



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EFFECTO DEL PERÍODO DE FOTOACTIVACIÓN EN LA FUERZA DE ADHESIÓN DE POSTES FIBRA DE VIDRIO A LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO DIFERENTES CEMENTOS DUALES

**Línea de investigación:
Biomateriales**

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Ramos Trujillo, Nicole Allyson

Asesora

García Rupaya, Carmen Rosa
ORCID: 0000-0003-0657-6011

Jurado

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

Chiong Lam, Lucy Del Pilar

Sánchez León, Jairo

Lima - Perú

2026



EFFECTO DEL PERÍODO DE FOTOACTIVACIÓN EN LA FUERZA DE ADHESIÓN DE POSTES FIBRA DE VIDRIO A LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO DIFERENTES CEMENTOS DUALES

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	16%	5%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
3	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	1%
4	Submitted to Universitat Internacional de Catalunya Trabajo del estudiante	1%
5	Submitted to Universidad Catolica de Santo Domingo Trabajo del estudiante	1%
6	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%
7	docplayer.es Fuente de Internet	<1%
8	repositorio.unfv.edu.pe:8080 Fuente de Internet	<1%
9	Submitted to Universidad Complutense de Madrid Trabajo del estudiante	<1%
10	Submitted to Universidad de Huanuco Trabajo del estudiante	<1%



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

EFFECTO DEL PERÍODO DE FOTOACTIVACIÓN EN LA FUERZA DE ADHESIÓN DE POSTES FIBRA DE VIDRIO A LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO DIFERENTES CEMENTOS DUALES

Línea de Investigación:

Biomateriales

Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Autora

Ramos Trujillo, Nicole Allyson

Asesora

García Rupaya, Carmen Rosa

ORCID: 0000-0003-0657-6011

Jurado

Alvitez Temoche, Daniel Augusto

Chiong Lam, Lucy Del Pilar

Sánchez León, Jairo

Lima-Perú

2026

DEDICATORIA

A mi madre, padre y hermano dedico con honor esta investigación. Sin ustedes nada de lo que he logrado hasta el momento hubiera sido posible. Son un ejemplo para mí y todo mi amor y respeto estará siempre con ustedes.

AGRADECIMIENTO

Gracias a Dios y a mi madre que me cuidan desde el cielo, gracias a los esfuerzos de mi familia que en ningún momento permitieron que desistiera en lograr mis objetivos y siempre me han acompañado, sosteniendo mi mano firmemente, en cada etapa. Así que confiaré en que continuaremos juntos en este camino que recién empieza.

Agradezco también a los docentes y amigos que contribuyeron y me brindaron su apoyo para poder concretar esta investigación.

ÍNDICE

RESUMEN	ix
ABSTRACT.....	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.2. Antecedentes	4
1.3. Objetivos	10
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	10
1.3.2. <i>Objetivos específicos</i>	10
1.4. Justificación.....	11
1.4.1. <i>Teórica</i>	11
1.4.2. <i>Metodológica</i>	11
1.4.3. <i>Práctica</i>	12
1.5. Hipótesis.....	12
II. MARCO TEÓRICO.....	13
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	13
2.1.1. <i>Postes intrarradiculares</i>	13
2.1.2. <i>Cementos resinosos</i>	14
2.1.3. <i>Unidad de fotoactivación</i>	21
2.1.4. <i>Fuerza de adhesión</i>	23
2.1.5. <i>Prueba de Push Out</i>	23
III. MÉTODO	25
3.1. Tipo de investigación	25
3.2. <i>Ámbito temporal y espacial</i>	25
3.3. Variables.....	25

3.3.1. <i>Variable independiente</i>	25
3.3.2. <i>Variable dependiente</i>	25
3.3.3. <i>Covariable</i>	25
3.3.4. <i>Operacionalización de variables</i>	26
3.4. Población y muestra	29
3.4.1. <i>Tamaño de muestra</i>	29
3.5. Instrumentos	30
3.6. Procedimientos	30
3.7. Análisis de datos	34
3.8. Consideraciones éticas	35
IV. RESULTADOS	36
V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	42
VI. CONCLUSIONES	46
VII. RECOMENDACIONES	47
VIII. REFERENCIAS	48
IX. ANEXOS	58
9.1 Anexo A	58
9.1.1. <i>Protocolos realizados en el Taller-Clínica de Endodoncia bajo supervisión docente</i>	58
9.2 Anexo B	58
9.2.1. <i>Obtención de los ejemplares tras su limpieza y desinfección</i>	58
9.3 Anexo C	59
9.3.1. <i>Medición de la longitud radicular luego de seccionamiento coronal para estandarización de ejemplares</i>	59
9.4. Anexo D	60

9.4.1. Tratamiento de conductos de los ejemplares bovinos	60
9.5. Anexo E.....	60
9.5.1. Conformación de los espacios para los postes fibra de vidrio.....	60
9.6. Anexo F.....	60
9.6.1. Protocolo para la cementación de postes fibra de vidrio en los ejemplares bovinos	60
9.7. Anexo G	61
9.7.1. Períodos de fotoactivación aplicados durante la cementación de postes fibra de vidrio.....	61
9.8. Anexo H.....	61
9.8.1. Ejemplares bovinos con los postes cementados	61
9.9. Anexo I.....	62
9.9.1. Discos de 1mm de espesor obtenidos por cada tercio.....	62
9.10. Anexo J	62
9.10.1. Prueba de Push Out realizada en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate	62
9.11. Anexo K.....	63
9.11.1. Software empleado para el registro de valores obtenidos durante la Prueba de Push Out.....	63
9.12. Anexo L.....	64
9.12.1. Acta de aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Odontología UNFV.....	64
9.13. Anexo M	65
9.13.1. Informe de ensayo del laboratorio High Technology Laboratory Certificate.....	65

9.14. Anexo N	69
9.14.1. Carta de presentación al responsable del Taller Clínica de Endodoncia UNFV	69
9.15. Anexo O	70
9.15.1. Constancia de ejecución de los protocolos realizados en el Taller Clínica de Endodoncia	70
9.16. Anexo P	71
9.16.1. Carta de presentación al jefe del laboratorio High Technology Laboratory Certificate	71
9.17. Anexo Q	72
9.17.1. Constancia de ejecución emitida por el laboratorio High Technology Laboratory Certificate	72
9.18. Anexo R	73
9.18.1. Matriz de consistencia	73
9.19. Anexo S	76
9.19.1. Ficha de recolección de datos	76

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción y comparación del efecto de la fotoactivación inmediata en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical.....	36
Tabla 2. Descripción y comparación del efecto de la fotoactivación luego de 20 segundos en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical	37
Tabla 3. Descripción y comparación del efecto de la fotoactivación luego de 120 segundos en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical	38
Tabla 4. Descripción y comparación del efecto de la ausencia de fotoactivación en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical.....	39
Tabla 5. Comparación del efecto de los diferentes períodos de fotoactivación aplicados en la fuerza de adhesión de postes fibra de vidrio a la dentina radicular cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales.....	40

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Descripción del efecto de los diferentes períodos de fotoactivación aplicados en la fuerza de adhesión de postes fibra de vidrio a la dentina radicular cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales.....	41
--	----

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto del período de fotoactivación sobre la fuerza de adhesión de los postes fibra de vidrio cementados con diferentes cementos resinosos duales. **Método:** Un total de 40 dientes bovinos unirradiculares fueron tratados endodónticamente y obturados, se prepararon los espacios de 11mm para los postes, los cuales fueron cementados con RelyX™ U200 (3M ESPE) y TheraCem® (BISCO). Las piezas bovinas se distribuyeron en grupos según el cemento empleado y protocolo de fotoactivación aplicado: fotoactivación inmediata a la inserción del poste en el conducto radicular, fotoactivación 20 segundos después de la inserción del poste, fotoactivación 120 segundos después de la inserción del poste y en el último grupo no se aplicó fotoactivación. Para la prueba de Push-out, las piezas fueron seccionadas, obteniéndose 120 discos de aproximadamente 1mm de espesor por cada región según tercio (cervical, medio y apical) que conformaron el total de la muestra. **Resultados:** Con fotoactivación inmediata se encontraron diferencias significativas entre tercios (RelyX™ U200: $p = 0,034$; TheraCem®: $p = 0,020$) siendo el valor más alto con RelyX™ U200 en el tercio medio ($10,12 \pm 5,23$ MPa). Con fotoactivación después de 120 segundos, la fuerza de adhesión mostró diferencias significativas en el grupo RelyX™ U200 ($p = 0,010$), siendo el tercio apical el que presentó el mayor valor de adhesión ($18,26 \pm 5,41$ MPa). **Conclusiones:** Para RelyX™ U200 y TheraCem®, los mayores valores de fuerza de adhesión a la dentina radicular se observaron con la fotoactivación después de 120 segundos, siendo este el período que mejor rendimiento demostró.

Palabras clave: poste fibra de vidrio, fuerza de adhesión, fotoactivación, cemento dual

ABSTRACT

Objective: To evaluate the effect of photoactivation period on the bond strength of fiberglass posts luted with dual-curing cements. **Method:** A total of 40 single-root bovine teeth were endodontically treated and obturated, 11mm post spaces were prepared with corresponding drills. Glass fiber posts were luted with Relyx™ U200 (3M ESPE) and TheraCem® (BISCO). Those bovine teeth were splitted into groups according to the cement employed and the photoactivation protocol applied: immediate photoactivation upon insertion of the post into the root canal, photoactivation 20 seconds after post insertion, photoactivation 120 seconds after post insertion and no photoactivation. For the Push-out test, 120 slices of approximately 1-mm thickness were obtained of the cervical, middle and apical regions which conformed the sample. **Results:** For the immediate photoactivation protocol, statistical significance was set between cervical, middle and apical regions (RelyX™ U200: $p = 0,034$; TheraCem®: $p = 0,020$), the highest value was found in the middle third with RelyX™ U200 ($10,12 \pm 5,23$ MPa). For photoactivation after 120 seconds, bond strength showed significant differences in the RelyX™ U200 group ($p = 0,010$), also the apical third showed the highest bond strength value ($18,26 \pm 5,41$ MPa). **Conclusions:** The highest bond strength to root dentin values were observed with photoactivation after 120 seconds for both dual-curing cements RelyX™ U200 and TheraCem®. Therefore, delayed photoactivation 120 seconds after post insertion into the canal demonstrated the best performance.

