisiguiña Guevara





UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
Ext. 1133

Riobamba 27 de febrero del 2024
Oficio N°010-2023-2S- TURNITIN-CID-2024

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. David Gerardo Carrillo Vaca**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N°0799-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa TURNITIN, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% TURNITIN verificado	Validación	
					Si	No
1	0799-D-FCS-18-09-2023	Efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie de postes de fibra de vidrio	Samaniego Samaniego Karla Guadalupe	10	x	

Atentamente,



PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado Programa TURNITIN
FCS / UNACH
C/e Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
COMISIÓN DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO CID
ExL 1133

Riobamba 27 de febrero del 2024
Oficio N°009-2023-2S- TURNITIN-CID-2024

Dr. Carlos Alberto Albán Hurtado
DIRECTOR CARRERA DE ODONTOLOGÍA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
UNACH
Presente.-

Estimado Profesor:

Luego de expresarle un cordial saludo, en atención al pedido realizado por el **Dr. David Gerardo Carrillo Vaca**, docente tutor de la carrera que dignamente usted dirige, para que en correspondencia con lo indicado por el señor Decano mediante Oficio N°0799-FCS-ACADÉMICO-UNACH-2023, realice validación del porcentaje de similitud de coincidencias presentes en el trabajo de investigación con fines de titulación que se detalla a continuación; tengo a bien remitir el resultado obtenido a través del empleo del programa TURNITIN, lo cual comunico para la continuidad al trámite correspondiente.

No	Documento número	Título del trabajo	Nombres y apellidos del estudiante	% TURNITIN verificado	Validación	
					Si	No
1	0799-D-FCS-18-09-2023	Efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie de postes de fibra de vidrio	Ramírez Vilema Dayanna Mishell	10	x	

Atentamente,



FRANCISCO JAVIER
USTÁRIZ FAJARDO

PhD. Francisco Javier Ustáriz Fajardo
Delegado Programa TURNITIN
FCS / UNACH
C/c Dr. Vinicio Moreno – Decano FCS

DEDICATORIA

A nuestros queridos padres Eduardo Ramírez, Geoconda Vilema y Lupe Samaniego, los cuales con su amor, paciencia y esfuerzo nos han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, gracias por inculcar en nosotros el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios esta con nosotras siempre. Gracias por su amor, por su sacrificio y por enseñarnos a nunca rendirnos ante los obstáculos de la vida. Este logro es también suyo.

A nuestros hermanos por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar con nosotras en todo momento gracias. A toda nuestra familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de nosotras mejores personas y de una u otra forma nos acompañan en todos nuestros sueños y metas.

Finalmente quiero dedicar esta tesis a todos nuestros amigos, por apoyarnos cuando más los necesitamos, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día en nuestro camino académico y personal, gracias por las risas y el estudio y por las conversaciones estimulantes, y los momentos que compartimos juntos.

Mishell Ramírez - Karla Samaniego

AGRADECIMIENTO

Le agradezco a Dios por habernos acompañado y guiado a lo largo de nuestra carrera, por ser nuestra fortaleza en los momentos de debilidad y por brindarnos una vida llena de aprendizajes, experiencias y sobre todo felicidad.

Una sentida y profunda gratitud a mi tutor por su dedicación y paciencia, sin sus palabras y correcciones precisas no hubiese podido lograr llegar a esta instancia tan anhelada. Gracias por su guía y todos sus consejos, los llevaré grabados para siempre en la memoria en mi futuro profesional.

Son muchos los docentes que han sido parte de nuestro camino universitario, y a todos ellos les quiero agradecer por transmitirme los conocimientos necesarios para hoy poder estar aquí. Sin ustedes los conceptos serían solo palabras, y las palabras sabemos que se las lleva el viento.

Finalmente agradecer a la Universidad Nacional de Chimborazo que me ha exigido tanto, pero al mismo tiempo me ha permitido obtener mi tan ansiado título. Agradecemos a cada directivo por su trabajo y por su gestión, sin lo cual no estarían las bases ni las condiciones para aprender conocimientos.

Mishell Ramírez - Karla Samaniego

INDICE GENERAL

DERECHOS DE AUTORÍA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL TUTOR Y MIEMBROS DE TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO.....	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO	
INDICE GENERAL	
INDICE DE GRÁFICOS	
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	
ÍNDICE DE TABLAS	
RESUMEN.....	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I.....	17
1. INTRODUCCIÓN.....	17
1.1. Planteamiento del problema.....	18
1.2. Justificación.....	20
1.3. Objetivos.....	22
1.3.1. Objetivo General	22
1.3.2. Objetivos Específicos	22
CAPÍTULO II.....	23
2. MARCO TEÓRICO.....	23
2.1. Endodoncia	23
2.2. Rehabilitación oral	23
2.3. Postes de fibra de vidrio	24
2.3. Distribución del estrés en las fibras.....	24
2.4. Principios y clasificación de adhesión.....	24
2.5. Composición de postes de fibra de vidrio.....	25
2.5.1. Tipos de postes de fibra de vidrio a partir de la forma	26

2.5.2. Ventajas postes de fibra de vidrio	28
2.5.3. Desventajas postes de fibra de vidrio	28
2.5.4. Indicaciones postes de fibra de vidrio	28
2.5.5. Contraindicaciones postes de fibra de vidrio	29
2.5.6. Clasificación de los postes de fibra	29
2.5.6.1. Clasificación por el relleno orgánico	29
2.5.6.2. Clasificación por el tipo de fibra	30
2.5.6.3. Características superficiales del poste de fibra sin tratamiento	31
2.6. Acondicionamiento	31
2.7. Esterilización en autoclave y gas de óxido de etileno	32
2.8. Agentes químicos	33
2.9. Soluciones oxidantes	33
2.10. Peróxido de hidrógeno.....	34
2.11. Permanganato de potasio alcalino	34
2.12. Soluciones antioxidantes	35
2.12.1. Ácido rosmánico, herperidina y ascorbato de sodio	35
2.12.2. Ácido ascórbico.....	36
2.13. Solventes orgánicos.....	36
2.13.1. Acetona.....	37
2.13.2. Etanol.....	37
2.13.3. Cloruro de metileno.....	38
2.13.4. Ácido fosfórico.....	38
2.13.5. Ácido Fluorhídrico	39
CAPÍTULO III.	34
3. METODOLOGÍA	34
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	34
3.2. Población y Muestra.....	34
3.3. Criterios de Selección.....	34
3.4. Entorno	35
3.5. Técnicas e Instrumentos	35
3.6. Análisis Estadístico	35
3.7. Intervenciones	35

3.8. Operacionalización de las Variables	45
CAPITULO IV	46
4. RESULTADOS Y DISCUSION	46
4.1. Resultados.....	46
4.1.1. Efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie de postes de fibra de vidrio en diferentes tiempos de grabado	46
4.1.2. Cambios morfológicos en la superficie de postes de fibra de vidrio después de someterlos a diferentes tiempos de grabado ácido con ácido fluorhídrico.	47
4.1.3. Análisis de la superficie de los postes de fibra de vidrio luego de someterlos a diferentes tiempos de grabado ácido con ácido fluorhídrico.	50
CAPITULO V	53
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	53
5.1. Conclusiones.....	53
5.2. Recomendaciones.....	54
BIBLIOGRAFÍA	55

INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Adhesión Física y Químico.....	25
Gráfico 2 Estructura del poste de fibra.....	27
Gráfico 3 Ventajas de los postes de fibra de vidrio son:	28
Gráfico 4 Las desventajas de los postes de fibra de vidrio están relacionadas con.....	28
Gráfico 5 Clasificación por el relleno orgánico.....	29
Gráfico 6 Clasificación por el tipo de fibra	30
Gráfico 7 Comparación entre los tiempos de exposición	46

ÍNDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía 1 Poste de fibra de vidrio marca Angelous diámetro #3	36
Fotografía 2 Grupo de 20 seg	36
Fotografía 3 Grupo de 40 seg	36
Fotografía 4 Grupo de 60 seg	37
Fotografía 5 Ácido fluorhídrico Ultradent	37
Fotografía 6 Grupo de 20 seg	37
Fotografía 7 Grupo de 40 seg	38
Fotografía 8 Grupo de 60 seg	38
Fotografía 9 Lavado y secado de los Grupo de 20 seg, 40 seg y 60 seg	38
Fotografía 10 Colocación del pin en un porta muestras de metal.....	39
Fotografía 11 Disco de carbono, para mejorar la conducción eléctrica entre el material base y el porta muestras.....	39
Fotografía 12 Preparación de pintura de plata para una mejor adhesión del poste de fibra.....	39
Fotografía 13 Recubrimiento de pintura de plata en el pin y colocación de postes de fibra de vidrio	39
Fotografía 14 Máquina para recubrimiento de oro-paladio.....	40
Fotografía 15 Colocación del pin con los postes en la máquina para el recubrimiento de oro-paladio en un tiempo determinado de 7 minutos	40
Fotografía 16 Postes recubiertos de oro-paladio.	40
Fotografía 17 Microscopio electrónico de barrido	41
Fotografía 18 Colocación del porta muestras con los postes previamente recubiertos en el microscopio electrónico de barrido.....	41
Fotografía 19 Visualización de la rugosidad en cada poste según su grupo correspondiente:.....	41
Fotografía 20 Poste testigo.....	42
Fotografía 21 Medición de la rugosidad del grupo de 20seg, 40seg y 60seg.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Variable independiente: Acido fluorhídrico	45
Tabla 2 Descriptivos de rugosidad superficial en los diferentes tiempos de exposición.....	46
Tabla 3 Prueba de ANOVA.....	47
Tabla 4 Comparaciones múltiples.....	48
Tabla 5 Comparaciones fotográficas de la superficie del poste por cada grupo de tiempo.....	50

RESUMEN

La investigación titulada "Efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie de postes de fibra de vidrio" tiene como propósito examinar el impacto del ácido fluorhídrico en la superficie de los postes de fibra de vidrio, considerando distintos lapsos de tratamiento ácido en el ámbito odontológico. El enfoque metodológico adoptado es cualitativo-cuantitativo y cuasiexperimental, con una orientación analítico-descriptiva basada en la revisión bibliográfica de 48 artículos provenientes de diversas fuentes indexadas como PubMed, Scielo y Scopus. Asimismo, se llevó a cabo un estudio In Vitro utilizando 45 muestras de postes de fibra de vidrio, sometidos a grabado ácido con ácido fluorhídrico en tres grupos distintos con tiempos de exposición de 20, 40 y 60 segundos. La medición numérica se centró en evaluar el grado de cambio en la superficie de los postes después del tratamiento de grabado. Los resultados revelaron que en el grupo expuesto a 20 segundos se observó un valor de 689 nm, indicando una reducción en la porosidad. A los 40 segundos, se alcanzó un valor de 873.98 nm, reflejando un nivel medio de porosidad, mientras que a los 60 segundos se obtuvo un valor de 1816.52 nm, señalando una porosidad elevada. En conclusión, se determinó que el grupo expuesto a 20 segundos presentó una menor cantidad de poros en comparación con el grupo de 60 segundos, que exhibió una mayor cantidad de poros con una extensión y profundidad aumentadas. En todos los intervalos de tiempo, se evidenció una eliminación parcial de la matriz vítrea, la fractura de fibras de vidrio y un marcado incremento en la rugosidad superficial.

Palabras clave: ácido fluorhídrico, adhesión, grabado ácido, postes de fibra de vidrio.

ABSTRACT

The main objective of this research study entitled "Efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie de postes de fibra de vidrio" aims to examine the impact of hydrofluoric acid on the surface of fiberglass posts, considering different periods of acid treatment in the dental field. The methodological approach adopted is qualitative-quantitative and quasi-experimental, with an analytical-descriptive orientation based on a literature review of 48 articles from various indexed sources such as PubMed, Scielo, and Scopus. An in vitro study was also carried out using 45 samples of fiberglass poles, subjected to acid etching with hydrofluoric acid in three different groups with exposure times of 20, 40, and 60 seconds. The numerical measurement focused on assessing the degree of change on the surface of the poles after etching treatment. The results revealed that in the group exposed at 20 seconds, a value of 689 nm was observed, indicating a reduction in porosity. At 40 seconds, a value of 873.98 nm was reached, reflecting a medium level of porosity, while at 60 seconds a value of 1816.52 nm was obtained, indicating high porosity. In conclusion, it was determined that the group exposed at 20 seconds presented a lower amount of pores compared to the 60-second group, which exhibited a higher amount of pores with increased pore size and depth. At all-time intervals, partial removal of the glass matrix, fracture of glass fibers, and a marked increase in surface roughness were evident.

Keywords: hydrofluoric acid, adhesion, acid etching, glass fiber posts.



Reviewed by:
Marco Antonio Aquino
ENGLISH PROFESSOR
C.C. 1753456134

CAPÍTULO I.

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio investigativo aborda el análisis del impacto del ácido fluorhídrico en las superficies de los postes de fibra de vidrio a lo largo de distintos períodos de grabado. Se destaca que el ácido posee la capacidad de modificar la composición estructural de las bases conforme a la exposición de las fibras. En virtud de ello, se enfatiza la necesidad de que el odontólogo realice una evaluación exhaustiva de los postes de fibra de vidrio. (1)

Los retenedores intrarradiculares fabricados con postes de fibra de vidrio son comúnmente empleados para ofrecer apoyo y retención en restauraciones dentales. Estos dispositivos exhiben propiedades mecánicas consistentes, con una medida de elasticidad que ronda los 20 GPa. Dicha característica elástica se asemeja notablemente al de la dentina, la cual oscila entre aproximadamente 18 y 18.6 GPa (2).

Incluso, se ha sugerido que el uso de estos postes podría disminuir el riesgo de fractura de la raíz, por su capacidad para distribuir el estrés de manera óptima, lo cual se asemeja notablemente al comportamiento de los dientes naturales. En situaciones donde se produce una fractura en la raíz, se observa un pronóstico considerablemente, facilitando su posterior restauración (3).

En el ámbito odontológico, el ácido fluorhídrico se considera un compuesto altamente corrosivo y reactivo. Se utiliza específicamente para el grabado de cerámica de vidrio dental con el fin de inducir una rugosidad en la superficie del poste. Esta rugosidad facilita la creación de una micro-retención con el cemento de composite, mejorando así la adhesión entre el cemento y el poste (4). Además de su función de generar rugosidad, el ácido fluorhídrico también desempeña un papel en la limpieza de la superficie del poste, lo que conduce a una mejora en la interacción entre el material de acoplamiento de silano y las fibras. No obstante, es importante destacar que el tratamiento anterior a la parte superficial del poste es la maniobra habitualmente empleada para potenciar la de adhesión al material (5).

El enfoque principal de la investigación ha sido la evaluación del impacto del grabado ácido en los postes de fibra de vidrio, considerando diferentes duraciones de exposición.

Se ha observado que la prolongación excesiva del tiempo de grabado podría alterar su elasticidad, capacidad de retención y aumentar el riesgo de fractura, dado el estrés al que están sometidos en la cavidad bucal (5).

Los postes de fibra de vidrio muestran una ventaja significativa en términos de estética, ya que son empleados en la confección de restauraciones y coronas dentales. Por ende, existe un interés tanto académico como profesional en comprender el impacto del ácido fluorhídrico en sus propiedades mecánicas (3). Mediante la divulgación de los resultados obtenidos en esta investigación podríamos dar a conocer el tiempo adecuado de grabado ácido sin causar consecuencias negativas a nivel de la parte superficial del poste (2).

Los postes de fibra de vidrio representan alternativas eficaces en el proceso de reconstrucción de piezas dentales dentro de un tratamiento endodóntico, que mismo que se da al encontrar una destrucción coronaria considerable, de tal forma dichos postes son retenedores interradiculares que ayudan a la reconstrucción y anclaje del muñón, dicho tratamiento se basa en coloca postes de vidrio prefabricados, con el propósito de tener un grosor y longitud del conducto de forma apropiada, el buen sellado apical y sobre todo la ausencia de restos de caries en la zona del tercio coronal de la parte del conducto radicular, mejorando de esta forma es aspecto de salud y fisonomía de la cara del paciente.

1.1. Planteamiento del problema

La duración de la exposición al ácido fluorhídrico durante el proceso de grabado ácido puede incidir en la morfología de la superficie de los postes de fibra de vidrio. Varios estudios han abordado la influencia del tiempo de grabado ácido en la rugosidad y la topografía de la superficie de estos postes.

Por ejemplo, un estudio realizado por Bunces & Garrido (6), en su estudio, se observó que una prolongada exposición al ácido fluorhídrico durante el grabado ácido ocasionó un incremento significativo en la rugosidad de la parte superficial del poste de vidrio. Estos hallazgos resaltan la importancia de investigar y comparar los efectos del tiempo de grabado ácido para una comprensión más completa de su influencia en las propiedades de estos postes.

La rugosidad de la parte superficial del poste de fibra, inducida durante el proceso de grabado ácido, puede influir en la adhesión del cemento utilizado para la cementación.

Varios estudios han investigado esta relación y su impacto en la resistencia adhesiva de la interfaz poste-cemento. Por ejemplo, un estudio realizado por Vilcapoma (7), encontró que una extensión en la rugosidad de la parte superficial del poste de fibra mejoró la adhesión del cemento. Estas determinaciones resaltan la importancia de investigar y controlar la rugosidad superficial para lograr una adherencia óptima.

El grabado ácido puede afectar la adhesión inicial, pero es importante comprender cómo se mantiene esta adhesión a lo largo del tiempo. Un estudio realizado por Dominguez y otros autores (3) se llevó a cabo una valoración de la resistencia adhesiva de postes de fibra de vidrio luego de someterse al grabado ácido durante distintos lapsos de tiempo, y se determinó que la adhesión permaneció estable incluso transcurrido un año. Esta evaluación a largo plazo es esencial para comprender la estabilidad de la adhesión poste-cemento.

La investigación sobre el efecto del ácido fluorhídrico en la superficie de los postes de fibra de vidrio posee importantes implicaciones clínicas.

El perfeccionamiento de las técnicas de grabado ácido podría potenciar tanto la adhesión como la durabilidad de las restauraciones dentales que emplean postes de fibra de vidrio. Un estudio realizado por Saravia & Bernal (8) evaluó diferentes tiempos de grabado ácido y encontró que un tiempo específico resultó en la mejor adhesión del cemento. Esta investigación destaca la importancia de investigar y establecer pautas para la aplicación clínica del grabado ácido.

El proceso de grabado ácido utilizando ácido fluorhídrico conlleva tanto riesgos como beneficios en lo que respecta a la adhesión de los postes de fibra de vidrio. Aunque el grabado ácido puede mejorar la adhesión, también existe la posibilidad de que afecte adversamente la integridad de la superficie del poste. Un estudio realizado por Galdames (9) la investigación evaluó los efectos del grabado ácido en la resistencia del poste de fibra y descubrió una reducción demostrativa en la resistencia posterior al proceso de grabado. Este estudio destaca la importancia de investigar y comprender tanto los riesgos como los beneficios asociados con el grabado ácido en los postes de fibra de vidrio.

Esta investigación tiene como propósito reconocer el impacto del ácido fluorhídrico en la superficie de los postes de fibra de vidrio durante distintos intervalos de grabado ácido. En este contexto, las variables a considerar abarcan el tiempo de exposición al ácido

fluorhídrico, las características superficiales del poste, como su topografía y rugosidad, así como las alteraciones en su estructura química y física resultantes del grabado ácido.

Desde una perspectiva académica y científica, este tema es relevante, ya que brinda información crucial para mejorar tanto la práctica clínica como la adhesión de los postes de fibra de vidrio en campos como la odontología restauradora y la endodoncia. El estudio de los efectos del ácido fluorhídrico en la superficie de estos postes contribuirá al avance del conocimiento en la optimización de las técnicas adecuada.

1.2. Justificación

Es importante destacar que la longevidad y calidad de las restauraciones dentales depende de forma directa en el tipo de postes que utiliza el profesional en la zona, por tal motivo Los postes fabricados con material de fibra de vidrio facilitan una mejor adhesión con el cemento, lo que resulta crucial en la aplicación del grabado con ácido fluorhídrico. Esta técnica es altamente efectiva para mejorar la adhesión entre el poste y el cemento utilizado en restauraciones dentales.

Al investigar y comprender el impacto del ácido fluorhídrico en la estructura superficial de los postes de fibra de vidrio, se obtendrá información valiosa para optimizar las técnicas de grabado ácido y garantizar resultados clínicos más duraderos.

Al examinar los efectos del ácido fluorhídrico en diversos intervalos de grabado ácido en la superficie de los postes de fibra de vidrio, se añade una contribución significativa. La comparación de los resultados obtenidos, especialmente en cuanto a las modificaciones observadas en la superficie, aporta nueva información valiosa, rugosidad y estructura química de los postes obtenidos conocimientos actualizados y basados en la evidencia sobre la influencia del grabado ácido en estos aspectos. Esta información novedosa permitirá a los profesionales de la odontología tomar decisiones más fundamentales al seleccionar las técnicas de grabado ácido y los tiempos de exposición más adecuados.

La falta de información y consenso sobre el efecto del ácido fluorhídrico en la superficie de los postes de fibra de vidrio genera dificultades clínicas y retrasos en las decisiones del personal de Odontología. Por tanto, llevar a cabo una evaluación sistemática de los efectos del ácido fluorhídrico en distintos tiempos de grabado ácido puede contribuir a mejorar la adhesión de los postes de fibra de vidrio en las restauraciones dentales.

La investigación de este tema se justifica por la necesidad de profundizar y precisar en el campo de la adhesión de los postes de fibra de vidrio. A pesar de los estudios previos realizados en esta área, la inexactitud de consenso y la necesidad de una evaluación comparativa más exhaustiva destacan la importancia de investigar y comprender mejor los efectos del ácido fluorhídrico en la superficie de estos postes. Esta investigación se llevará a cabo para llenar esa brecha de conocimiento y proporcionar una base sólida de formación en un tema relevante y de gran interés en la odontología restauradora y la endodoncia.

La pertinencia de esta investigación o proyecto radica en su relevancia clínica y académica. Desde una perspectiva clínica, la investigación proporcionará una mejora sustancial en la eficacia y la durabilidad de las restauraciones dentales que emplean postes de fibra de vidrio, al ofrecer información actualizada sobre el impacto del ácido fluorhídrico en la superficie de estos postes. Desde un punto de vista académico, el estudio contribuirá al progreso del conocimiento en el campo de la adhesión dental y la odontología restauradora al proporcionar una evaluación comparativa de los efectos del grabado ácido en diferentes tiempos de exposición.

Al analizar los principales beneficiarios de la investigación, se enfatiza el capital humano vinculado a los profesionales de la odontología responsables de la elección y colocación de postes de fibra de vidrio en restauraciones dentales, con el fin de optimizar la adhesión en el entorno bucal.

De tal forma el acceso a información actualizada y basada en la evidencia que les permitirá tomar decisiones clínicas fundamentadas mejora los beneficiarios de los pacientes al someterse a tratamientos de restauración dental.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

Analizar el impacto del ácido fluorhídrico en la estructura superficial de los postes de fibra de vidrio, considerando diversos intervalos de grabado ácido, en el ámbito de las ciencias de la salud.

1.3.2. Objetivos Específicos

Evaluar las alteraciones morfológicas en la superficie de los postes de fibra de vidrio tras ser expuestos a distintos períodos de grabado ácido utilizando ácido fluorhídrico.

Determinar la rugosidad superficial tras el tratamiento de grabado ácido con ácido fluorhídrico durante diferentes intervalos de tiempo.

Mostrar mediante fotografías la superficie luego de someterlos a diferentes tiempos de grabado ácido con ácido fluorhídrico.

CAPÍTULO II.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Endodoncia

La disposición biomecánica es esencial para el tratamiento endodóntico, ya que el límite de obturación y el tope apical son etapas operatorias que permiten garantizar el mantenimiento del conducto al ensancharlo, es por ello por lo que al usar soluciones irrigadoras e instrumentos endodónticos se brinda una limpieza a las paredes del conducto removiendo de forma eficiente el material de origen orgánico e inorgánico (10).

Generalmente el tratamiento endodóntico se basa en identificar el deterioro progresivo de la dentina y el esmalte, seguido de la extracción de la pulpa dental, de igual manera se procede a encajar el material compatible dentro del mismo con el fin de ejecutar un órgano dental que cumplan con las características de funcionalidad, mejorando de esta forma la salud bucal del paciente (11).

Es importante mencionar que las infecciones endodónticas tienen una incidencia negativa directa en el tejido periapical y de la pulpa dental, producidas por bacterias anaerobias estrictas y facultativas, por ende, el paciente debe presentar un compromiso sistémico, que permita que la infección que se localiza en los dientes restaurables no recaiga en tratamientos de conductos, pulpotomía y pulpectomía (12).

2.2. Rehabilitación oral

La rehabilitación oral se considera como un proceso continuo de duración limitada, asumiendo de esta forma que el lograr y promover los niveles óptimo de la salud bucal, contextualiza el proceso de manera apropiada en post de identificar las capacidades residuales de cada paciente, es importante mencionar que la restauración de las piezas dentarias no solo es una función estética sino todo lo contrario se busca tener una armonía en las medidas antropométricas de la cara en especial en personas que han sufrido edentulismo parcial o total (13).

Por ende, la estabilidad y funcionamiento dentro del sistema estomatognático de la persona que presenta patologías oclusales o pérdida de piezas dentarias, tiene una incidencia directa el uso de aparatos fijos o móviles que acorde a una ejecución y planificación adecuada del tratamiento, se produce una buena salud bucal evitando de esta forma problemas masticatorios dentro de su vida diaria (13).

2.3. Postes de fibra de vidrio

Considerados como retenedores interradiculares, tiene como objetivo realizar el anclaje para la reconstrucción de un muñón, se realiza un tratamiento conservador con la estructura dentaria remanente y están indicados cuando se ha perdido más del 50% de la estructura dentaria. Estos son una de las opciones terapéuticas más frecuentes ya que son fáciles de manipular, suelen proveer un alto éxito biomecánico y reducen el tiempo de trabajo ya que en una sola sesión se realiza la reconstrucción del muñón (13).