Keywords: fiberglass post, photoactivation, bond strength, dual-curing cement

I. INTRODUCCIÓN

Los postes intrarradiculares siguen siendo una de las opciones más recomendadas para el tratamiento rehabilitador de piezas dentarias tratadas endodónticamente y con gran pérdida de estructura. Sin embargo, grande es el reto de lograr la adhesión al interior de las paredes del conducto, ya que la dentina radicular posee características morfológicas y químicas complejas. Lo que hace que el principal fallo en este tipo de tratamientos siga siendo la pérdida de adherencia del poste o la fractura del mismo comprometiendo la estructura radicular.

Respecto a ello, la evidencia demuestra las ventajas del uso de postes fibra de vidrio por sobre los previamente predominantes postes intrarradiculares metálicos. A diferencia de estos últimos, los primeros poseen un módulo de elasticidad semejante al de la dentina lo que se traduce en una favorable distribución de estrés a lo largo de la raíz, reduciendo así el riesgo de fracturas en las piezas dentarias previamente tratadas endodónticamente (Pereira et al., 2015). Además, poseen la capacidad de adherirse a cementos resinosos, mejorando así la unión de estos a la dentina radicular. Por lo que, es evidente que una apropiada adhesión de estos postes es esencial para preservar la longevidad de los procedimientos de rehabilitación que los incluyan (Faria et al., 2014).

Así, el punto crítico ocurre principalmente en la interfaz que se forma entre el cemento y dentina radicular y entre el cemento y el poste, por lo que se requiere una ejecución impecable del protocolo de cementación adhesiva.

En la actualidad, existen cementos autoadhesivos, los cuales minimizan los pasos y riesgos de estos protocolos gracias a su composición, en primera instancia presentan un bajo pH que les permite una adhesión química, seguido de un mecanismo de neutralización; sin embargo, este proceso no es inmediato. (Comba et al., 2023)

A su vez, varios de estos cementos son de curado dual, por lo que se espera que durante su activación química el material llegue a zonas que no son alcanzadas durante la

fotoactivación, haciéndose imperativo mantener el control de los tiempos empleados para no interrumpir ninguno de los procesos.

Es así que, sumado a conocer el mecanismo de unión de los cementos a la dentina y el efecto que tienen los cambios químicos y físicos durante la adhesión, resulta indispensable conocer y respetar el período de tiempo idóneo para la ejecución de cada paso de esta sensible técnica, ya que, como ha sido evidenciado en diversos estudios, un manejo inadecuado de los tiempos durante los procesos de mezclado y el inicio de la fotoactivación puede afectar al proceso de adhesión del cemento a la dentina radicular, lo que genera finalmente un impacto directo en la fijación del poste endodóntico. (Faria-e-Silva et al., 2014; Pereira et al., 2015; Comba et al., 2023)

1.1. Descripción y formulación del problema

A lo largo de los años, la Odontología ha desarrollado cambios en sus técnicas de adhesión al sustrato dentario con el fin de obtener resultados más eficaces. La restauración de un diente tratado endodónticamente no es la excepción. Desde la creación de nuevas alternativas a los, por varios años, tradicionalmente utilizados postes metálicos colados, mejorando así los materiales para la fabricación de postes, hasta los agentes cementantes con diferentes protocolos adhesivos, han ido revolucionándose.

Actualmente, una de las alternativas más usada es el poste de fibra de vidrio, principalmente debido a que posee un módulo de elasticidad parecido al de la dentina. Además, el cementado convencional ha ido siendo retado por nuevas técnicas que demuestran un rendimiento parecido o incluso superior.

Se conoce que la cementación adhesiva utiliza principalmente la capacidad que los medios de fijación poseen aumentando el área de contacto entre el poste y el remanente dentario (Cortizo et al., 2021). En consecuencia, la longevidad de las restauraciones estaría influenciada por la calidad de los agentes cementantes utilizados.

Ya que estos materiales se utilizan comúnmente en la cementación durante diversos tratamientos dentales como coronas, carillas, incrustaciones, aparatos de ortodoncia y postes endodónticos (Heboyan et al., 2023), por varios años se ha ido intentando minimizar el número de pasos empleados en sus protocolos de aplicación. Es así como surgen los tan anticipados cementos autoadhesivos.

Gracias a su composición, los cementos resinosos autoadhesivos tienen la capacidad de unirse al sustrato dentario sin la necesidad de un grabado o aplicación de adhesivo previo. Contienen monómeros de metacrilato funcionalizados con grupos ácidos carboxílicos o fosfóricos que permiten la desmineralización de tejidos duros y la creación de una capa híbrida debido a su bajo pH inicial después de ser mezclado. (Alshabib et al., 2024)

Luego, entre estos monómeros ácidos del cemento y el calcio proveniente de la hidroxiapatita del esmalte y dentina, se produce una unión química, aumentando a su vez el nivel de pH (Perdigão, 2020). No obstante, esto no ocurre inmediatamente, por lo que, debido a que la mayoría de estos cementos es de curado dual, algunos autores sugieren un tiempo de espera antes de iniciar con el proceso de fotoactivación (Comba et al., 2023). Pues, si bien la característica de polimerización dual permite que el cemento se polimerice en las regiones con insuficiente luz mediante el autocurado; una precoz fotoactivación del cemento puede resultar en un grado reducido de conversión, lo que conlleva a una menor dureza y una menor fuerza de adhesión a la dentina radicular (Alshabib et al., 2024) conocido punto crítico para la rehabilitación de dientes tratados endodónticamente con postes fibra de vidrio.

Ante esto se formula la siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál será el efecto del período de fotoactivación en la fuerza de adhesión de los postes fibra de vidrio a la dentina radicular con diferentes cementos resinosos duales?

1.2. Antecedentes

Comba et al. (2023) en su estudio *in vitro* evaluaron el efecto de tres protocolos de curado basados en diferentes períodos de autocurado y fotocurado sobre la fuerza de adhesión y la nanofiltración de postes de fibra cementados con cementos autoadhesivos de curado dual. Emplearon un total de 48 dientes unirradiculares, los cuales fueron tratados endodónticamente para su posterior cementación de postes. Las muestras se dividieron según el cemento empleado: PANAVIA SA Plus (Kuraray Noritake), Bifix SE (VOCO) y según el protocolo de fotoactivación aplicado: sin fotoactivación, 20 segundos de fotoactivación 20 segundos después de la inyección de cemento y 20 segundos de fotoactivación 120 segundos después de la inyección de cemento. Muestras de 1 mm de espesor se llevaron para la prueba de Push out y para los análisis de nanofiltración de las regiones apical y coronal. El análisis estadístico mostró que los factores cemento y protocolo de curado tuvieron una influencia significativa sobre la fuerza de adhesión. La fotoactivación 120 segundos después de la inyección mostró una mayor fuerza de adhesión; concluyendo que, para lograr la mayor fuerza de adhesión con cementos autoadhesivos de curado dual, la fotoactivación con un retraso de 120 segundos después de la mezcla es requerida.

Silva et al. (2023) en su investigación procuraron evaluar el rendimiento del nuevo cemento de resina autoadhesivo (Megalink Auto, Odontomega Import) utilizando el protocolo de fotoactivación inmediata o diferida en la interfaz adhesivo/dentina radicular después de la cementación del poste fibra. Para ello, trataron endodónticamente cuarenta raíces humanas caninas y se preparó el espacio para los postes. Las muestras se clasificaron aleatoriamente en cuatro grupos en función del cemento empleado: RelyX™ U200 (3M ESPE), Megalink Auto (Odontomega Import) y el tiempo de fotoactivación utilizado: fotoactivación inmediata después de la cementación con poste fibra de vidrio y tiempo de fotoactivación retardado de 5 minutos.

Las muestras se seccionaron transversalmente (un corte por cada tercio: cervical, medio y apical) y se sometieron a pruebas de microscopía láser confocal y Push-out; obteniendo que, no hubo diferencia estadística en la fuerza de adhesión entre los grupos. Por lo que concluyeron que no hubo influencia del punto de tiempo de fotoactivación en la fuerza de adhesión entre la dentina y el sistema de cementación, con mayor penetrabilidad aplicando fotoactivación inmediata.

Fronza et al. (2023) evaluaron el efecto del modo de curado sobre la cinética de polimerización, la resistencia a la flexión biaxial y el módulo, y la fuerza de adhesión a la dentina de los cementos a base de resina autoadhesivo (G-Cem LinkAce) y convencional (RelyX Ultimate). Emplearon molares humanos extraídos que se dividieron en 4 grupos según el cemento resinoso, el modo de curado y el tiempo de evaluación (24 horas y 1 año). Se utilizaron discos de composite para simular una restauración indirecta que se unió a la dentina oclusal con los cementos resinosos, activados por luz o dejados a curar de forma autopolimerizable, y los dientes restaurados fueron evaluados para la prueba de fuerza de unión microtensil. Se observó mediante análisis estadístico, un aumento rápido en la conversión cuando los materiales fueron activados por luz. El curado dual dio como resultado mayores valores de resistencia a la flexión biaxial, módulo y la fuerza de adhesión a la dentina para el cemento RelyX Ultimate en comparación con el modo de curado autopolimerizable. Concluyendo que, la activación por luz influye en la cinética de polimerización del cemento a base de resina, pero no influyó en las propiedades mecánicas ni en la adhesión del cemento autoadhesivo probado (G-Cem LinkAce).

Al-Kataan y Al-Naimi (2023) evaluaron la resistencia a la cizalla de tres tipos de cemento resinoso autoadhesivo de curado dual unidos a tres sustratos diferentes, con detección de tipos de falla, análisis de espectroscopía de rayos X por dispersión de energía (EDX) para los sustratos, sustrato de control y después de las aplicaciones de tres cementos resinosos. Para

lo cual, prepararon 30 muestras de esmalte y el mismo número de dentina y zirconia. Se aplicaron tres tipos de cementos de curado dual sobre la superficie de las muestras y, después del curado, las muestras se mantuvieron en agua destilada a 37 °C dentro de un incubador durante 24 horas para luego ser sometidas a pruebas de resistencia a la cizalla. Las muestras fueron examinadas bajo estereomicroscopio para detectar el modo de falla. Los resultados mostraron que, mientras que no había diferencia significativa en la resistencia a la cizalla entre los tres cementos unidos al sustrato de esmalte; en dentina y zirconia, sí hubo una diferencia significativa. TheraCem®Ca mostró una mejora en la resistencia a la cizalla a zirconia debido a su composición, como el monómero ácido MDP y los iones de calcio y fósforo. BisCem y RelyX™U200 mostraron un mejor desempeño con la estructura dental y resultados comparables con la zirconia.