Los postes compuestos reforzados con fibra de vidrio son ampliamente empleados debido a sus excelentes propiedades mecánicas, biocompatibilidad, estética y su elasticidad similar a la de la dentina. Esta característica posibilita una distribución uniforme de la tensión dentro de la raíz dental, lo que reduce el riesgo de fractura y favorece fracturas de tipo reparable (13).

2.3. Distribución del estrés en las fibras

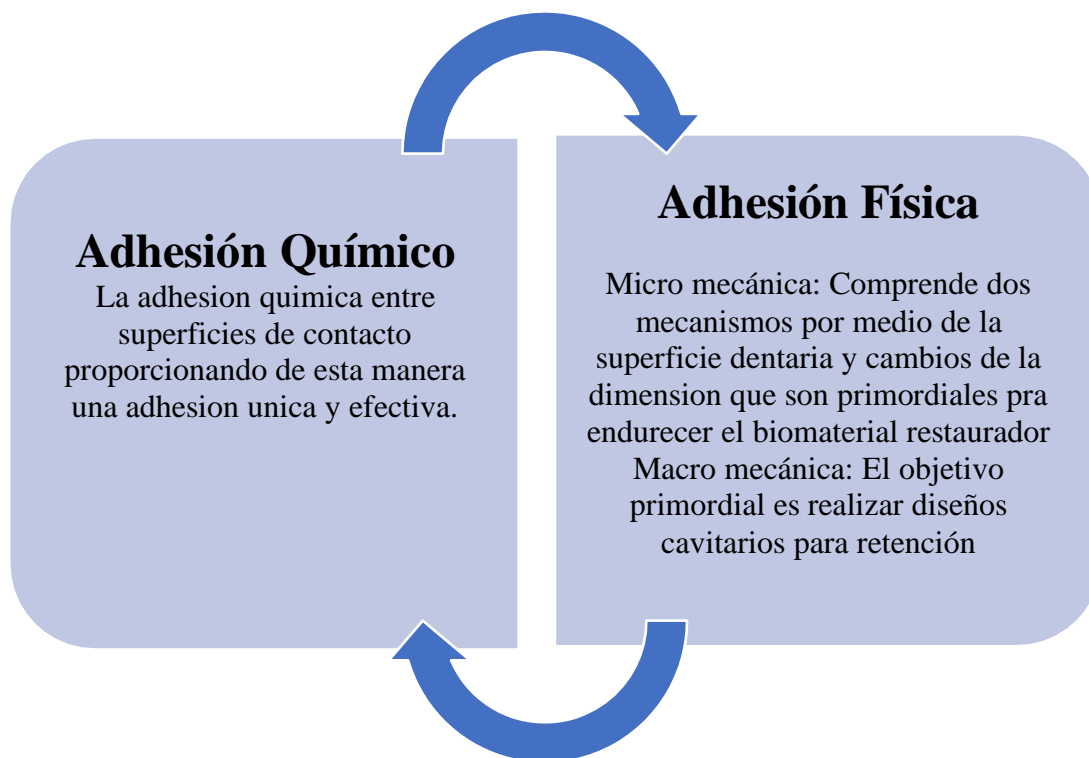
A partir de los postes de vidrio, se identifica la composición de fibras que son parte de la resistencia al impacto, disminuyendo de forma gradual las vibraciones y sobre todo evitar fracturas. Además, cabe recalcar que el efecto longitudinal entre la fracción del volumen y la fibra tienen un efecto directo a partir de la fuerza de flexibilidad y la resistencia a la fractura, de tal manera la longitud de las fibras y el volumen mejoran las propiedades mecánicas enfocándose en los postes reforzados (13).

2.4. Principios y clasificación de adhesión

En odontología, la adhesión se refiere al proceso mediante el cual dos superficies se mantienen unidas debido a fuerzas interfaciales. Este proceso implica la unión entre el

sustrato sólido, que en este caso sería el diente, y el biomaterial utilizado en la restauración dental (14).

Gráfico 1 Adhesión Física y Químico



Fuente: Adhesión Física y Químico. (14)

2.5. Composición de postes de fibra de vidrio

Los postes intrarradiculares proporcionan adhesión al conducto radicular y una distribución óptima de las fuerzas aplicadas, lo que disminuye el riesgo de fracturas radiculares. Estos postes de fibra de vidrio consisten en una estructura compuesta por fibras de refuerzo inmersas en una matriz de resina polimerizada. Dichas fibras pueden presentar diversas configuraciones, como trenzadas, longitudinales o tejidas, y están alineadas en el eje longitudinal del poste, con un diámetro que oscila entre 6 y 15 μm (14).

Dependiendo de cada tipo de poste, la cantidad de fibras varía entre 25 y 35%, y si observáramos de manera transversal el poste veríamos que entre el 30 y el 50% está compuesto por fibras que están adheridas fuertemente a la matriz de resina, debido a que previamente fueron silanizadas, para que las fuerzas puedan transmitirse de la matriz a

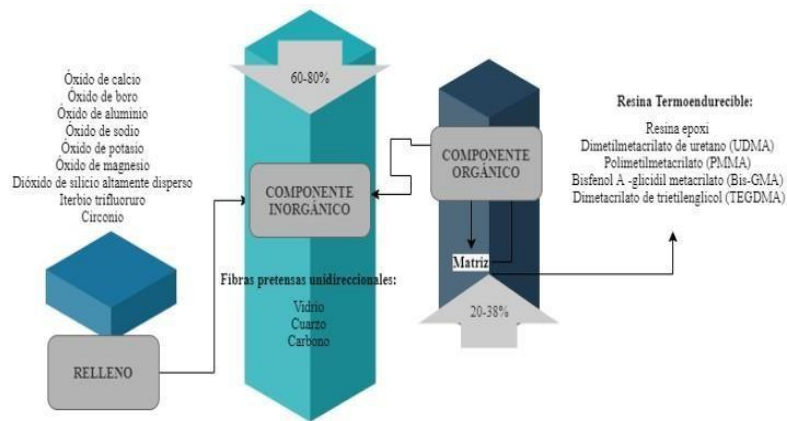
cada una de las fibras y su vez estas sean capaces, en su conjunto, de ser un poderoso refuerzo de la estructura dental (3) (14).

Esta composición de elementos confiere al poste una elasticidad similar a la de los tejidos dentinarios, que se sitúa entre 18 y 24 GPa, junto con adecuadas propiedades mecánicas. La resistencia mecánica está directamente relacionada con la cantidad de fibras incorporadas. Sus propiedades anisotrópicas indican que, con una orientación de fuerzas oblicuas para cargas normales, se obtienen cifras aproximadas de 21 GPa, lo que resulta favorable para la disipación de tensiones (3).

2.5.1. Tipos de postes de fibra de vidrio a partir de la forma

Los postes de fibra de vidrio pueden presentar diferentes formas, como cónicos simples o dobles. Los postes cónicos simples están diseñados para adecuarse a la forma de la pieza dental a tratar, lo que permite conservar tejido dental, aunque pueden tener una menor capacidad de retención. Estos postes son responsables de transmitir esfuerzos en forma de cuña, lo cual no ocurre con los postes cilíndricos, que tienen una mayor capacidad de retención. Sin embargo, la profundización apical de los postes cilíndricos puede debilitar las paredes radicales, por lo que su uso no siempre es recomendable. Cuando se menciona la facilidad de remoción y retratamiento de los postes de fibra de vidrio, es importante destacar que pueden ser retirados con relativa facilidad mediante el fresado, lo que se considera una de sus principales ventajas. Para este propósito, existen instrumentos específicos como la fresa "Peeso Largo" que se utiliza en el conducto previamente tratado. En cuanto a su radiolucidez, la composición de los postes de fibra de vidrio no es óptima para el control radiográfico, por lo que se han incorporado opacificadores y se utilizan cementos opacificados que permiten visualizar su silueta en las radiografías (5).

Gráfico 2 Estructura del poste de fibra



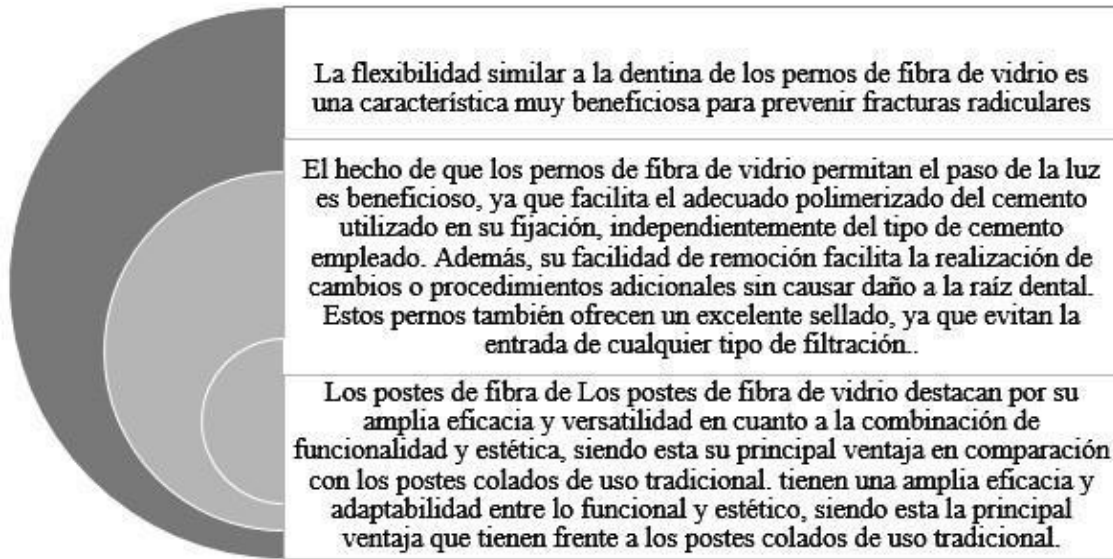
Fuente: Estructura del poste de fibra. (15)

Este cambio en la filosofía terapéutica de la Odontología restauradora moderna, que se centra en la mínima intervención y la preservación máxima de los tejidos dentales, ha llevado a la odontología a indagar, por medio de sus protocolos, materiales y la estética. Esta transformación significativa ha tenido un impacto importante en la recuperación funcional y estética de los dientes que han sido sometidos previamente a tratamientos de endodoncia (5).

Hoy en día, una parte significativa de los dientes que han sido sometidos a tratamientos de endodoncia se restauran sin necesidad de utilizar anclajes radiculares. En este contexto, los pernos de fibra de vidrio han ganado popularidad debido a sus características mecánicas y estéticas, desplazando en muchos casos a los pernos metálicos. La principal ventaja de los pernos de fibra de vidrio radica en su capacidad para minimizar la fractura, especialmente en el tercio medio radicular, así como en su fácil remoción. Además, estos pernos han sido objeto de investigaciones continuas con el objetivo de combinar funcionalidad con estética (5).

2.5.2. Ventajas postes de fibra de vidrio

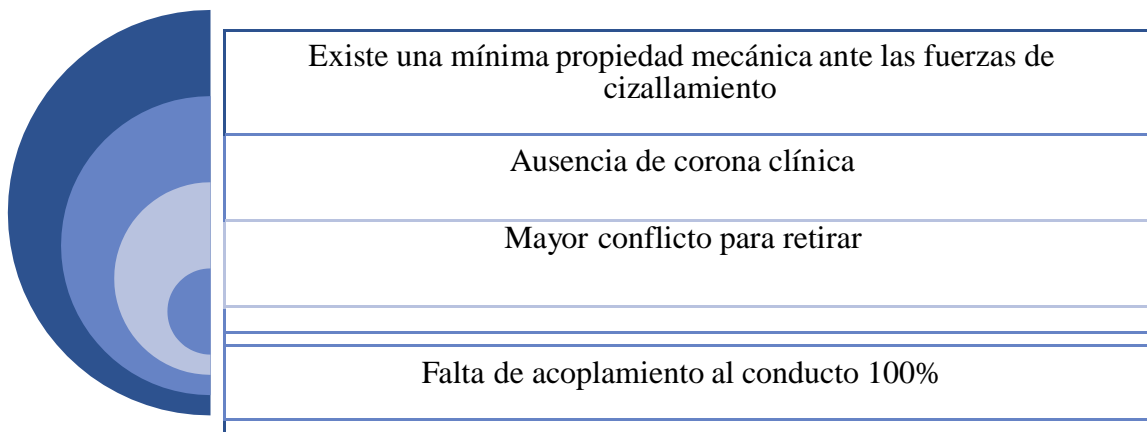
Gráfico 3 Ventajas de los postes de fibra de vidrio son:



Fuente: Ventajas de postes de fibra de vidrio. (15)

2.5.3. Desventajas postes de fibra de vidrio

Gráfico 4 Las desventajas de los postes de fibra de vidrio están relacionadas con



Fuente: Desventajas de postes de fibra de vidrio. (15)

2.5.4. Indicaciones postes de fibra de vidrio

Las indicaciones para el uso de un poste compuesto de fibra de vidrio incluyen la necesidad de una altura de al menos 2 mm, especialmente en el milímetro más coronal de

la corona clínica, ya que esto proporciona un efecto de "abrazadero". Este tipo de poste es adecuado para conductos radiculares que presentan un acceso difícil, ya que minimiza el riesgo asociado con el uso de postes de menor diámetro. Además, ofrece una buena retención en conductos radiculares cortos y curvos. (15).

2.5.5. *Contraindicaciones postes de fibra de vidrio*

Algunas contraindicaciones para el uso de postes de fibra de vidrio incluyen:

Escasa dentina residual, ya que tienden a fragmentarse al estar bajo presión de fuerzas horizontales.

Presencia de fracturas horizontales en la parte de la corona del diente.

Pacientes con bruxismo, debido al estrés adicional al que están sometidos los dientes.

Al colocarse una corona artificial que no cubre completamente el diente-muñón.

Dientes que necesitan un desgaste descomunal para obtener un paralelismo entre los pilares.

Conductos radiculares anchos, ya que necesitan una preparación profunda que debilitaría la raíz y podría causar una fractura radicular. (15).

2.5.6. *Clasificación de los postes de fibra*

2.5.6.1. *Clasificación por el relleno orgánico*

Gráfico 5 Clasificación por el relleno orgánico



Fuente: Clasificación por el relleno orgánico. (16)

Los postes rellenos de resina epoxi son fabricados utilizando polímeros epoxídicos, los cuales se caracterizan por tener altos grados de conversión y estructuras reticuladas. Actualmente, se emplean técnicas de grabado que son útiles para mejorar la adherencia de los postes de fibra con resina epoxi, siendo este un procedimiento común en laboratorios y en campos industriales. Los tratamientos químicos aplicados en la superficie de estos postes tienen un impacto significativo en la resistencia de los materiales utilizados para la acumulación de núcleos, así como en la unión interfacial entre el poste y el material de reconstrucción (16).

Los postes de fibra que tienen composite de dimetacrilato de uretano están compuestos de resina UDMA, la cual posee una estructura química compuesta por un manómero de uretano-dimetacrilato-1,6-bis-[metacriloxi-2-etoxicarbonilamino]. Se ha determinado que una estructura molecular rígida que incluya grupos hidroxilo facilita una excelente adhesión e interacción con materiales que contiene resina (17).

2.5.6.2. Clasificación por el tipo de fibra

Gráfico 6 Clasificación por el tipo de fibra



Fuente: Clasificación por el tipo de fibra. (18)

Los postes de fibra de cuarzo se caracterizan por tener un módulo de elasticidad bajo en comparación con otros postes de fibra reforzada. Sin embargo, esta característica los hace más propensos a fracturarse bajo cargas elevadas, es por ello por lo que el comportamiento rígido del poste reforzado con carbono es mayor al poste de circonio (18).

Los postes de fibra de carbono se emplean en aplicaciones prostodónticas debido a sus propiedades destacadas, como la resistencia a la corrosión y la biocompatibilidad.

Además, su módulo de elasticidad es mayor que el de la dentina. Sin embargo, tienen una estética limitada debido a su color oscuro, lo que puede provocar un aspecto negativo en el tejido gingival (18).

Los postes de fibra de vidrio tienen la ventaja de ser más similares al color natural de los dientes, ya que eleva el paso de luz en los tejidos suprayacentes gingivales y a través de la raíz (18).

2.5.6.3. Características superficiales del poste de fibra sin tratamiento

En base a una valoración micrográfica SEM se determina las siguientes características:

Citando a Kulunk & Yenisey (19), se determina que la superficie de un poste de fibra de cuarzo y vidrio que no se encuentran expuestos a un procedimiento posterior presentan una parte superficial lisa, lo que provoca un límite en el enclavamiento mecánico entre el material del núcleo de resina y la superficie del poste. Obteniendo varios valores de resistencia de fuerza de unión. En la investigación de Shori y otros autores (20), esta diferencia se atribuye a la composición química distinta, ya que no se anticipa la formación de una unión directa entre la matriz del poste y la matriz del composite. Además, se sugiere que la creación de una capa adhesiva espesa entre el compuesto de resina y el poste puede contribuir a esta diferencia (21).

Mencionando otra característica observada por Alshahrani y otros autores (22), señala un aspecto de ranuras y microporos en la superficie de las fibras de vidrio, las cuales están recubiertas por una matriz de resina intacta en la superficie. Esta observación contrasta con el análisis realizado por Aksornmuang y otros autores (23), se concluye que las partes superficiales de los postes de cuarzo llamados DT Light-Post y los postes de fibra de vidrio Tenax Fiber Trans permanecen recubiertas por una matriz de composite que contiene fibras exhibidas en la parte externa.

2.6. Acondicionamiento

Se emplean métodos superficiales con el fin de proporcionar una mejor retención química y micromecánica entre los componentes, lo cual se considera una práctica común para perfeccionar las propiedades de adhesión de un material. Los avances en odontología adhesiva han logrado resultados significativos a lo largo del desarrollo de técnicas de

acondicionamiento en superficies, mismos que son utilizados para sustracciones naturales, lo que quiere decir que la dentina y el esmalte pueden ser utilizados como materiales restauradores (16).

Durante el protocolo de adhesión para la cementación de postes de fibra, es crucial considerar las dos fases implicadas: la unión entre el poste de fibra y el cemento de resina, y la unión entre el cemento de resina y la dentina radicular. Actualmente, se han desarrollado diversas modificaciones de la parte superficial del poste de fibra con el objetivo de optimizar la parte adhesiva en la interfaz entre el poste de fibra y el cemento de composite (24). Esto está vinculado a la superficie del poste de fibra, que tiende a ser relativamente lisa y está recubierta con una capa de resina que ha sido polimerizada en gran medida. Esta condición limita la interacción química entre los cementos de resina y reduce la posibilidad de enclavamiento mecánico (25).

Para obtener un procedimiento de acondicionamiento en la superficie beneficioso se considera importante que la unión química mediante la resina compuesta y el poste reduzca la carga microbiana a lo largo del poste, además de la disposición de la superficie del poste y la longitud son los dos elementos fundamentales en la retención (26).

2.7. Esterilización en autoclave y gas de óxido de etileno

La prevención en el sistema de conductos y tejidos periapicales por la presencia de microorganismos es un requisito fundamental para lograr una terapia endodóntica exitosa. De la misma forma es importante la descontaminación de los materiales que se usan durante el proceso endodóntico y los conos de gutapercha; de la misma forma se considera importante la eliminación de contaminantes microbianos en los postes de fibra con el objetivo de tener un tratamiento exitoso (27).

Los postes de fibra se manipulan en circunstancias asépticas para garantizar su esterilidad. Sin embargo, existe la posibilidad de contaminación durante el contacto manual, la exposición a aerosoles o el contacto con la mucosa oral, también puede ser necesario el cambio en el tamaño de poste de fibra probado por conducto radicular durante los procedimientos clínicos de rutina, por lo tanto, es indispensable aplicar una esterilización o desinfección para volver a usar la fibra. Al tomar estas precauciones, se asegura la

reducción de la carga biológica natural, lo que contribuye al éxito en el desarrollo de los procedimientos subsiguientes (27).

La utilización de agentes para postes con matriz de resina epoxi ha demostrado resultados favorables, ya que conserva sus propiedades. En cuanto a la resistencia de unión, se ha determinado que ni el módulo elástico ni la resistencia a la flexión se ven perjudicados.

La utilización del gas de óxido de etileno para la esterilización presenta características ventajosas, especialmente en el tratamiento de materiales perceptivos al calor y a la humedad. Esta técnica es segura contra hongos, bacterias y virus que forman esporas incluso en bajas temperaturas, debido a su capacidad de inactivación microbiológica y su excelente capacidad de penetración. El óxido de etileno se une a los grupos alquilo presentes en las proteínas de los microorganismos y los ácidos nucleicos, lo que altera sus niveles y su funcionalidad, inhibiendo su capacidad de reproducción (27).

2.8. Agentes químicos

Se menciona que el tratamiento químico obtiene un efecto potencialmente doble comprendido durante la utilización de sustancias líquidas o sólidas. Por un lado, los agentes actúan como agentes de limpieza al eliminar los restos que quedan en la superficie después de la aplicación de otros tratamientos. Por otro lado, estos agentes también influyen en la estructura del poste, ya que son menos agresivos, fáciles de aplicar y tienen un menor costo (28).

2.9. Soluciones oxidantes

Para lograr un efecto de grabado con estos productos químicos, es necesario que haya una dilución parcial de la matriz del composite y la ruptura de los enlaces mediante la oxidación del sustrato. Una vez que se ha eliminado la parte superficial de la resina, se expone una considerable área compuesta de fibras, lo que favorece el proceso de grabado (29), estas características son consideradas favorables durante el proceso de enclavamiento micro-mecánico de los cementos de resina y los postes de fibra. Sin embargo, es posible que después de la aplicación de los agentes oxidantes, queden residuos de oxígeno, lo que obstaculizaría la filtración del composite y comprometería la posterior cementación. Las sustancias mencionadas son: permanganato de potasio, peróxido de hidrógeno y etóxido de sodio. (30).

2.10. Peróxido de hidrógeno

Durante la microscopía electrónica inmunológica, el peróxido de hidrógeno se utiliza como un disolvente parcial en la parte superficial de la resina en las zonas de tejido que están embebidas en resina epoxi durante las técnicas de inmunomarcado (31). El peróxido de hidrógeno también se considera un agente esterilizante químico cuando se utiliza en concentraciones que oscilan entre el 6% y el 25%. Sin embargo, sin tener en cuenta tratamientos específicos en la superficie, se ha observado que el uso de peróxido de hidrógeno provoca alteraciones morfológicas en las superficies de los postes reforzados (32).

A través de la observación de vistas longitudinales en micrografías SEM, se puede concluir que el uso de peróxido de hidrógeno resulta en una dilución en la matriz de resina epoxi. Este procedimiento involucra la ruptura de los enlaces dentro de la resina mediante un proceso de oxidación del sustrato, lo que conduce a la exhibición de las fibras de cuarzo y vidrio (33).

Con el objetivo de tener una superficie rugosa se plantea la disolución de la matriz de la resina en toda la longitud del poste, además de tener áreas retentivas entre cada fibra, lo que proporciona áreas para la retención micromecánica que está formada por los compuestos resina y de fluidos (34).

De esta manera, se propone un método clínico factible y sencillo para optimizar la fuerza de la interfaz entre los compuestos de resina y los postes de fibra, sin recurrir a líquidos potencialmente corrosivos en el entorno clínico. Además, este enfoque proporciona una considerable resistencia durante la unión de los postes de fibra de vidrio y de carbono con el núcleo de resina compuesta.

2.11. Permanganato de potasio alcalino

Se utiliza en los procesos industriales para preparar la superficie de resina epoxi durante el recubrimiento metálico de placas de circuitos impresos. Este procedimiento, conocido como desmembramiento, está establecido para descartar los subproductos de la resina epoxi que recubre las superficies de cobre. Este proceso resulta en una topografía superficial mejorada y una mejor adhesión para la metalización directa (16).

El permanganato de potasio posee la función de excluir de manera parcial la matriz de composite que se obtiene por oxidación, mismo que se desarrolla por medio de áreas de retención entre las fibras de cuarzo que se dan por la infiltración del cemento de resina (34).

Mencionando a Sumitha (16) Se ha determinado que el resultado positivo al utilizar permanganato de potasio puede atribuirse al empleo de una solución específica de neutralización. Esta solución se utiliza después de acondicionar el agua desionizada, la cual se emplea para limpiar las fibras de los iones residuales del permanganato de potasio alcalino. Este proceso resulta favorable para mejorar la hidrofilia de la superficie posterior. Como conclusión, se observa que la presencia de una superficie con un mayor número de grupos hidroxilo puede favorecer una mejor deposición de silano.

2.12. Soluciones antioxidantes

Los antioxidantes para considerar durante el tratamiento posterior a la superficie son: el ácido rosmarínico (AR), la hesperidina (HES), el ácido ascórbico y el ascorbato de sodio (SA). Estas soluciones pueden contrarrestar los resultados negativos del oxígeno residual mediante un mecanismo de barrido (35).

Los materiales antioxidantes son importantes por tres mecanismos de acción principales. En primer lugar, está la exclusión de cadenas, ya que estos materiales confieren uno de sus electrones, estabilizando así los radicales libres, seguido de la catalización de moléculas de sustrato oxidante (29).

2.12.1. *Ácido rosmánico, herperidina y ascorbato de sodio*

A partir del enfoque de Khoroushi (30), se determina que el ácido rosmánico tiene una suficiencia antioxidante total superior a la del ascorbato de sodio, lo que explicaría una fuerza superior en la unión de los grupos con ácido rosmánico, en comparación con los tratados con ascorbato de sodio.

Un aspecto negativo destacado es la notable disminución en la firmeza de unión de postes de fibra cementados con cementos de composite tradicionales cuando se aplica peróxido de hidrógeno. Estos resultados sugieren que los cementos de compisite tradicionales no

son concurrentes con los agentes antioxidantes, lo que puede obstaculizar la adecuada infiltración de la resina en el protocolo de cementación (30).

2.12.2. Ácido ascórbico

Es un antioxidante hidrosoluble que se encuentra en frutas cítricas, tomates, verduras de hojas verdes y papas. Se conoce como propiedad importante a la capacidad de actuar como agente reductor con potencial de hidrógeno obteniendo beneficios en la reducción de compuestos en oxígeno molecular (35).