El-Damanhoury et al. (2022) investigaron el efecto de la fotoactivación inmediata frente a la fotoactivación retardada en la adhesión y la absorción de agua de cementos de resina autoadhesivos bajo presión pulpar simulada. Se expuso la superficie dentinaria oclusal de 66 terceros molares extraídos. Se cementaron cilindros de resina compuesta a la dentina bajo presión pulpar simulada, con RelyX Unicem 2 o Maxcem Elite. Cada grupo de cemento se dividió equitativamente en tres grupos según el tiempo transcurrido entre la colocación y la fotoactivación: inmediata (IM), retardada 30 segundos (D30) o retardada 120 segundos (D120). Se midió la resistencia de adhesión al cizallamiento (SBS) y se determinó el tipo de falla mediante un estereomicroscopio. El grupo D30 arrojó una media de SBS significativamente mayor en los dos grupos de cemento que en el grupo IM y el grupo D120. El grupo RelyX Unicem 2 mostró valores significativamente mayores que el grupo Maxcem Elite, independientemente del tiempo de activación de la luz. Concluyendo en que el grupo que retrasó la fotoactivación 30 segundos mejoró significativamente la resistencia de adhesión de los cementos.

Alvitez et al. (2022) comparó la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio cementados con diferentes protocolos de cementación. Para ello 30 dientes bovinos fueron sometidos a tratamiento endodóntico. En el primer grupo, los postes se cementaron con un protocolo de grabado y enjuague con adhesivo universal y cemento resinoso; en el segundo grupo, se adoptó un protocolo de autograbado con adhesivo universal y cemento resinoso; y en el tercer grupo, un protocolo con cemento resinoso autoadhesivo. Las raíces de los dientes se seccionaron en muestras de 2 mm de espesor, correspondientes a los tercios medio, cervical y apical del espacio preparado para el poste. Las muestras se evaluaron utilizando una máquina de ensayos universal, obteniendo como resultados que la mayor media de fuerza de adhesión ($22,6 \pm 5,1$ MPa) correspondía al segundo grupo. Además, a nivel apical se encontró la mayor media de fuerza de adhesión ($21,0 \pm 7,3$ MPa). Concluyendo en que no se observaron diferencias significativas entre los grupos 1 y 2; sin embargo, los valores del grupo 3 fueron significativamente inferiores a los de los otros grupos.

Boing et al. (2017) evaluaron la influencia de dos técnicas de curado en el grado de conversión de cementos de resina y sobre la fuerza de adhesión de postes de fibra en diferentes regiones de la dentina radicular. Se trataron endodónticamente 20 premolares unirradiculares y se prepararon los espacios para postes, se dividieron aleatoriamente en dos grupos, según el modo de activación del cemento de resina RelyX™ U200 en convencional (modo de activación continua) y modo de activación de arranque suave (Rampa). Se cementaron los postes y al cabo de una semana, las raíces se seccionaron transversalmente en seis discos de 1 mm de espesor que correspondían a los tercios cervical, medio y apical. El grado de conversión se evaluó bajo espectroscopia y la fuerza de adhesión mediante prueba de empuje. Resultando en que ni el modo de activación ni las regiones radiculares afectaron el grado de conversión del cemento de resina. Se logró una mayor fuerza de adhesión en el grupo de activación con inicio suave ($p = 0,036$); y en el tercio apical en comparación con las otras regiones radiculares. Por lo que, se

concluyó que la fuerza de adhesión de los postes de fibra para conductos radiculares se puede mejorar mediante la fotoactivación de inicio suave y que el grado de conversión no se afectó por el modo de curado.

Jang et al. (2017) investigaron la influencia de la exposición insuficiente a la luz sobre la polimerización de cementos resinosos convencionales y autoadhesivos de curado dual bajo restauraciones cerámicas. Utilizaron dos cementos resinosos convencionales de curado dual (Rely-X ARC, Duolink) y dos cementos resinosos autoadhesivos (RelyX U200, Maxcem Elite), los cuales fueron polimerizados bajo diferentes modos de curado (curado dual o autocurado), tiempos de curado (20 y 120 segundos) y grosores de recubrimiento cerámico (2 y 4 mm). La cinética de polimerización se midió mediante espectroscopía durante los primeros 10 minutos y después de 24 horas. Los resultados evidenciaron que el grado de conversión de los grupos con 20 segundos de curado con luz bajo un grosor de cerámica de 4 mm fue incluso más bajo que el de los grupos autocurados a las 24 horas después de la polimerización; sin embargo, cuando el tiempo de curado con luz se estableció en 120 segundos, se alcanzó un grado de conversión similar al del grupo con exposición directa a la luz en todos los grupos de curado dual, excepto en el Maxcem Elite, a las 24 horas después de la polimerización. Concluyéndose que, tanto para los cementos resinosos convencionales como para los autoadhesivos, una exposición insuficiente a la luz a través de una restauración cerámica gruesa resultó en un grado de conversión incluso más bajo que el del autocurado solo.

Pereira et al. (2015) pusieron a prueba la hipótesis de que el momento de la fotoactivación y el cemento de resina afectan las propiedades mecánicas y la fuerza de adhesión de los postes de fibra de vidrio a la dentina radicular a diferentes profundidades. Para lo cual los postes fueron cementados con RelyX Unicem, Panavia F 2.0 o RelyX ARC utilizando tres momentos de fotoactivación: inmediata, después de tres minutos y después de cinco minutos. Se midió la fuerza de adhesión por empuje en cada región radicular (coronal, media, apical).

Se determinaron el módulo elástico y la dureza Vickers utilizando indentación dinámica. Obteniendo que, el tiempo de fotoactivación con retraso de cinco minutos aumentó significativamente la fuerza de adhesión para todos los cementos evaluados; la cual, a su vez, disminuyó significativamente en sentido corono-apical. Los valores medios de módulo elástico y dureza de Vickers aumentaron significativamente con la fotoactivación retardada para RelyX Unicem y disminuyeron de coronal a apical de la raíz para todos los cementos de resina con el tiempo de curado inmediato. Concluyendo que, los valores de fuerza de adhesión de los postes de fibra a la dentina radicular, módulo elástico y dureza de Vickers se vieron afectados por la región del conducto radicular, el tiempo de fotoactivación y el tipo de cemento de resina.

Faria-e-Silva et al. (2014) evaluaron el efecto de la fotoactivación inmediata y retardada de cementos resinosos autoadhesivos sobre la retención de postes de fibra de vidrio cementados en los conductos radiculares. Se trataron endodónticamente incisivos bovinos y se preparó el espacio para los postes que se cementaron utilizando uno de los dos cementos autoadhesivos BisCem o RelyX Unicem o el cemento de resina convencional AllCem. La fotoactivación se realizó inmediatamente, o a los 5 o 10 min después de la cementación. Las muestras de raíz/poste se seccionaron transversalmente 7 días después de la cementación en discos de 1 mm de espesor, que fue sometido a prueba de expulsión en una máquina de prueba mecánica. La fotoactivación inmediata resultó en la mayor fuerza de adhesión para Unicem. BisCem demostró mayores valores cuando se fotoactiva después de un retraso de 10 minutos. La fotoactivación inmediata produjo las fuerzas de adhesión más bajas para AllCem, aunque no se observaron diferencias entre la fotoactivación retrasada 5 y 10 minutos. En conclusión, el momento de la fotoactivación del cemento puede afectar la retención intrarradicular del poste fibra de vidrio, dependiendo del cemento de resina utilizado para la fijación.

Pegoraro et al. (2013) evaluaron los efectos del protocolo de curado y envejecimiento en el grado de conversión y la resistencia a la microtracción de cementos resinosos de curado

dual. Los cementos fueron mezclados y fotopolimerizados inmediatamente (Control), después de 15 minutos de autocurado en oscuras (EX1), o solo autocurado a oscuras durante 15 minutos (EX2). Se volvieron a medir estos valores bajo los mismos protocolos de curado con especímenes recién preparados después de un envejecimiento acelerado durante 12 semanas a 37°C. El envejecimiento disminuyó significativamente la resistencia de microtracción para algunos materiales. El grupo EX1 aumentó significativamente el grado de conversión para algunos materiales en comparación con el control. El grupo EX2 significativamente disminuyó el grado de conversión y resistencia a microtracción para casi todos los materiales, independientemente del envejecimiento. Concluyendo que, las propiedades mecánicas fueron significativamente afectadas por el modo de curado y el envejecimiento de los cementos resinosos de curado dual; además, algunos productos no se polimerizaron correctamente sin activación de la luz.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

- Evaluar el efecto del período de fotoactivación sobre la fuerza de adhesión de los postes de fibra de vidrio a la dentina radicular cementados con diferentes cementos duales.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la fotoactivación inmediata en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical.

- Determinar el efecto de la fotoactivación luego de 20 segundos en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical.

- Determinar el efecto de la fotoactivación luego de 120 segundos en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical.

- Determinar el efecto de la ausencia de fotoactivación en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical.

- Comparar el efecto de los diferentes períodos de fotoactivación aplicados en la fuerza de adhesión de los postes fibra de vidrio a la dentina radicular cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales.

1.4. Justificación

1.4.1. Teórica

Es ampliamente estudiado el uso de los diferentes sistemas adhesivos y la correcta aplicación de sus respectivos protocolos; sin embargo, poco se toma en cuenta la importancia del estudio de los protocolos de polimerización de los recurrentemente utilizados cementos resinosos.

La presente investigación permite incrementar la evidencia científica actual respecto al efecto que puede generar un protocolo de fotoactivación variado, ya sea inmediato o postergado, en la fuerza de adhesión durante la cementación de postes de fibra de vidrio cementados con los cada vez mejor conocidos cementos resinosos autoadhesivos duales.

1.4.2. Metodológica

Dado que se considera un estudio de tipo experimental *in vitro*, esto implicó la ejecución de todos los pasos correspondientes al método científico, lo que conllevó a una rigurosa evaluación y desarrollo del protocolo descrito para la confirmación de las hipótesis establecidas. Por tanto, es su nivel de validez científica elevado gracias a los resultados

obtenidos y a la contrastación de estos con otras investigaciones previamente realizadas en el mismo ámbito.

1.4.3. Práctica

Dada la carencia de investigaciones nacionales con respecto al tema presentado, los resultados obtenidos en este estudio, sirven como modelo de referencia para la aplicación idónea de los protocolos de fotoactivación durante el tratamiento restaurador que implique la cementación de postes de fibra de vidrio en dientes que fueron tratados endodónticamente. Por lo que así complementa la información que los clínicos deben conocer para mantener la longevidad de este tipo de tratamientos.

1.5. Hipótesis

Es probable que exista diferencia significativa en la fuerza de adhesión de postes fibra de vidrio a la dentina radicular por la aplicación de diferentes períodos de fotoactivación durante la cementación con diferentes cementos duales.

Las hipótesis estadísticas son:

H_A : Sí existe diferencia significativa en la fuerza de adhesión de postes fibra de vidrio a la dentina radicular por la aplicación de diferentes períodos de fotoactivación durante la cementación con diferentes cementos duales.

H_0 : No existe diferencia significativa en la fuerza de adhesión de postes fibra de vidrio a la dentina radicular por la aplicación de diferentes períodos de fotoactivación durante la cementación con diferentes cementos duales.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Postes intrarradiculares

También llamados postes endodónticos, han sido usados por décadas para proporcionar anclaje para restauraciones dentales que implican vasta pérdida de estructura e insuficiente remanente dentario. (de Moraes et al., 2013)

La evidencia respalda su uso, como es el caso de Guldener et al. (2017) quienes observaron en el estudio que condujeron para evaluar la tasa de éxito y supervivencia de dientes tratados endodónticamente y restaurados con y sin postes, que los dientes que sí fueron restaurados con postes y una restauración directa de composite o una corona unitaria, tuvieron una supervivencia a largo plazo y que, además, estos no debilitaban las raíces de los dientes tratados. Siendo, por el contrario, los dientes que no contenían un poste los que presentaron fracturas verticales como problema frecuente. Por su parte, von Stein-Lausnitz et al. (2019), verificaron a través de su investigación, que los postes intrarradiculares tampoco afectan el nivel de soporte óseo alveolar de dientes tratados endodónticamente severamente dañados ni induce a la pérdida ósea.

Sin embargo, una de sus desventajas, como lo mencionan Mishra et al. (2020), en su revisión sistemática, es que en la región apical existe una baja fuerza de adhesión de los postes, debido a factores biológicos que requieren de mayor investigación.

2.1.1.1. Postes metálicos. Varios tipos de postes han sido estudiados y empleados; sin embargo, los postes metálicos, de carbón y cerámicos se consideran obsoletos en la actualidad, debido a su grado de resistencia elástica que no coincide con el de la dentina, causando tensión y liderando a la fractura de estos y de la estructura en la que fueron instalados. (Artopoulou et al., 2006)

2.1.1.2. Postes de fibra de vidrio. Este tipo de postes surge para minimizar la discrepancia existente con el módulo elástico del sustrato dentario ya que posee un valor de 40 GPa que se acerca al de la dentina. (Artopoulou et al., 2006)

Así, permite que haya una distribución de estrés más homogénea, en comparación con los rígidos postes de metal o zirconia. Además, en los últimos años se ha visto en incremento la demanda estética, por lo que se convirtió en necesario el desarrollo de postes libres de metal como los de fibra de vidrio, que se adapten mejor a los sistemas de reconstrucción de núcleo, brindando similares colores al de la pieza dentaria y que permitan la trasmisión de la luz, favoreciendo así la fotoactivación de los agentes cementantes, incluso en los confines del conducto, para una mejor adhesión. (Silva et al., 2009; Ferrari et al., 2001)

Por lo antes mencionado, tal parece que la selección de postes fibra de vidrio en dientes débiles posee suficientes ventajas como material predilecto; sin embargo, debe entenderse que el éxito clínico y la longevidad del tratamiento restaurador con postes intrarradiculares dependen en gran medida de la cantidad de remanente alrededor del poste (férula), el tipo y la posición del diente en la arcada (lo cual influirá en las fuerzas masticatorias que se ejercen sobre el diente restaurado) y la técnica de cementación correcta (de França et al., 2024; Maciel et al., 2024).

2.1.2. Cementos resinosos

Los cementos resinosos son materiales ampliamente usados en la rehabilitación odontológica, se componen por una matriz de Bis-GMA o UEDMA, monómeros de bajo peso molecular, como TEGDMA, y grupos hidrofílicos funcionales que promueven la adhesión a la dentina, como HEMA y 4-META. Además, pueden contener el monómero 10-MDP, que al igual que los otros, promueve la adhesión. (de Lima et al., 2016)

Para facilitar la adhesión a los tejidos dentinarios, muchos de estos cementos resinosos requieren que el sustrato dental sea pretratado. Así, dependiendo de las características

específicas del cemento, su pretratamiento puede implicar el uso de un sistema adhesivo de dentina de grabado y enjuague o autograbante. Además, en los últimos años, se han desarrollado los llamados cementos resinosos autoadhesivos para sustituir y minimizar la cantidad de pasos que empleaban los mencionados previamente. Por lo tanto, los cementos resinosos, según sus propiedades de adhesión, pueden clasificarse en tres grupos: cementos resinosos de grabado y enjuague, autograbantes y autoadhesivos. (Alshabib et al., 2024). Pero también se pueden clasificar según la forma de polimerización o activación, como: químicamente activados, fotoactivados o duales. (de Lima et al., 2016)

Respecto a ello, es importante considerar al factor de configuración (factor C), el cual se define como un indicador que reproduce la generación de estrés de contracción por polimerización, debido a la restricción de la configuración de la cavidad. En cuanto al factor C dentro del conducto radicular, donde su valor es muy alto, los cementos resinosos con diferentes métodos de polimerización pueden presentar diferentes valores de estrés en la interfaz de adhesión. (Soares et al., 2021)

2.1.2.1. Grabado y enjuague. En la mayoría de cementos resinosos, sus fabricantes indican el uso de adhesivos de grabado total, lo que implica la aplicación de grabado ácido como tratamiento previo del sustrato. El ácido fosfórico es componente de este tipo de adhesivos de grabado y enjuague, principalmente porque puede grabar simultáneamente el esmalte y la dentina. Durante este proceso de grabado, se elimina el barrillo dentinario y la dentina se desmineraliza entre 5 y 8 μm , dilatando los túbulos dentinarios y exponiendo las fibras de colágeno (Perdigão et al., 2020). Los pequeños espacios formados dentro de la red de colágeno dentinario son permeados por monómeros hidrófilos, lo que conduce a la encapsulación de las fibrillas de colágeno por la resina y a la creación de una zona de interdifusión resina-dentina (Nakabayashi et al., 1982).

Esta técnica es bastante sensible ya que la humedad es un factor de importancia, pues, aunque permite ampliar la matriz dentinaria grabada con ácido y evitar el colapso de la red de colágeno; una cantidad excesiva de agua en los espacios entre las fibrillas puede competir con los monómeros adhesivos, diluyéndolos y liderando a una polimerización incompleta. (Kanca, 1992; Perdigão et al., 2020; Hashimoto et al., 2007)

2.1.2.2. Autograbantes. Surgen con el fin de reducir los efectos adversos que se asocian al grabado con ácido fosfórico en el sustrato.

El sistema autograbante contiene monómeros ácidos que graban e impriman la dentina y esmalte simultáneamente sin que sea necesario el enjuague. Esto implica que la capa de barrillo no se elimina, sino que se impregna con los monómeros ácidos. Este proceso expone el colágeno intertubular, y los monómeros del adhesivo ocupan el lugar de los minerales sustraídos, creando un efecto de entrelazado micromecánico dentro de los espacios de la red de colágeno. (Alshabib et al., 2024; Perdigão et al., 2020)

Existen de un solo paso que contienen todo combinado en una sola solución y los de dos pasos que tienen una imprimación autograbante y un adhesivo, independientes entre sí. En ambas presentaciones se logran la desmineralización del sustrato y su infiltración en él. (Alshabib et al., 2024)

Además, según su grado de grabado existen: ultra suaves, suaves, intermedios y fuertes. De los cuales, diversos estudios *in vitro* demuestran que se obtuvo una mayor eficiencia de adhesión para adhesivos de autograbado intermedios ($\text{pH} \approx 1,5$), suaves ($\text{pH} \approx 2$) y ultra suaves ($\text{pH} \geq 2,5$), especialmente a largo plazo. (Peumans et al., 2014)

Los reportes también indican que los sistemas autograbantes de un solo paso, suaves o ultrasuaves, presentan una tasa de fallo anual significativamente menor que los de un solo paso fuertes. Adicionalmente, es importante señalar que, los adhesivos autograbantes con un pH más bajo (más ácidos) son incompatibles con materiales que tienen un mecanismo de

curado/activación química, como lo son los cementos autopolimerizables y de curado dual. (Perdigão et al., 2021)

Esto ocurre porque ese tipo de cementos posee un mecanismo que se basa en una reacción Redox tradicional entre el peróxido de Benzoilo de la pasta catalizadora y aminas terciarias aromáticas presentes en la pasta base; es con esta última que la acidez de la capa inhibida por oxígeno de los adhesivos autograbantes de un solo paso interactúa, causando la desactivación de los iniciadores de aminas aromáticas, provocando que la fuerza de adhesión correspondiente sea mucho menor. Además de ser ácida, la capa inhibida de estos adhesivos simplificados también es hipertónica, lo que provoca el transporte de fluidos osmóticos a través de la capa adhesiva semipermeable, generando así la degradación de la interfaz. Por lo que, producto de tal reacción, los adhesivos autograbantes de un solo paso se considerarían incompatibles con los cementos químicamente activados y de curado dual, en donde es más recomendable el uso de sistemas de grabado y enjuague de tres pasos o de autograbado que incluya el primer y agente de enlace por separado. (Tay et al., 2004; Perdigão et al., 2021)

2.1.2.3. Autoadhesivos. En la última década, en el mercado se han lanzado un gran número de marcas de este tipo de cementos, el cual nace con el fin de superar algunas de las limitaciones de los cementos resinosos convencionales y autograbantes.