El ácido ascórbico se emplea habitualmente en procedimientos de operatoria dental con el fin de fortalecer la unión tras el blanqueamiento dental. Numerosas investigaciones sugieren el uso de este antioxidante, combinado con sales asociadas, restaurando la resistencia de unión debilitada entre las estructuras dentales y la resina compuesta después del blanqueamiento (35).

Durante el empleo del ácido ascórbico y el peróxido de hidrógeno, puede ocurrir la formación de semi-deshidroascorbato en la superficie. Este proceso implica el traspaso de electrones a los radicales libres de O_2 , lo que puede contribuir a contrarrestar las consecuencias desfavorables de los radicales libres y promover la restauración de la fuerza de unión comprometida (29).

Las grandes consecuencias del ácido ascórbico en cuanto a sus propiedades antioxidantes pueden estar relacionados con la duración de la aplicación de este. Se ha observado que un aumento proporcional en la duración de la exposición del ácido ascórbico puede conducir a un aumento en la fuerza de unión. Por ejemplo, la aplicación del antioxidante durante un período de 10 minutos puede resultar en un incremento en la fuerza de unión. Sin embargo, es importante tener en cuenta que períodos de exposición más largos pueden dificultar su aplicación clínica. Por lo tanto, se debe encontrar un equilibrio entre la duración de la exposición y la viabilidad clínica del procedimiento (35).

2.13. Solventes orgánicos

Se consideran solventes orgánicos aquellas soluciones que se pueden evaporar con facilidad, en comparación con el peróxido o con las soluciones ácidas se consideran más

seguros. Su función es disolver materias primas y limpiar, se consideran solventes orgánicos a la acetona, diclorometano, isopropanol, etanol tetrahidrofurano, entre otros (37). La reducción de las consecuencias negativas de los radicales libres de oxígeno es posible mediante ciertas propiedades que presentan algunos solventes orgánicos. Estos solventes tienen la capacidad de eliminar o evaporar los radicales libres, contribuyendo así a minimizar su impacto negativo.

2.13.1. Acetona

La acetona se distingue por su capacidad de evaporación, que supera la de productos elaborados a base de etanol. Esta rápida evaporación puede contribuir a mejorar la resistencia de la unión, posiblemente debido a su rápida evaporación en comparación con el etanol (29). La acetona también tiene la capacidad de disminuir las reacciones adversas de los radicales libres de O_2 al evaporarlos de la superficie. Esto puede resultar en una mejor hidratación de la parte superficial en comparación con la exclusión de los radicales libres de O_2 .

Citando a Zahra y otros autores (29) , la observación SEM revela que la presencia de resina epoxi en la superficie de los postes de fibra es limitada cuando se utiliza acetona en comparación con el uso de peróxido de hidrógeno. Esto sugiere que la acetona tiene una mayor capacidad de promover la adherencia del poste de fibra al núcleo de composite. Además, el estudio comparativo entre el uso de acetona y peróxido de hidrógeno demostró una mayor resistencia en la unión cuando se emplea acetona.

Por otro lado, Rodríguez y otros autores (37), El tetrahidrofurano (THF) y el isopropanol son solventes orgánicos que se han utilizado para mejorar la alianza del cemento de composite con los postes de fibra de vidrio. Estos solventes tienen la capacidad de disolver parcialmente la resina en la superficie del poste, lo que puede facilitar la adhesión y mejorar la penetración del cemento de resina en la matriz del poste de fibra.

2.13.2. Etanol

El alcohol etílico, comúnmente conocido como etanol, se utiliza ampliamente como agente de limpieza debido a sus propiedades desinfectantes. En el ámbito odontológico, el etanol también se emplea como pretratamiento en la superficie de los postes de fibra, donde su

acción provoca modificaciones en la estructura química (38). Para que este fenómeno ocurra, es crucial tener en cuenta la susceptibilidad de la matriz de resina a la disolución (39). El etanol, en su función de limpieza, elimina residuos y aceites, lo que eleva la fuerza de unión en un 12 % (40).

Para obtener resultados de rugosidad ligeramente mayor en los postes de vidrio en comparación al cuarzo se considera al etanol como un tratamiento exitoso. Los materiales que se encuentran inmersos en base de resina de alcohol pueden tener resultados de ablandamiento en el material (41).

Por otro lado, las fibras de vidrio no sufren fracturas ni daños al estar expuestos al etanol. Al examinarlas mediante micrografías SEM de vistas longitudinales, se observan disoluciones superficiales similares, con una pequeña matriz de composite UDMA, lo que expone una parte superficial de fibras que ayuda a la retención micromecánica. Esto genera una unión ideal entre el cemento de resina y el poste, lo que conlleva a un aumento significativo en la unión entre los cementos de composite y el poste silanizado de UDMA. Sin embargo, se debe considerar el posible impacto negativo del tipo de cemento empleado (41).

2.13.3. Cloruro de metileno

El diclorometano, también conocido como cloruro de metileno, se caracteriza por ser un solvente altamente eficaz para el composite termoplástico. Al aplicarlo, elimina la superficie de los postes que contienen una matriz de PMMA, lo que expone las fibras subyacentes. Esta exposición puede ser beneficiosa para la adhesión del poste, dependiendo del comportamiento de la matriz (41).

2.13.4. Ácido fosfórico

Es un material adecuado para el grabado de la dentina y el esmalte en el proceso de unión de resina. Además, su conveniencia radica en que suele estar siempre al alcance del operador en el ámbito clínico (42). Dicho ácido es utilizado para grabar en la superficie de los dientes ciertas concertaciones que van del 30 al 50%. En conclusión, se emplea un 37% del ácido fosfórico en la utilización de grabado en la superficie del diente, empleado por un tratamiento superficial de fibra, Se obtienen resultados que muestran una superficie

relativamente lisa, con afectaciones limitadas principalmente en la parte superficial de la matriz de composite del poste.

El tratamiento con ácido fosfórico presenta similitudes con los empleados con etanol; por ende, el etanol no solo desempeña funciones de limpieza, sino que también se orienta a excluir cualquier manera de contaminación orgánica que puedan adherirse al poste, las cuales podrían comprometer la resistencia de la unión y los materiales adhesivos (42).

Sin embargo, los tratamientos realizados con ácido fosfórico no se consideran completamente efectivos para eliminar por completo la matriz, lo que implica que aún queden huecos en la superficie del poste. Para abordar esta situación, se utiliza silano y/o resina sin relleno para cubrir estos huecos, para una mejor resistencia en la unión (21).

2.13.5. Ácido Fluorhídrico

En el campo de la odontología, es un ácido altamente corrosivo y reactivo, utilizado para grabar la cerámica vítrea dental con un fin de mejorar la retención micro mecánica con el cemento de resina de fijación (43). Se propone utilizar materiales cerámicos para el grabado de postes de fibra, ya que fueron comparables con las fibras de vidrio y el cuarzo en términos de eficacia y resultados (44). Además de considerar el grabado como un limpiador de óxidos e impurezas, se puede eliminarlos de ciertas superficies metálicas sin necesidad de disolución.

Para que el ácido fluorhídrico tenga reacciones en el tetrafluoruro silano y agua, es necesario que actúe en la parte superficial de la fibra de vidrio, específicamente en los enlaces de SiO₂. Sin embargo, algunos estudios han criticado su uso debido a su naturaleza altamente corrosiva y radical (45).

CAPÍTULO III.

3. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El estudio propuesto se considera cuasiexperimental debido a la falta de aleatorización en la asignación a los grupos de tratamiento y control. Además, se clasifica como descriptivo, porque busca analizar los efectos del ácido fluorhídrico en la superficie de los postes de fibra de vidrio, y exploratorio, porque busca identificar posibles relaciones causales y diferencias entre los grupos de tratamiento y control.

También se indica que el estudio es cuantitativo porque se midió numéricamente el grado de cambio en la superficie de los postes de fibra de vidrio después del tratamiento con ácido fluorhídrico.

No se manipuló activamente la variable independiente (la aplicación del ácido fluorhídrico) para observar el cambio en la variable dependiente.

3.2. Población y Muestra

La población de estudio consistió en los postes de fibra de vidrio. Se seleccionó una muestra representativa de estos postes para el experimento. El tamaño de la muestra fue de 45 postes de fibra de vidrio de diámetro N°3 marca Angelus, los cuales fueron sometidos al ácido fluorhídrico al 9% marca Ultradent. Por consiguiente, la muestra de estudio fue de tipo intencional no probabilística por conveniencia.

3.3. Criterios de Selección

Todos los postes de fibra de vidrio utilizados en el estudio deben ser de la misma marca y modelo para asegurar la homogeneidad en el experimento. Se eliminarán aquellos que tengan una previa silanización, defectos visibles o daños anteriores.

3.4. Entorno

El estudio In Vitro se realizó en la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), el laboratorio está ubicado en la facultad de mecánica, las pruebas se realizaron mediante el microscopio electrónico de Barrido.

3.5. Técnicas e Instrumentos

La técnica principal será el tratamiento in vitro de las muestras con ácido fluorhídrico. Para medir los cambios en la superficie del poste, se pueden utilizar instrumentos como el microscopio electrónico de barrido (SEM).

3.6. Análisis Estadístico

Mediante un análisis estadístico se obtuvo resultados para determinar si la aplicación del ácido fluorhídrico tuvo un efecto significativo en la superficie de los postes de fibra de vidrio. Se aplicaron pruebas estadísticas como la de ANOVA, según el diseño y la cantidad de grupos comparativos. Los datos procesados fueron utilizados mediante el programa estadístico SPSS versión 27.

3.7. Intervenciones

Fase 1. Gestión administrativa

Se redactó un oficio de gestión solicitando el uso del SEM en el área de laboratorios de la Facultad de Mecánica de la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL). Tras obtener la autorización correspondiente, se procedió a medir las porosidades obtenidas en cada poste según el tiempo de grabado.

Se realizó la cancelación del ensayo a la Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)

Fase 2. Elaboración muestras de resinas

Se adquirido por cada grupo de tiempo 15 muestras de la marca Angelous.

Fotografía 1 Poste de fibra de vidrio marca Angelous diámetro #3



Fotografía 2 Grupo de 20 seg



Fotografía 3 Grupo de 40 seg



Fotografía 4 Grupo de 60 seg



Fase 3: Aplicación del agente (Ácido fluorhídrico)

Se aplicó el ácido fluorhídrico al 9% de la marca Ultradent, en los postes de fibra de vidrio según su tiempo correspondiente que son 20 seg, 40 seg, 60 seg.

Fotografía 5 Ácido fluorhídrico Ultradent



Fotografía 6 Grupo de 20 seg



Fotografía 7 Grupo de 40 seg



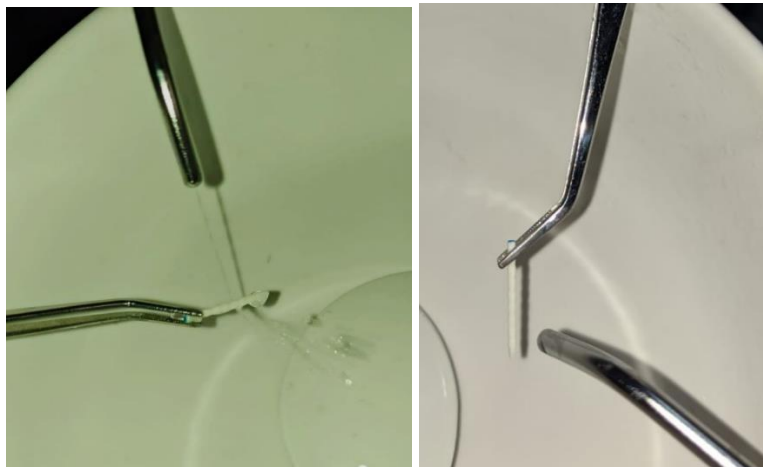
Fotografía 8 Grupo de 60 seg



Fase 4: Lavado y secado del agente (Ácido fluorhídrico)

Se realizó el lavado a chorro para la eliminación de residuos del ácido fluorhídrico mediante la jeringa triple y posterior secado.

Fotografía 9 Lavado y secado de los Grupo de 20 seg, 40 seg y 60 seg

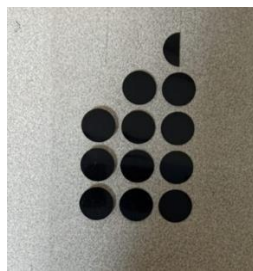


Fase 5: Preparación para la medición de rugosidad superficial

Fotografía 10 Colocación del pin en un porta muestras de metal



Fotografía 11 Disco de carbono, para mejorar la conducción eléctrica entre el material base y el porta muestras.



Fotografía 12 Preparación de pintura de plata para una mejor adhesión del poste de fibra



Fotografía 13 Recubrimiento de pintura de plata en el pin y colocación de postes de fibra de vidrio



Fotografía 14 Máquina para recubrimiento de oro-paladio



Fotografía 15 Colocación del pin con los postes en la máquina para el recubrimiento de oro-paladio en un tiempo determinado de 7 minutos



Fotografía 16 Postes recubiertos de oro-paladio.