Los cementos autoadhesivos están compuestos principalmente por monómeros ácidos funcionales, monómeros de dimetacrilato convencionales como Bis-GMA, UDMA y TEGDMA, partículas de relleno y los sistemas activador-iniciador. (Manso y Carvalho, 2017)

Su principal ventaja es que no requieren pretratamiento del sustrato dental, ni con ácido ni con adhesivo, ya que se aplican en un solo paso clínico, haciéndolo menos sensible a la técnica en comparación a los otros cementos. (Pulido et al., 2021; Soares et al., 2021)

Esto es debido a sus monómeros ácidos que interactúan con el sustrato, desmineralizándolo, siendo su nivel de pH inicialmente bajo ($\text{pH} < 2.0$), por lo que se puede

considerar que los cementos autoadhesivos son de naturaleza autograbante en la etapa inicial de su reacción química. Mientras el proceso progresa, el cemento experimenta luego una reacción (ácido-base) que involucra a los grupos fosfato, los rellenos alcalinos y el calcio de la hidroxiapatita del esmalte y dentina que neutralizan la acidez del cemento resinoso, provocando un aumento del pH hasta 7,0. (Alshabib et al., 2024; Perdigão, 2020; Manso y Carvalho, 2017)

En paralelo, aquellos monómeros ácidos/hidrófilos contenidos en el cemento autoadhesivo, se van consumiendo por las reacciones químicas, haciéndolo más hidrófobo. Siendo esto muy deseable en un cemento que completa su polimerización, ya que minimiza la absorción de agua, la expansión higroscópica y la degradación hidrolítica. Sin embargo, los monómeros ácidos que quedan sin consumirse pueden tener un impacto deletéreo en la reacción de polimerización del cemento, especialmente al inhibir la acción del acelerador de amina requerido para la formación del sistema fotoiniciador de canforquinona-amina. (Manso y Carvalho, 2017)

No obstante, una revisión sistemática de estudios *in vitro* realizada por Sarkis-Onofre et al. (2014), evidencia que, los cementos autoadhesivos presentaron mayor fuerza de adhesión en la cementación de postes cuando se les comparó con los cementos convencionales, esto puede deberse a una menor tensión de polimerización en comparación con los cementos de resina convencionales. Además, el factor C correspondiente a la geometría interna del conducto radicular es alto; por lo tanto, los cementos con valores de tensión más altos pueden presentar una adhesión deficiente a sus paredes.

Adicionalmente, se respalda el empleo de estos cementos con la revisión y metaanálisis más reciente de Angnanon et al. (2023), donde se concluyó que el cemento de resina autoadhesivo tendió a ser el agente de cementación más eficaz en la unión entre los postes de fibra de vidrio y la dentina del conducto radicular, mientras que el cemento de resina de grabado

y enjuague produjo la menor fuerza de adhesión en condiciones de envejecimiento a corto y largo plazo.

2.1.2.4. Cementos resinosos autopolimerizable o químicamente activados. No necesita luz para ser activados, así que esta activación química puede utilizarse en situaciones donde la iluminación es limitada como en postes cementados al interior del conducto radicular y restauraciones como cofias metálicas o cerámicas de alta opacidad, que por su material o grosor no permiten el paso de luz a través de ellas. (de Lima et al., 2016; De Souza et al., 2015)

La reacción de polimerización en los cementos autopolimerizables requiere que los componentes del sistema de activación: peróxido de benzoilo como iniciador y amina terciaria como coiniciador entren en contacto mediante la mezcla de dos pastas (base y catalizador), así se produce una reacción química que desencadena el proceso de polimerización y provoca el endurecimiento y fraguado del cemento resinoso. (Alshabib et al., 2024)

Las limitaciones de estos sistemas son el menor tiempo de trabajo en comparación con el mayor tiempo de fraguado y la tendencia a adquirir un tono amarillento debido a la mayor concentración de aminas terciarias. (De Souza et al., 2015; Ferracane et al., 1985)

2.1.2.5. Cementos resinosos fotoactivados. También denominados fotopolimerizables, contienen todos los constituyentes químicos necesarios, incluyendo iniciadores y activadores en un solo tubo, al no requerir mezclado, reduce el riesgo de inclusión de aire y disminuye el tiempo de trabajo. (Alshabib et al., 2024)

Entre los principales desencadenantes de la fotoactivación de este tipo de cementos, encontramos a la canforquinona, que actúa por la acción de un haz de la luz de una longitud de onda de 460/470 nm, uniéndose a la amina terciaria y liberando dos radicales libres que inician la conversión de monómeros; por lo que, la polimerización comienza justo después de la exposición del material a la luz. (De Souza et al., 2015)

Están indicados para situaciones en las que la luz de la unidad de fotopolimerización puede atravesar la restauración, como carillas translúcidas e incrustaciones superficiales; sin embargo, esto dependerá en gran medida de la correcta fotoactivación del cemento. (Pegoraro et al., 2007; Faria-e-Silva y Pfeifer, 2017)

2.1.2.6. Cementos resinosos duales. En teoría, estos cementos combinan las ventajas de la autopolimerización (activación química) y fotopolimerización, en donde ambos procesos son complementarios pero independientes entre sí; por lo que, en áreas sometidas a una cantidad insuficiente de luz, la activación química ayudaría a completar la reacción de polimerización. (de Lima et al., 2016)

No obstante, estudios como el realizado por Lima et al. (2019), demostraron que, aunque los procesos sean independientes, la autopolimerización sola no fue suficiente para que los cementos resinosos duales alcanzaran las propiedades mecánicas mínimas requeridas para la adhesión. Además, se debe considerar lo sugerido por diferentes investigaciones respecto a que una vitrificación temprana producto de una activación lumínica inicial interrumpiría el proceso de autopolimerización inicial, afectando a todo el proceso de polimerización de los cementos duales a nivel general. (Manso y Carvalho, R., 2017; Leprince et al., 2013; Meng et al., 2008)

Esto ocurriría por la restricción de la movilidad molecular del cemento que inicialmente se encuentra en una fase pre-gel en donde el cemento es más fluido y con menor módulo de elasticidad, que de prolongarse permitiría su extensión, reduciendo el estrés por contracción y mejorando sus propiedades de adhesión (Jang et al., 2017; Manso y Carvalho, R., 2017; Boing et al., 2017). Lo que sugeriría que estos cementos resinosos duales pueden beneficiarse por un retraso en la fotoactivación, contrario a lo que comúnmente se cree e indica en sus instrucciones de uso.

2.1.3. Unidad de fotoactivación

Es un dispositivo del entorno odontológico, cuyo uso afecta las propiedades físicas y por ende el éxito clínico de los sistemas poliméricos dentales que dependen de la activación por luz para su polimerización, como los composites a base de resina, adhesivos, sellantes, resinas para ortodoncia, agentes de cementación, etc. (Price et al., 2020)

Para las lámparas empleadas en Odontología a lo largo de los años, se han utilizado cuatro tipos de fuentes de luz azul: halógeno de cuarzo-tungsteno (QTH), arco de plasma (PAC), láser de iones de argón y diodos emisores de luz (LED). Las primeras unidades de fotopolimerización de este tipo, contenían una colección de varios "ladrillos" LED individuales, entre sus características poseían una baja potencia con relativamente bajo nivel de irradiancia ($100\text{--}280\text{ mW/cm}^2$), requerían de prolongados tiempos de radiación de hasta 60 segundos por un incremento de 2mm. Además, presentaban un rango espectral muy estrecho, ideal para compuestos a base de resina iniciados con canforquinona. (Price, 2018; Pelissier et al., 2011)

A pesar de su practicidad, no generar calor, y llevar una batería de mayor duración, solo la unidad de luz GC-e® (GC), compuesta por 64 LED, logró rivalizar con las lámparas halógenas utilizadas en ese momento, con una potencia cercana a los 500 mW/cm^2 . La producción de matrices en forma de cuadrícula de numerosos LED de baja potencia enfocados en un área pequeña fue un logro importante, pero aumentó el volumen de la pieza y planteó dificultades de fabricación. La luz GC-e® y el LED Freelight de un solo chip de un vatio, más potente (400 mW/cm^2), que sustituyó a su homónimo de 19 diodos, fueron los vínculos entre la primera y la segunda generación. (Pelissier et al., 2011)

Respecto a las lámparas de luz LED de segunda generación, a diferencia de sus predecesores, en lugar de los grandes "ladrillos", estos incorporaron discretos pads emisores de LED que proporcionaban una mayor salida de potencia radiante, y el número de fotones

emitidos dentro del rango de absorción de la canforquinona ahora sería mayor que el de las luces halógeno de cuarzo-tungsteno y arco de plasma; tal es así que, un solo LED de 5 W (en realidad, compuesto por 4 microLED) permitía alcanzar o incluso superar una irradiancia de 1000 mW/cm². Sin embargo, con este aumento en la salida de potencia radiante, surgió la necesidad de enfriar el chip LED usando grandes disipadores de calor metálicos y/o ventiladores de refrigeración internos para así prolongar su vida útil, ya que, de lo contrario, podría ocurrir el calentamiento excesivo del cabezal de la lámpara o del cuerpo de la unidad que la llevaría al apagado automático. (Rueggeberg, 2011; Pelissier et al., 2011; Price, 2018)

No obstante, aunque las lámparas de segunda generación son más potentes que las LED de primera generación, no eran capaces de activar algunos de los fotoiniciadores alternativos a la canforquinona, como Lucirin TPO® dado a que estos suelen ser más sensibles a la luz ultravioleta o violeta entre 380 y 410 nm; y, estas lámparas estaban diseñadas enfocándose en la fotoactivación del clásico iniciador canforquinona, utilizado en casi todas las resinas dentales, el cual se activa con mayor eficiencia con luz azul a 468 nm. (Price, 2018; Price et al., 2020)

Para resolver el problema causado por el espectro de emisión estrecho de las unidades LED de solo luz azul y obtener un amplio rango espectral, se añadieron a la matriz de luz azul, emisores LED adicionales que generalmente producen luz en el rango de longitud de onda violeta, surgiendo así las primeras lámparas de luz LED de tercera generación. (Price et al., 2020)

Actualmente, en el mercado dental las lámparas LED de tercera generación Multi-wave, Multi-peak o Polywave®, siendo este último el nombre utilizado por un fabricante que lo registró como marca para su línea de productos (Price, 2018), coexisten con las lámparas de segunda generación mejoradas, las cuales según sus fabricantes, pueden alcanzar longitudes de onda de entre 430 - 480 nm y una intensidad de 1200 mW/cm² (Choi et al., 2021).