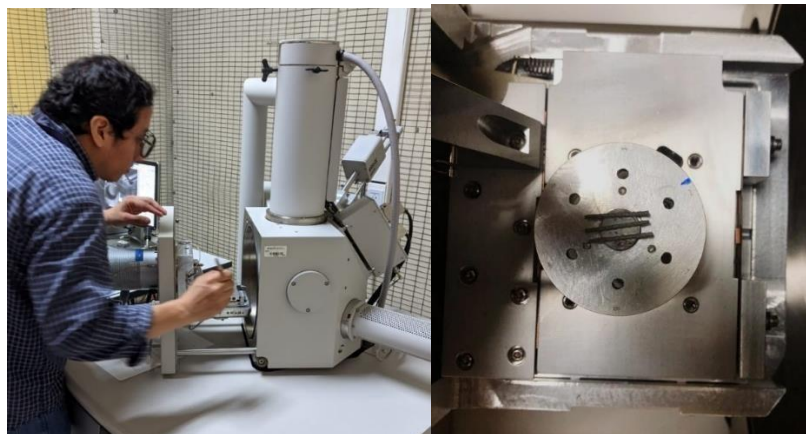


Este tratamiento se usa para mejorar la conductividad eléctrica del material y poder hacer altas magnificaciones con el fin de obtener una mejor resolución de las imágenes:

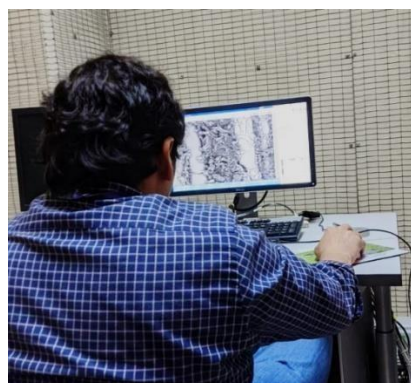
Fotografía 17 Microscopio electrónico de barrido



Fotografía 18 Colocación del porta muestras con los postes previamente recubiertos en el microscopio electrónico de barrido



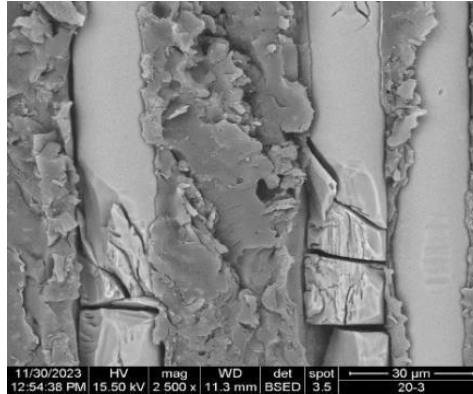
Fotografía 19 Visualización de la rugosidad en cada poste según su grupo correspondiente:



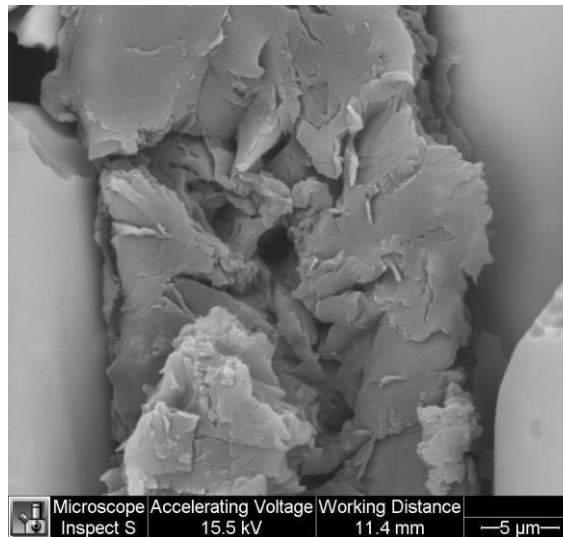
Fase 6: Medición de la rugosidad superficial

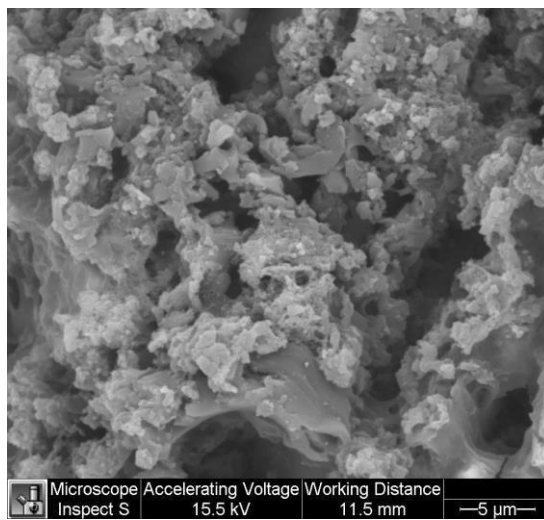
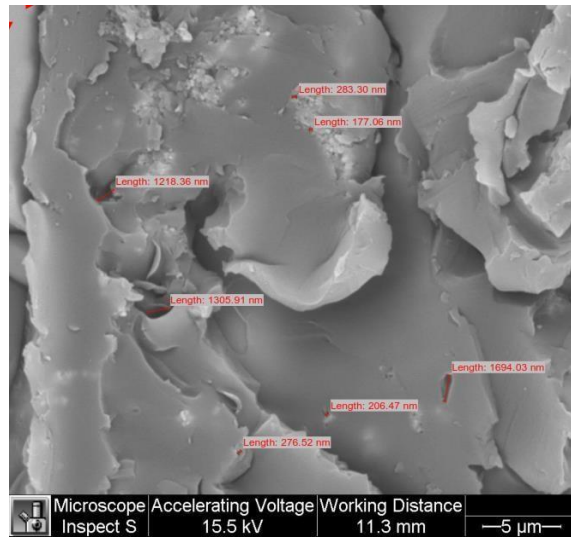
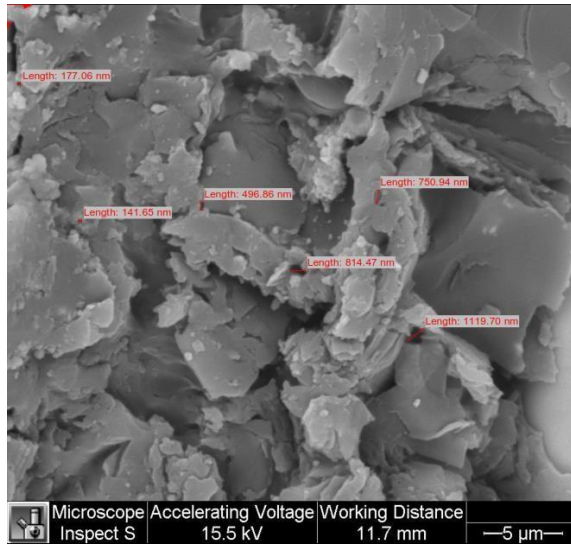
Se utilizó el microscopio de barrido electrónico, lo cual se puede visualizar las mediciones de las porosidades existentes en cada poste, según el tiempo correspondiente.

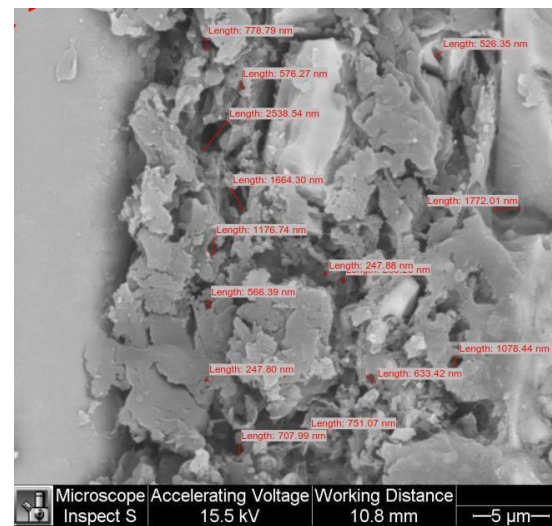
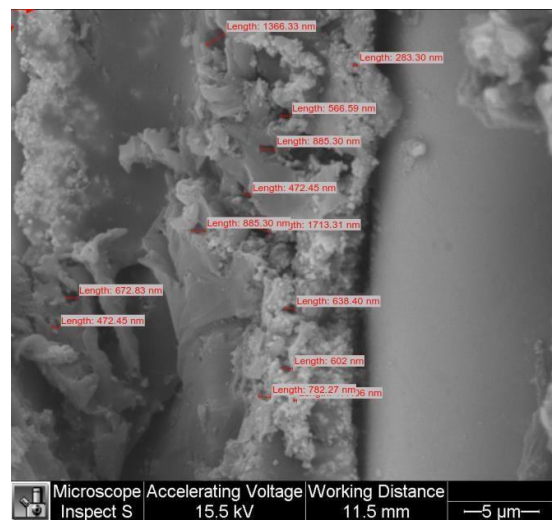
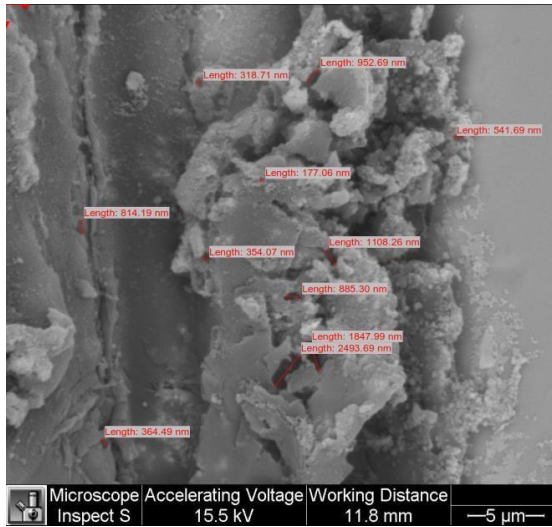
Fotografía 20 Poste testigo



Fotografía 21 Medición de la rugosidad del grupo de 20seg, 40seg y 60seg







3.8. Operacionalización de las Variables

Tabla 1 Variable independiente: Acido fluorhídrico .

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Solución acuosa que contiene iones de fluoruro y de hidrógeno. Se utiliza para atacar el vidrio.	Concentración	Molaridad (moles/litro) Densidad	Observación	Lista de cotejo (Bitácora de laboratorio)

Tabla 2. Variable dependiente: Rugosidad en los postes de fibra de vidrio

Conceptualización	Dimensión	Indicador	Técnica	Instrumento
Medida de la aspereza de la superficie de un material. Se refiere a las pequeñas protuberancias e irregularidades en la superficie de un objeto.	- Altura promedio de las protuberancias	- Micras (μm). Medido con rugosímetro. - Factor de rugosidad R_{max} - Rugosidad media R_a	Observación	Lista de cotejo (Bitácora de laboratorio)

CAPITULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSION

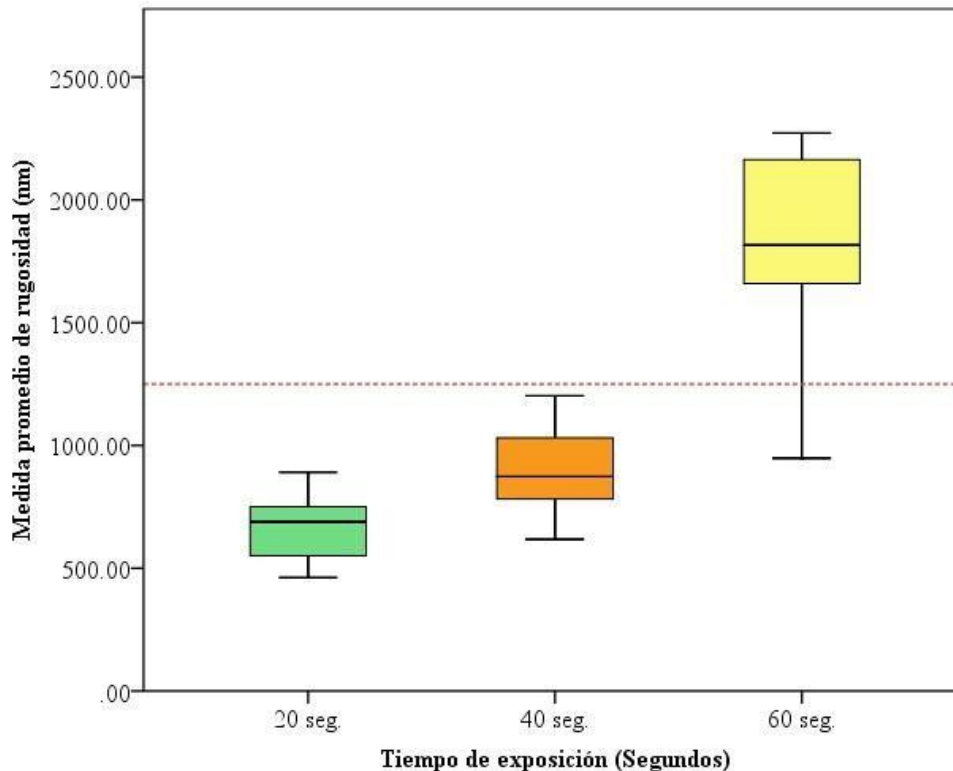
4.1. Resultados

4.1.1. Efecto del ácido fluorhídrico sobre la superficie de postes de fibra de vidrio en diferentes tiempos de grabado

Tabla 2 Descriptivos de rugosidad superficial en los diferentes tiempos de exposición

Tiempo de exposición (Segundos)	Medida promedio de rugosidad (nm)				
	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
20 seg.	666.09	689.00	±138.46	461.89	890.46
40 seg.	902.97	873.98	±174.25	617.28	1203.02
60 seg.	1784.39	1816.52	±460.69	947.92	2272.63

Gráfico 7 Comparación entre los tiempos de exposición



Análisis:

El análisis de la tabla 1 revela tendencias claras en la rugosidad superficial de los postes de vidrio expuestos a ácido fluorhídrico durante diferentes tiempos. La media y la mediana de la rugosidad aumentan consistentemente con el tiempo de exposición, indicando un efecto significativo del ácido en la superficie de los postes. Además, la mayor desviación estándar y el aumento en el rango sugieren una mayor variabilidad en los datos a medida que aumenta el tiempo de exposición. La presencia de valores extremos tanto en el mínimo como en el máximo indica que algunos postes experimentan cambios más drásticos en la rugosidad que otros. La exposición al ácido fluorhídrico impacta notablemente la rugosidad superficial, siendo crucial considerar la variabilidad individual de los postes al diseñar estrategias de mantenimiento o protección.

4.1.2. Cambios morfológicos en la superficie de postes de fibra de vidrio después de someterlos a diferentes tiempos de grabado ácido con ácido fluorhídrico.

Prueba de contrastación de hipótesis para determinar si los cambios morfológicos en relación con los tiempos de grabado afectan significativamente la superficie de las muestras.

H₀: No existen diferencias significativas entre los cambios morfológicos (Medidos en nm) de los postes de fibra de virio en comparación con los tiempos de grabado ácido.
IC = 95%

Erro r=
5%

Decisión: Si $p \leq 0,05$ rechazar la H₀

Tabla 3 Prueba de ANOVA

Medida promedio de rugosidad (nm)	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10417922	2	5208961.1	59.696	0,00
Dentro de grupos	3664823.3	42	87257.698		
Total	14082745	44			

Tabla 4 Comparaciones múltiples

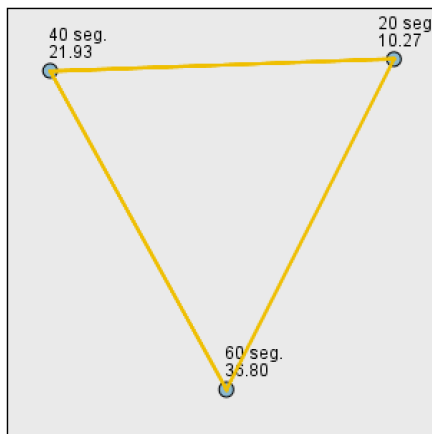
Variable dependiente: Medida promedio de rugosidad (nm)

	(I) Tiempo de exposición (Segundos)	(J) Tiempo de exposición (Segundos)	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%		
							Límite superior	
							Límite inferior	
T3 Dunnett 90.9118	20 seg.	40 seg.	-236.88400*	57.46558	0.001	-382.8562	-	
		60 seg.	-1118.29533*	124.20702	0,00	-1446.362	-	
							<u>790.2289</u>	
	40 seg.	20 seg.	236.88400*	57.46558	0.001	90.9118		
		60 seg.	-881.41133*	127.17469	0,00	-1214.581	-	
							<u>548.2415</u>	
60 seg.	20 seg.	1118.29533*	124.20702	0,00	790.2289	1446.3618		
	40 seg.	881.41133*	127.17469	0,00	548.2415	1214.5812		

* La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

Gráfico 8. Comparaciones por parejas

Comparaciones por parejas de Tiempo de exposición (Segundos)



Cada nodo muestra el rango promedio de muestra de Tiempo de exposición (Segundos).

Muestra 1-Muestra 2	Estadístico de prueba	Error estándar	Estadístico de prueba estándar	Sig.	Sig. ajust.
20 seg.-40 seg.	-11.667	4.796	-2.433	.015	.045
20 seg.-60 seg.	-26.533	4.796	-5.533	.000	.000
40 seg.-60 seg.	-14.867	4.796	-3.100	.002	.006

Cada fila prueba la hipótesis nula de que las distribuciones de la muestra 1 y la muestra 2 son iguales. Se muestran las significaciones asintóticas (pruebas bilaterales). El nivel de significación es .05.

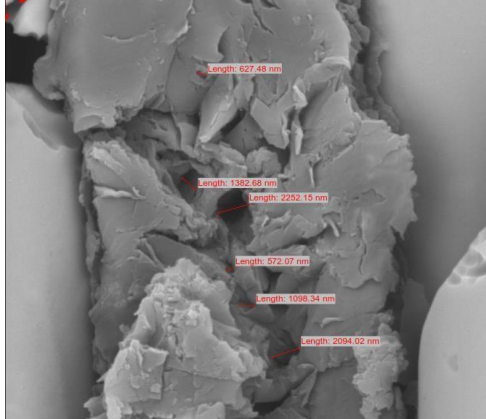
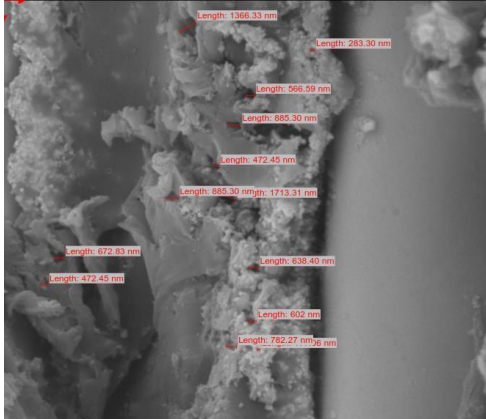
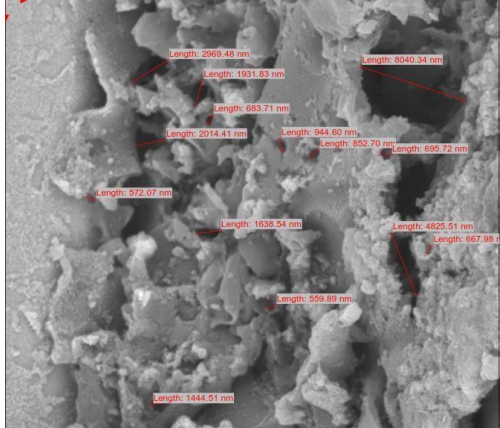
Análisis:

El análisis de varianza (ANOVA) revela estadísticas diferentes entre los grupos en relación con la medida promedio de rugosidad (nm). La suma de cuadrados entre grupos es de 10,417,922, con un estadístico F de 59.696 y un valor p de 0.00, indicando una variación significativa. Por otro lado, la suma de cuadrados dentro de grupos es de 3,664,823.3. En conjunto, estos resultados respaldan la conclusión de que la variabilidad observada entre los grupos es considerable y no atribuible al azar, validando la existencia de diferencias significativas en la rugosidad entre las condiciones o tratamientos aplicados entre los diferentes tiempos de grabado ácido.

El análisis de comparación de medias utilizando la prueba de Dunnett revela diferencias significativas en la medida promedio de rugosidad (nm) entre diferentes tiempos de exposición. En comparación con el tiempo de exposición de 20 segundos, se observa una disminución significativa de -236.884 en la rugosidad a los 40 segundos y una disminución aún más pronunciada de -1118.295 a los 60 segundos. De manera similar, cuando se compara el tiempo de exposición de 40 segundos con el de 20 segundos, se evidencia un aumento significativo de 236.884 en la rugosidad, mientras que, en comparación con el tiempo de exposición de 60 segundos, se registra una disminución significativa de -881.411. Asimismo, al comparar el tiempo de exposición de 60 segundos con el de 20 segundos, se observa un aumento significativo de 1118.295, y frente al tiempo de exposición de 40 segundos, se muestra una disminución significativa de -881.411. Todas estas diferencias de medias son estadísticamente significativas a un nivel de significancia del 0.05. Estos resultados resaltan la influencia significativa del tiempo de exposición en la rugosidad superficial de los materiales analizados.

4.1.3. Análisis de la superficie de los postes de fibra de vidrio luego de someterlos a diferentes tiempos de grabado ácido con ácido fluorhídrico.

Tabla 5 Comparaciones fotográficas de la superficie del poste por cada grupo de tiempo

	Tiempo de grabado ácido fluorhídrico	Fotografías
8000x	20 seg	
8000x	40 seg	
8000x	60seg	

Análisis:

Se observa un cambio significativo en la superficie de cada poste, en el tiempo de 20 seg se aprecia la formación de pequeñas porosidades, en el de 40 seg dichas porosidades son más abundantes y grandes, finalmente el grupo de 60 seg presenta poros más profundos y extensos.

4.2.Discusión

Los hallazgos de este estudio muestran la rugosidad superficial de los postes de fibra de vidrio después de ser sometidos a un procedimiento con ácido fluorhídrico al 9%. A los 20 segundos, se registra un valor de 689 nm, evidenciando una porosidad reducida; a los 40 segundos, se obtiene un valor de 873.98 nm con un rango medio de porosidad, y a los 60 segundos, se alcanza un valor de 1816.52 nm, indicando una alta porosidad. Al comparar estos resultados con la investigación de Bunces y Garrido (2021), Se nota una tendencia similar de aumento en la rugosidad superficial de los laminados de resina prepolimerizada conforme aumenta el tiempo de grabado con ácido fluorhídrico al 9%. Estos autores registraron valores de 540, 690 y 890 nanómetros para los tiempos de 5, 15 y 20 segundos, respectivamente. (6) La consistencia entre ambos estudios resalta la influencia directa del tiempo de grabado en la superficie de los materiales estudiados.

Adicionalmente, se encuentra respaldo en el estudio de Cunha (2011), que aborda la relación entre rugosidad de superficie y fuerza de cizallamiento en materiales dentales. Se destaca que, inicialmente, un aumento leve en la rugosidad conlleva a un significativo incremento en la resistencia de la unión. No obstante, a partir de un valor de rugosidad considerado crítico, se establece que la fuerza de unión tiende a estabilizarse. Esta correlación subraya la importancia de la rugosidad en la integridad de las uniones en materiales dentales, respaldando los hallazgos de la presente investigación y fortaleciendo la coherencia global en la literatura científica. (46)

Se observaron cambios morfológicos en la superficie de los postes de fibra de vidrio luego de ser sometidos a diferentes períodos de grabado ácido. Se observó una disminución de la porosidad en el intervalo de 20 a 40 segundos, con una diferencia significativa de 11.667 nm. En el rango de 40 a 60 segundos, se registró una diferencia significativa de 14.867 nm. Asimismo, en el intervalo completo de 20 a 60 segundos, se identificó una diferencia significativa máxima de 26.533 nm, atribuida a la formación de porosidad

más extensas que ocasionan una mayor destrucción en la superficie de los postes de fibra de vidrio.

Según lo que indica Guevara (2021), la exposición prolongada al ácido fluorhídrico resulta en una mayor corrosión de la matriz vítrea de la cerámica mientras el ácido permanezca presente. Sin embargo, un exceso de tiempo de grabado puede llevar a una degradación excesiva de la superficie, provocando una disminución en la retención micromecánica y, por ende, en la resistencia adhesiva (47). Estos hallazgos concuerdan con los resultados reportados.

A través del análisis fotográfico llevado a cabo los resultados del estudio realizado por Ortega, Girón, León y Llerena, utilizando un SEM con una magnificación de 8000x, revelaron la presencia de varios microporos en la matriz vítrea de los postes de fibra de vidrio. Estos microporos están diseñados específicamente para proporcionar micro retención. Además, se examinó un número significativo en la rugosidad de la superficie de los postes de fibra de vidrio, junto con una exclusión parcial de la matriz del composite, en proporción al aumento en el tiempo de exposición al grabado ácido (2022), las imágenes obtenidas revelaron principalmente la presencia de fibras agrietadas, desprendimiento parcial de fibras, dilución parcial de la matriz de resina, así como fracturas y exposición de las fibras de vidrio (48). Estos resultados coinciden de manera significativa con las observaciones derivadas de las fotografías analizadas en el presente estudio.

CAPITULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

El análisis de la superficie del poste reveló la rugosidad resultante de la formación de múltiples porosidades debido al grabado ácido sobre la matriz vítrea. Se observó que un tiempo de 20 segundos produjo una medición de porosidad de 689 nm, lo que generó una rugosidad óptima para una unión ideal con el agente cementante. Por otro lado, el tiempo de 60 segundos resultó en una medición de porosidad de 1816.52 nm, indicando la formación de porosidades extensas y profundas, lo cual se considera excesivo y puede afectar la resistencia y la unión al material.

Los cambios morfológicos en las muestras fueron evaluadas mediante un análisis de varianza (ANOVA), revelando la formación de diversas porosidades con variados tamaños y profundidades. Estas porosidades exhibieron una clara dependencia del tiempo de grabado, con un nivel de significación máximo alcanzado a los 60 segundos y un nivel de significación mínimo a los 20 segundos.

El análisis fotográfico ha evidenciado de manera concluyente las alteraciones morfológicas en la superficie de los postes de fibra de vidrio después del grabado con ácido fluorhídrico en diferentes intervalos de tiempo. Se observa que, a los 60 segundos de exposición, se presentaron porosidades de considerable profundidad, mientras que a los 20 segundos se registró una cantidad más limitada de poros. Ambos intervalos mostraron una eliminación parcial de la matriz vítrea, fractura de fibras y un incremento notable en la rugosidad superficial. Estos resultados resaltan la influencia significativa que el tiempo de grabado tuvo en la morfología y estructura de los postes de fibra de vidrio, con implicaciones importantes para su aplicación en campos como la biomédica y disciplinas relacionadas.