2.1.4. Fuerza de adhesión

Se define como la fuerza por unidad de área requerida para romper un conjunto adherido, con falla en o cerca de la interfaz adhesivo/adherente. (International Organization for Standardization [ISO], 2013, p. 1).

Las fuerzas de adhesión de la interfaz poste-cemento-dentina se encuentran condicionadas por numerosos factores como son: el control de la humedad dentro del conducto radicular, un efecto férula insuficiente en el diente, una técnica adhesiva muy sensible, la atenuación de la luz a través del poste translúcido y la contracción durante la polimerización de la capa del agente cementante directamente influenciada por un factor C desfavorable que se halla en el conducto radicular. (Pulido et al., 2021)

De no tomarse en consideración dichos factores, es muy probable la ocurrencia de desunión del poste al sustrato producto de un fallo en la interfaz cemento resinoso/dentina que conduciría al fracaso del tratamiento rehabilitador con postes intrarradiculares.

2.1.5. Prueba de Push Out

La prueba de expulsión es una prueba mecánica realizada en Odontología para evaluar la fuerza de adhesión entre materiales y sustratos. Consiste en empujar mecánicamente una fibra fuera del material. Ha sido utilizada para evaluar la fuerza adhesiva de postes de fibra de vidrio cementados en piezas dentarias, por ejemplo. (Garzón et al., 2018)

Cuando falla la unión de la interfaz, aumenta el riesgo de fracaso en el tratamiento de los dientes o de los materiales de restauración. En consecuencia, las pruebas mecánicas de interfaces pueden proporcionar información importante sobre selección de materiales y predicción de resultados. Actualmente, los métodos de prueba de resistencia se utilizan comúnmente para medir la fuerza de unión de numerosos materiales dentales. (Chen, et al., 2013)

En el caso de la prueba de Push out, se aplica una carga a través de un émbolo montado en la máquina universal de pruebas. El émbolo debe proporcionar una cobertura casi completa del material de prueba sin tocar la pared del conducto radicular. Este método es útil para probar la adhesión de los selladores de conductos radiculares y la retención de postes cementados en los conductos radiculares. (Sirisha et al., 2014)

Según estudios previos, la prueba de empuje (Push-Out) para la evaluación de la adhesión de postes cementados, proporciona una mejor estimación de la fuerza de adhesión que la prueba de cizallamiento convencional, ya que la fractura se produce paralela a la interfaz de unión poste-cemento, así como en la interfaz dentina-cemento. Esta tensión es más comparable a las tensiones en condiciones clínicas que la prueba de cizallamiento lineal. (Boing et al., 2017; Kahnamousi et al., 2012)

En adición, el estudio de Goracci et al. (2004) concluyó que, al medir la fuerza de adhesión de postes de fibra cementados a la dentina del conducto radicular, la prueba de Push Out es también más eficiente y fiable que la técnica de microtensión.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La presente investigación comprende un tipo de estudio cuantitativo, de diseño experimental, *in vitro*, comparativo, prospectivo.

3.2. Ámbito temporal y espacial

Para el estudio se emplearon dientes incisivos de la arcada inferior de bovinos, los cuales fueron recolectados durante abril y mayo del 2025 y sometidos a los criterios de exclusión e inclusión establecidos en la presente investigación. Las piezas dentarias se almacenaron en agua destilada a (4 ± 4) °C, respetando las normas ISO 29022:2013, por un período de tiempo menor a dos meses.

La ejecución de los protocolos se desarrolló en el Taller-Clínica de Endodoncia bajo supervisión docente. (Anexo A)

La fuerza de adhesión de cada unidad de análisis se determinó mediante la prueba de Push-out que fue llevada a cabo en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate ubicado en el distrito de San Juan de Lurigancho.

3.3. Variables

3.3.1. Variable independiente

- Período de fotoactivación
- Cemento dual

3.3.2. Variable dependiente

- Fuerza de adhesión

3.3.3. Covariable

- Nivel del tercio del poste

3.3.4. Operacionalización de variables

Variable	Definición	Indicador	Tipo	Escala	Valor
Período de fotoactivación	Es la activación por luz, de los monómeros para que se agrupen en cadenas de polímeros, completando el material de cementación así su proceso de polimerización.	Protocolo de tiempo de inicio de fotoactivación del cemento	Cualitativa	Nominal	<ol style="list-style-type: none"> 1. Protocolo de fotoactivación inmediata a la inserción del poste 2. Protocolo de fotoactivación iniciada 20 segundos después de la inserción del poste 3. Protocolo de fotoactivación iniciada 120 segundos después de la inserción del poste 4. Protocolo sin fotoactivación

Cemento dual	Son aquellos cementos resinosos que se pueden activar de dos maneras: mediante luz o químicamente. (Pereira et al., 2015)	Marca del cemento	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> - RelyX™ U200 - TheraCem®
Fuerza de adhesión	Es la fuerza de atracción que permite que se mantengan unidas las moléculas del material de la estructura protésica con las de los sustratos dentarios ante las fuerzas de desalojamiento. (Alvitez et al., 2022)	Prueba Push-out con máquina de ensayos	Cuantitativa	Razón	Megapascales

Nivel del tercio del poste	Son las regiones que corresponden al espacio donde está ubicado el poste fibra de vidrio, divididas en tercios.	Nivel del tercio correspondiente al espacio del poste	Cualitativa	Nominal	<ul style="list-style-type: none"> - Nivel cervical - Nivel medio - Nivel apical
-----------------------------------	---	---	-------------	---------	---

3.4. Población y muestra

Para el estudio se emplearon dientes incisivos mandibulares de bovino, dado a su parecido morfológico y estructural con los dientes humanos. (Teruel et al., 2015)

Los criterios de inclusión contemplados para la presente investigación fueron los siguientes:

- Incisivos mandibulares bovinos con formación radicular completa.
- Incisivos bovinos con ausencia de lesiones cariosas.
- Incisivos mandibulares bovinos sin anomalías de forma ni estructura.
- Incisivos bovinos que presenten raíces rectas.
- Longitud radicular superior a 16 mm desde cuello anatómico al ápice.

Mientras que, los criterios de exclusión fueron los siguientes:

- Incisivos de bovino que no hayan completado su formación radicular.
- Incisivos con presencia de lesiones cariosas o no cariosas.
- Incisivos con anomalías de forma o estructura.
- Incisivos bovinos que presenten raíces dilaceradas.
- Longitud radicular menor a 16 mm medidos desde el cuello anatómico al ápice.

3.4.1. Tamaño de muestra

Para determinar el número de muestras a evaluar, se utilizó la fórmula para comparación de medias. Se tomaron como referencia los datos reportados en el estudio de Pereira et al. (2015), considerando la diferencia de medias y la desviación estándar ($9,7 \pm 3,8$ MPa; $23,6 \pm 6,6$ MPa).

Así, con un nivel de confianza del 95% y un poder estadístico de 80%, se obtuvo un tamaño mínimo de cuatro muestras por grupo; sin embargo, para el presente estudio se decidió utilizar cinco muestras por grupo.

Por lo que, la muestra estuvo constituida por un total de 120 discos obtenidos de 40 dientes bovinos unirradiculares (3 discos por diente) que se distribuyeron equitativamente en 24 grupos (n=5), los cuales fueron conformados de acuerdo con los cuatro protocolos de fotoactivación aplicados: inmediato, 20 segundos después, 120 segundos después y sin fotoactivación; el cemento resinoso autoadhesivo dual empleado (RelyX™ U200; TheraCem®) y además, considerando la ubicación de los tercios correspondientes al espacio del poste fibra de vidrio (cervical, medio y apical) para el análisis de la fuerza de adhesión.

3.5. Instrumentos

Se seccionaron las muestras para obtener discos cuyo espesor fue valorado con un vernier digital marca Mitutoyo, estos fueron sometidos a la prueba de Push-out que se llevó a cabo con la máquina de ensayos LG CMT- 5L con número de serie 7419 de procedencia China la cual mide el esfuerzo de corte en que se produce el desalojamiento del poste de fibra de vidrio de la sección intrarradicular con una aproximación constante de 0,001N y con una velocidad constante de 0,75 mm/min. Los valores se obtuvieron con la unidad de Megapascuales.

3.6. Procedimientos

Fueron incluidas para este estudio 40 piezas dentarias bovinas correspondientes al sector anteroinferior. Cada pieza fue desinfectada y todo tejido adherido a estas fue retirado con raspador Jacquette #30/33 (Hu-Friedy, HuFriedyGroup, Chicago, EE.UU) y cureta Gracey 5/6 (Hu-Friedy, HuFriedyGroup, Chicago, EE.UU). (Anexo B)

Así, las muestras se conservaron en agua destilada a 4° C de temperatura, la misma que se renovó periódicamente hasta el momento de ser utilizadas, siguiendo las normas ISO (International Organization for Standardization [ISO], 2013, p. 2). Luego del tiempo estimado de conservación, se procedió a medir con un calibrador milimétrico digital (Ubermann;

Santiago, Chile), cada una de las piezas dentarias desde el ápice hasta el cuello anatómico para corroborar el tamaño de la longitud radicular.

Posteriormente, con un disco de corte fino modelo EZ409 (EZ Lock™; Dremel, Racine, Winconsin, USA), de 38,1mm de diámetro y 0,6 mm de espesor, a baja velocidad y abundante irrigación con agua, fueron removidas las coronas anatómicas para estandarizar un tamaño de 16mm de longitud radicular el cual fue verificado con calibrador digital (Ubermann; Santiago, Chile). Además, todos los ápices fueron cubiertos externamente con cera para evitar filtraciones a través del foramen (Pereira et al., 2015). (Anexo C)

Para llevar a cabo la preparación de los conductos se emplearon limas del sistema rotatorio AZDENT® (Henan Baistra Industrial Corporation, Henan, China) hasta la lima F3 a longitud de trabajo, la cual fue establecida 1 mm por encima del ápice visible (Pereira et al., 2015), habiendo insertado previamente una lima #10 K-File (Dentsply Maillefer, Ballaiges, Suiza) al interior de cada conducto (Celikten et al., 2016); así mismo, esta longitud fue verificada mediante radiografías digitales obtenidas con RVG (Nanopix 1.3, Eighteeth, Changzhou Sifary Medical Technology Co., Ltd., Changzhou, Jiangsu, China).

La irrigación después de cada instrumento se realizó con 2mL de hipoclorito sódico al 2.5% (Celikten et al., 2016), con un enjuague final con 2mL de EDTA líquido al 17% (Prevest DenPro Limited, Jammu, India) y 2mL de hipoclorito sódico al 2.5% en ese orden. Después de la instrumentación se secaron los conductos con las puntas de papel absorbente correspondientes. Posteriormente, cada conducto fue obturado con cono de gutapercha F3 de la marca AZDENT® (Henan Baistra Industrial Corporation, Henan, China) y cemento sellador a base de resina epóxica Vioseal® (Spident Co., LTD., Incheon, Corea del Sur) mediante técnica de cono único (Aranda et al., 2013), la cual fue corroborada mediante radiografía digital. (Anexo D)

La entrada del acceso al conducto fue sellada con un cemento temporal Coltosol®F (Coltene/Whaledent AG, Suiza) y todas las muestras fueron conservadas en agua destilada a temperatura ambiente durante 7 días (Silva et al., 2023).

Cumplido el período, se inició con la preparación de los espacios para la cementación de los postes de fibra de vidrio. Durante la conformación se dejaron 4mm de gutapercha para mantener el sellado en la región apical (Yikilgan et al., 2019); por lo que, midiendo 11mm de longitud de trabajo y siguiendo las indicaciones del fabricante de los postes, se utilizaron primero fresas Gates Glidden #2 y #3, fresas Peeso del #1 al #4 D-Perfect® (Shenzhen Perfect Medical Instruments Co., Ltd., China) y finalmente la fresa del sistema Whitepost DC 1 (FGM, Sao Paulo, Brasil) que corresponde al diámetro de los postes intrarradiculares reforzados con fibra de vidrio DC 1 (FGM, Sao Paulo, Brasil). Los conductos, se lavaron con NaOCl al 2.5%, se aclararon con agua destilada en jeringa y se secaron con puntas de papel. (Anexo E)

Cada poste fue desinfectado con alcohol al 70% (Alvitez et al., 2022) usando una gasa frotando cada cara de toda la superficie y dejando secar. A continuación, como indica el fabricante, con ayuda de un aplicador (Microbrush, FGM, Sao Paulo, Brasil) en cada poste se aplicó una fina capa de silano (Prosil, FGM, Sao Paulo, Brasil) y se aguardó el secado por 60 segundos. (Anexo F)

La cementación de los postes de fibra de vidrio fue realizada bajo los protocolos indicados por los fabricantes de los cementos resinosos autoadhesivos duales empleados: RelyX™ U200 (3M ESPE Health Care Business, Neuss, Alemania) y TheraCem® (BISCO Inc, Schaumburg, EE.UU). Se manipuló el cemento y se introdujo en sentido apico-coronal en los conductos radiculares, a su vez se colocó también una pequeña cantidad de cemento en el ápice de los postes fibra de vidrio antes de que estos sean insertados gentilmente en el espacio creado para ellos previamente, con un ligero movimiento de giro para evitar burbujas de aire (Comba et al., 2023).

Así, a continuación, según los protocolos propuestos se procedió con la fotoactivación, para lo cual se utilizó una lámpara de luz de tercera generación poliwave (iLED MAX, Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd., Guilin, Guangxi, China) en su modo de curado P2 con una irradiancia de 1200 mW/cm^2 la cual fue verificada mediante un radiómetro correspondiente a la misma marca (Guilin Woodpecker Medical Instrument Co., Ltd., Guilin, Guangxi, China).

El primer protocolo consistió en la fotoactivación inmediata a la inserción del poste, durante 20 segundos; en el segundo protocolo, se inició la fotoactivación por 20 segundos, 20 segundos después de la inserción del poste en el conducto radicular; en el tercer protocolo, la fotoactivación se ejecutó por 20 segundos luego de 120 segundos de la colocación del poste en el conducto (Comba et al., 2023). En cada caso se fotoactivó durante 20 segundos por cada cara. (Anexo G)

Finalmente, puesto a que se utilizaron cementos de curado dual, se incluyó un cuarto protocolo (control) en el cual se preparó la mezcla del cemento y se colocó el poste al interior del conducto con ligera presión digital sin realizarse la fotoactivación con lámpara de luz y permitiendo que el cemento polimerice únicamente por activación química, respetando los tiempos indicados por los fabricantes de cada cemento empleado. Además, las cuarenta raíces fueron cubiertas externamente con cera (Pereira et al., 2015). (Anexo H)

Después de los procedimientos de cementación, estas se almacenaron en agua destilada por 7 días (Silva et al., 2023) en una caja a prueba de luz, en recipientes herméticamente cerrados (López et al., 2014).

Cumplido el tiempo, fueron seccionadas transversalmente con una máquina de corte adaptada, colocando a velocidad media bajo refrigeración (Santander et al., 2023), un disco de diamante (Dremel, Racine, Winconsin, USA) de 24 mm de diámetro y 0,2 mm de espesor perpendicularmente al eje longitudinal de la porción radicular en dirección apical desde el

límite cervical a 1, 5 y 10 mm (Aranda et al., 2013) que correspondieron a los límites de los tercios, obteniéndose discos de 1.0 ± 0.3 mm de espesor por cada región (cervical, medio y apical). (Anexo I)

Ciento veinte discos que fueron medidos con vernier digital modelo CD-8" ASX (Mitutoyo Corporation, Kawasaki, Japón) se sometieron a prueba de Push-Out, la cual se desarrolló en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate utilizando una máquina de ensayos LG CMT- 5L serie 7419 de procedencia China con un punzón de $\varnothing 0,9$ mm a una velocidad constante de 0,75 mm/min hasta que ocurrió el desalojo del poste. (Anexo J)

Cada valor obtenido durante la prueba de Push-Out fue registrado mediante datos numéricos y gráficos directamente en la computadora mediante el Software WinWdw empleado como sistema de control para mediciones de máquina de ensayos universal permitiendo aumentar la precisión de análisis. (Anexo K)

Así, la fuerza de adhesión en megapascales (MPa) se calculó en base a la fuerza en Newtons (N) obtenida en cada ensayo y se dividió entre el área de cada espécimen para la posterior evaluación del rendimiento de los diferentes cementos y sus respectivos períodos de fotoactivación aplicados.

3.7. Análisis de datos

Los datos recopilados correspondientes a los valores obtenidos por cada unidad de análisis durante la prueba de Push-out fueron registrados en una hoja de cálculo elaborada con el programa Microsoft Excel de Office 365. Posteriormente se trasladó dicha información al programa estadístico SPSS v. 26.0, en donde se calcularon medidas de tendencia central y dispersión como la media, mediana, desviación estándar y rango intercuartílico. Se hizo uso de la prueba Shapiro-Wilk para la evaluación de la distribución de los datos y la prueba de Levene para la homogeneidad de varianzas.

Para los grupos que cumplieron ambos supuestos ($p > 0,05$), se aplicó el análisis de varianza ANOVA seguido de la prueba Post Hoc de Tukey; mientras que, en los casos en los que no se cumplió el supuesto de normalidad, se empleó la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, complementada con el análisis Post Hoc de Dunn para identificar diferencias entre grupos y determinar la interacción entre período de fotoactivación, tercio (cervical, medio y apical), cemento dual y la fuerza de adhesión. Así, para la comparación final se obtuvo una media de los tres tercios para cada grupo de cemento empleado según el protocolo aplicado.

3.8. Consideraciones éticas

Este estudio fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal con código de inscripción 049-02-2025, considerando el cumplimiento de los lineamientos científicos y éticos de la Facultad y de la Universidad. (Anexo L)

Se respetaron los principios de la Declaración de Helsinki, aprobada el año de 1964 en la 18ª Asamblea Médica Mundial de Helsinki, y modificada por la 59ª Asamblea General de la Asociación Médica Mundial el año 2008. El material biológico empleado en la presente investigación provino de animales sacrificados por fines alimenticios, sin haber sido necesario requerir de ningún tipo de desmotivación animal; además, se siguieron las directrices que la norma ISO 29022:2013 establece para las pruebas de resistencia de unión.

IV. RESULTADOS

La presente investigación evaluó el efecto del período de fotoactivación sobre la fuerza de adhesión de los postes de fibra de vidrio cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales: RelyX™ U200 (3M ESPE) y TheraCem® (BISCO).

Se consideró un total de 120 muestras que representaban un tercio (cervical, medio o apical) correspondiente a la ubicación del poste fibra de vidrio, lo cual permitió un análisis complementario de la fuerza de adhesión según región.

Tabla 1

Descripción y comparación del efecto de la fotoactivación inmediata en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical

		Fotoactivación inmediata					
		n	Media	DE	p*	p**	
RelyX™ U200	Cervical	5	3,56	1,26	0,959	0,034	a
	Medio	5	10,12	5,23	0,822		b
	Apical	5	7,47	2,68	0,835		ab
TheraCem®	Cervical	5	8,16	6,10	0,962	0,02	a
	Medio	5	10,30	2,67	0,953		ab
	Apical	5	17,83	5,27	0,984		b

Nota. p* Shapiro-Wilk, p** ANOVA. Con el protocolo de fotoactivación inmediata se encuentra diferencias significativas entre tercios (RelyX™ U200, p = 0,034; TheraCem®, p = 0,020). En RelyX™ U200, el valor más alto se obtuvo en el tercio medio (10,12 ± 5,23 MPa) y el más bajo en el tercio cervical (3,56 ± 1,26 MPa). En TheraCem®, la adhesión aumentó progresivamente desde el tercio cervical (8,16 ± 6,10 MPa) hasta el apical (17,83 ± 5,27 MPa),

donde se registró el mayor valor. Letras diferentes indican diferencias significativas para el análisis Post Hoc de Tukey.