5.2. Recomendaciones

Se recomienda establecer protocolos de grabado con ácido fluorhídrico al 9% basados en intervalos de tiempo específicos, cuidadosamente determinados a través de estudios adicionales, con el objetivo de optimizar la rugosidad superficial sin exceder un umbral crítico. Esta práctica permitirá mejorar la calidad y durabilidad de las restauraciones dentales, garantizando un rendimiento óptimo a lo largo del tiempo.

Basados en los resultados obtenidos, se sugiere tomar en cuenta con precaución el tiempo de exposición al ácido fluorhídrico durante el grabado de los postes de fibra de vidrio. La variación en la profundidad y cantidad de porosidades, junto con la exclusión parcial de la parte vítrea y la fractura de las fibras, destacan la sensibilidad de la morfología superficial a diferentes intervalos de tiempo.

En términos prácticos, se sugiere optimizar el tiempo de grabado para alcanzar un equilibrio entre la creación de micro retenciones deseables y la preservación de la integridad estructural. Es crucial evitar tiempos excesivamente prolongados, esto puede conducir a una degradación excesiva, disminuyendo la retención micromecánica y afectando la resistencia adhesiva.

También es aconsejable llevar a cabo estudios adicionales para examinar el efecto de estas modificaciones morfológicas en las propiedades mecánicas y de adhesión de los postes de fibra de vidrio en contextos específicos de aplicación. Esto contribuiría a una comprensión más completa de la relación entre el grabado y el rendimiento final del material, lo que permitiría realizar ajustes más precisos y eficaces en futuras aplicaciones prácticas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Carvajal E. Irrigación del conducto radicular y tratamiento de superficie de pernos de fibra, previo a la cementación: revisión de tema. *Revista Odontológica Colombiana*. 2019; 9(1): p. 97-108.
2. Estrada M. Reconstrucción del diente endodonciado con postes colados o espigas de fibra. Revisión bibliográfica. *Revista Avances en Odontoestomatología*. 2016; 32(6).
3. Dominguez S, Castillo , Ramos , Roz. Evaluación de la resistencia adhesiva entre el poste de fibra de vidrio y el muñón de resina utilizando diferentes tratamientos de superficie. *Revista Estomatol Herediana*. 2017 Septiembre; 27(2).
4. Jiménez Bravo CJ. Tiempos de exposición del ácido fluorhídrico y sus efectos en restauraciones cerámicas. Cuenca;; 2021.
5. Thoms G, González B, Salgado M. Influence of surface treatment time with hydrofluoric acid of VITA VM13 porcelain on tensile bond strength to a luting resin cement. In vitro study. *Revista clínica de periodoncia, implantología y rehabilitación oral*. 2012; 5(3): p. 117-121.
6. Bunces L, Garrido Á. Efecto del tiempo de grabado con ácido fluorhídrico en láminas de resina prepolimerizada. *Revista Odontología*. 2022; 24(1).
7. Vilcapoma H. Uso de un poste y núcleo de fibra de vidrio compuesto fabricamos con CAD/CAM para restaurar un diente tratado endodónticamente. *Revista Estomatológica Herediana*. 2019; 29(3).
8. Saravia M, Bernal A. Estudio sobre los diferentes tiempos de acondicionamiento previo al sistema adhesivo universal en dentina de dientes de bovino. *Revista Estomatológica Herediana*. 2021; 31(2).
9. Galdames B, Brunoto M, Marcus N, Grandon F, Priotto E. Diferentes Protocolos de Grabado Ácido en Dentina; Estudio Micromorfológico. *Revista Clinica Periodoncia Implantol Rehabilitación Oral*. 2018; 11(2): p. 91-97.

10. Lima L, Rodríguez I, Maso M. Eficiencia de la técnica paso- atrás en tratamientos de endodoncia en una sesión. *Revista Cubana Estomatol.* 2019; 56(1): p. 2-12.
11. Zarir R, Preethi B, Ajaykumar N, Mahajan D, Sushma K, Viraj N. Comparative evaluation of the effect of surface treatment of fiber - reinforced post and prefabricated metal post on adhesion of a resin- based luting cement: An in vitro study. *National Center for Biotechnology Information.* 2019; 22(3): p. 245-248.
12. Segura J, Cisneros R, Forner L, Borja Z. Recomendaciones de la asociación española de endodoncia sobre el uso de antibióticos en endodoncia. *Revista oficial de la Asociación Española de Endodoncia.* 2020; 38(1).
13. Huacon V. Rehabilitación Integral en Odontología. *Revista Científica.* 2019; 5(1): p. 713-721.
14. Boschian L, Cavalli G, Bertani P, Gagliani M. Adhesive post-endodontic restorations with fiber post: Push-out tests and SEM observations. *Dental Materials.* 2003; 18(8): p. 596-602.
15. Campaña G. Repositorio Universidad Nacional de Chimborazo. [Online].; 2020. Available from: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/7211/1/8.%20TESIS-GABRIELA%20LUCIA%20CAMPA%C3%91A%20MORA.pdf>.
16. Sumitha M, Kothandaraman R, Sekar M. Evaluation of post-surface conditioning to improve interfacial adhesion in post - core restorations. *National Center for Biotechnology Information.* 2011; 14(1): p. 28-31.
17. Cassio R, Soares T, Lang L, Teich S, Weber S, Mowafy O, et al. Microtensile bond strength between a UDMA fiber post and different resin cements: Effect of pre-surface treatment. *National Center for Biotechnology Information.* 2016; 35(1): p.923-928.

18. Prithviraj , Soni R, Ramaswamy S, Shruthi. Evaluation of the effect of different surface treatments on the retention of posts: A laboratory study. *Indian Journal of Dental Research*. 2010; 21(2): p. 201-206.
19. Kulunk S, Kulunk T, Yenisey M. Effects of different surface pre- treatments on the bond strength of adhesive resin cement to quartz fiber post. *National Center of Biotechnology Information*. 2012; 70(6): p. 47-54.
20. Shori D, Pandey S, Kubde R, Rathod Y, Atara R, Rathi S. To evaluate and compare the effect of different Post Surface treatments on the tensile bond strength between Fiber Post and Composite Resin. *National Center for Biotechnology Information*. 2013; 5(5): p. 27-32.
21. Cecchin D, Farina A, Pino R, Ratto R, Bacchi A, Oro A. Acid Etching and Surface Coating of Glass-Fiber Posts: Bond Strength and Interface Analysis. *Brazilian Dental Journal*. 2016; 27(2).
22. Alshahrani A, Albaqami M, Naji Z, Al-Khunein Y, Alsubaie K, Alqahtani A, et al. Impact of different surface treatment methods on bond strength between fiber post and composite core material. *National Center for Biotechnology Information*. 2021; 33(6): p. 334-341.
23. Aksornmuang J, Chuenarrom C, Chittithaworn N. Effects of various etching protocols on the flexural properties and surface topography of fiber-reinforced composite dental post. *National Center for Biotechnology Information*. 2017; 36(5): p. 614-621.
24. Prado M, Marques J, Pereira G, Da Silva E, Simão R. Evaluation of different surface treatments on fiber post cemented with a self-adhesive system. *Mater Sci Eng C Mater Biol Appl*. 2017; 1(1): p. 257-262.
25. Shafiei F, Saadat M, Jowkar Z. Effect of laser heat treatment on Pull-out bond strength of fiber posts treated with defferent silanes. *National Library of Medicine*. 2018; 10(5).

26. Tuncdemir A, Yildirim C, Güller F, Ozcan E, Usumez A. The effect of post surface treatments on the bond strength of fiber posts to root surfaces. *Laser Medical Science*. 2013; 28(1): p. 8-13.
27. Yagci F, Ustun Y, Zortuk M, Agirnasligil M. Effect of Sterilization on Bond Strength and Mechanical Properties of Fiber Posts. *Journal Adhes Dental*. 2019; 21(2): p. 143-148.
28. Graiff L, Rasera L, Calabrese M, Vigolo P. Bonding effectiveness of two adhesive luting cements to glass fiber posts: pull-out evaluation of three different post surface conditioning methods. *Instrumental Journal Dental*. 2014; 1(1).
29. Zahra K. Effect of ascorbic acid, ethanol and acetone on adhesion between the treated fiber posts and composite resin cores. *Journal Adv Prosthodont*. 2012; 4(4): p. 187-191.
30. Khoroushi M, Mazaheri H, Tarighi P, Samimi P, Khalighinejad N. 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(4).
31. Naves L, Ribeiro F, Guimarães , Correia A, Soares A, Estrela C, et al. Surface treatment of glass fiber and carbon fiber posts: SEM characterization. *Microsc Res Tech*. 2011; 74(12).
32. Rodrigues G, Pereira F, Oliveira A, Faria A, Moraes R, Resende V, et al. An Experimental Thermally Deposited Coating for Improved Bonding to Glass-fiber Posts. *Journal Adhes Dental*. 2017; 19(1): p. 49-57.
33. Al-Qahtani A, AlZain S, AlHamdan E, Tulbah H, Al Alsheikh H, Naseem M, et al. A comparative evaluation of the effect of phototherapy of fiber post on its bond strength to dental composite. *Photodiagnosis Photodyn Ther*. 2018; 1(1): p. 228-231.
34. Sousa M, Cavalcanti E. Fiber post etching with hydrogen peroxide: effect of concentration and application time. *Journal Endod*. 2011; 37(3): p. 398-402.

35. Taleblan R, Khamverdi Z, Nouri M, Kasraei S. Effect of ascorbic acid on bond strength between the hydrogen peroxide-treated fiber posts and composite resin cores. *Journal Conserv Dent*. 2014; 17(3): p. 220-224.
36. Cadore A, Guilardi L, Wandscher V, Pereira G, Vlandro L, Rippe M. Surface treatments of a glass - fiber reinforced composite: Effect on the adhesion to a composite resin. *Journal Prosthodont Res*. 2020; 64(3): p. 301-306.
37. Rodrigues A, Oliveira A, Dos Santos P, Ratto R. Chemical cleaning agents and bonding to glass - fiber post. *Braz Oral Res*. 2013; 27(1): p. 70-2.
38. Belwalkar V, Gade J, Mankar N. Comparison of the effect of shear bond strength with silane and other three chemical presurface treatments of a glass fiber- reinforced post on adhesion with a resin - based luting agent: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*. 2016; 7(2).
39. Maroulakos G, Wanserski M, Wanserski M, Schuler E, Egan C, Thompson G. Effect of airborne-particle abrasion on 3 - dimensional surface roughness and characteristic failure load of fiber-reinforced posts. *Journal Prosthet Dent*. 2019; 121(3): p. 461-469.
40. Archana C, Krishna S, Yadhav S, Konagala R, Manthena S, Teja P. Effect of Surface Pretreatment and Thermal Activation of Silane Coupling Agent on Bond Strength of Fiber Posts to Resin Cement. *J Contemp Dent Pract*. 2019; 20(11): p. 293-296.
41. Ramkrishna V, Gade J, Purushottam N. Comparison of the effect of shear bond strength with silane and other three chemical presurface treatments of a glass fiber- reinforced post on adhesion with a resin-based luting agent: An in vitro study. *Contemp Clin Dent*. 2016; 7(2).
42. Daneshkazemi A, Daravi A, Askari N, Kaveh M. Effect of different fiber post surface treatments on microtensile bond strength to composite resin. *Journal Prosthet Dent*. 2016; 116(6): p. 896-901.

43. Kirmali Ö, Üstün Ö, Kapdan A, Kustarci A. Evaluation of Various Pretreatments to Fiber Post on the Push - out Bond Strength of Root Canal Dentin. *Journal Endod.* 2017; 43(7): p. 180-185.
44. Soares L, Dias K, Vasconcellos A, Sampaio E, Street A. Effects of different pretreatments on the bond strength of a dual- cure resin core material to various fiber-reinforced composite posts. *Eur Journal Prosthodont Restor Dent.* 2012; 20(1): p. 7-41.
45. Sipahi C, Piskin B, Akin G, Bektas O, Akin H. Adhesion between glass fiber posts and resin cement: evaluation of bond strength after various pre-treatments. *Acta Odontol Scand.* 2014; 72(7).
46. Deise Lima Cunha Masioli, Marco Antonio de Oliveira Almeida, Marco Antonio Masioli, José Roberto Moraes de Almeida. Avaliação do efeito de tratamentos superficiais sobre a força de adesão de braquetes em provisórios de resina acrílica. *SciELO.* 2011 Febrero; 16(1).
47. Huamán LMG. Análisis in vitro de la resistencia adhesiva del disilicato de litio usando diferente concentración y tiempo de aplicación de ácido. Tesis Doctoral. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, Odontología; 2021. Report No.: 71.
48. Myriam Rosmery Ortega Condori SNGMRALMLCLP. Estudio comparativo de los diferentes acondicionamientos de superficie sobre las propiedades de flexión y análisis topográfico de los postes de fibra de vidrio. *Revista Estomatológica Herediana.* 2022 Diciembre; 32(4).