Tabla 2

Descripción y comparación del efecto de la fotoactivación luego de 20 segundos en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical

		Fotoactivación luego de 20 segundos						
		n	Media	DE	Mediana	RIC	p*	p**
RelyX™	Cervical	5	11,55	8,81	8,13	12,56	0,016	0,174
	Medio	5	13,69	4,00	12,41	5,94	0,061	
	Apical	5	9,45	5,47	6,69	8,95	0,079	
TheraCem®	Cervical	5	8,34	3,41	7,66	6,58	0,764	0,613
	Medio	5	9,30	2,45	9,26	4,84	0,393	
	Apical	5	9,47	3,75	10,49	5,56	0,034	

Nota. p* Shapiro-Wilk, p** Kruskal-Wallis. Bajo el protocolo de fotoactivación luego de 20 segundos, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tercios estudiados para ninguno de los dos cementos evaluados (RelyX™ U200, p = 0,174; TheraCem®, p = 0,613), según la prueba de Kruskal-Wallis. A pesar de ello, se observaron valores de fuerza adhesiva más altos en el tercio medio con RelyX™ U200, y en el tercio apical con TheraCem®, sin que estas diferencias fueran significativas.

Tabla 3

Descripción y comparación del efecto de la fotoactivación luego de 120 segundos en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical

		Fotoactivación luego de 120 segundos					
		n	Media	DE	p*	p**	
RelyX™	Cervical	5	9,39	4,41	0,249	0,010	a
U200	Medio	5	9,11	3,03	0,93		a
	Apical	5	18,26	5,41	0,077		
TheraCem®	Cervical	5	9,55	1,83	0,318	0,348	
	Medio	5	13,94	3,88	0,292		
	Apical	5	16,94	12,7	0,426		

Nota. p* Shapiro-Wilk, p** ANOVA. Con fotoactivación luego de 120 segundos, la fuerza de adhesión mostró diferencias significativas entre los tercios radiculares en el grupo RelyX™ U200 ($p = 0,010$), siendo el tercio apical el que presentó el mayor valor de adhesión. En TheraCem®, aunque se observó una tendencia creciente hacia el tercio apical, las diferencias no fueron significativas ($p = 0,348$). El análisis Post Hoc Tukey para RelyX™ U200 indicó que el tercio apical difirió significativamente respecto a los tercios cervical y medio.

Tabla 4

Descripción y comparación del efecto de la ausencia de fotoactivación en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical

		Ausencia de fotoactivación						
		n	Media	DE	Mediana	RIC	p*	p**
RelyX™	Cervical	5	10,01	6,11	7,11	9,10	0,025	0,357
U200	Medio	5	11,83	4,74	12,91	9,38	0,166	
	Apical	5	7,61	2,74	7,52	4,62	0,495	
TheraCem®	Cervical	5	5,13	3,46	4,29	6,64	0,619	0,278
	Medio	5	9,47	4,43	8,08	8,46	0,374	
	Apical	5	8,04	4,46	6,97	7,41	0,539	

Nota. p* Shapiro-Wilk, p** ANOVA o Kruskal-Wallis. Bajo el protocolo sin fotoactivación no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tercios radiculares estudiados para ninguno de los dos cementos evaluados (RelyX™ U200, p = 0,357; TheraCem®, p = 0,278).

Tabla 5

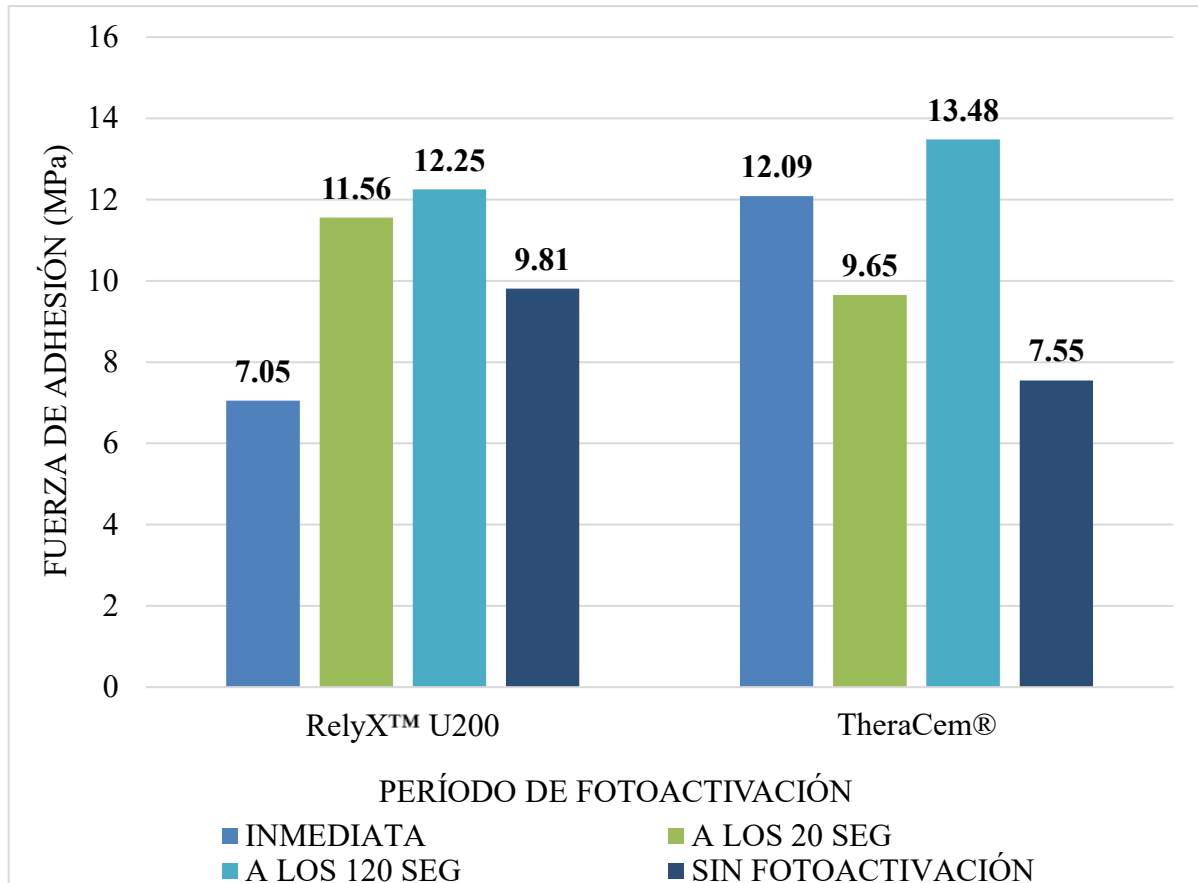
Comparación del efecto de los diferentes períodos de fotoactivación aplicados en la fuerza de adhesión de postes fibra de vidrio a la dentina radicular cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales

		Fuerza de adhesión							
		n	Media ±DE		Mediana[RIC]		p*	p**	
RelyX™	Inmediata	15	7,05	4,25	5,82	6,02	0,04	0,014	a
U200	A los 20 seg	15	11,56	6,20	10,62	7,04	0,02		bd
	A los 120 seg	15	12,25	5,99	10,10	10,0	0,07		cd
	Sin fotoactivación	15	9,81	4,74	7,52	6,63	0,02		abc
Thera	Inmediata	15	12,09	6,25	11,32	7,17	0,94	0,035	bd
Cem®	A los 20 seg	15	9,65	3,28	9,26	4,21	0,05		abc
	A los 120 seg	15	13,48	7,81	11,65	8,16	0,00		cd
	Sin fotoactivación	15	7,55	4,27	6,97	5,51	0,35		a

Nota. p* Shapiro-Wilk, p**Kruskall-Wallis. La tabla muestra los valores de fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio cementados con RelyX™ U200 y TheraCem®, según el período de fotoactivación. En RelyX™ U200, los mayores valores se observaron con fotoactivación después de 120 segundos, y los menores con activación inmediata ($p = 0,014$). En TheraCem®, también se registró mayor adhesión a los 120 segundos y menor sin fotoactivación ($p = 0,035$). El análisis Post Hoc de Dunn (letras iguales sin diferencia significativa) reveló diferencias significativas entre tiempos de exposición, especialmente entre los extremos. Un mayor tiempo de fotoactivación mejora significativamente la adhesión en ambos cementos, siendo más evidente en RelyX™ U200.

Figura 1

Descripción del efecto de los diferentes períodos de fotoactivación aplicados en la fuerza de adhesión de postes fibra de vidrio a la dentina radicular cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales



V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dado que, en pruebas de adhesión, los dientes bovinos han sido ampliamente utilizados como alternativa de los dientes humanos, debido a su parecido estructural y relativamente fácil obtención, en la presente investigación se emplearon piezas dentarias bovinas. Esto es respaldado por diversos estudios como los de Teruel et al. (2015) y Soares et al. (2016), en donde en el caso del primero, tras comparar la composición química de esmalte y dentina humanos con los de especies bovinas, porcinas y ovinas, concluyeron que las piezas dentarias bovinas deberían ser la primera opción como sustitutos de los dientes humanos dada su mayor similitud; mientras que, en el caso del segundo, a través de una revisión sistemática y metaanálisis, la literatura indicó que el uso de dientes bovinos en evaluaciones de fuerza de adhesión produce resultados similares a los humanos, tanto en esmalte como en dentina. Por lo tanto, los dientes bovinos se pueden considerar un sustituto adecuado de los dientes humanos en pruebas de fuerza de adhesión en estudios *in vitro*.

Por otra parte, para la cementación de los postes, en este estudio, se emplearon cementos resinosos autoadhesivos de curado dual, lo primero implica que en su fase inicial de reacción de polimerización ambos cementos (RelyX™ U200 y TheraCem®) posean un pH bajo que permite la disolución del barro dentinario, desmineralización y el incremento en la microporosidad de la dentina, mejorando la adhesión al sustrato y simplificando el número de pasos; sin embargo, luego ocurre una neutralización del pH, la cual puede presentar una amplia variabilidad entre los cementos (Perdigão et al., 1996; Zorzín et al., 2012; Pegoraro et al., 2013). Mientras que, el curado dual por su parte, implica que pueden ser activados químicamente o fotoactivadas, lo que permitiría la polimerización de los cementos incluso en zonas donde la luz es de difícil acceso y, por ende, el alcance de la luz emitida por la unidad de fotoactivación se ve limitado, como es el caso de los tercios más profundos del conducto radicular. Así mismo, ya que sus fabricantes conciertan la posibilidad del autofraguado, en este

estudio se consideró un grupo control negativo donde el cemento no recibió fotoactivación con lámpara de luz.

Como Jang et al. (2017) sugieren, una vitrificación temprana del cemento puede ocurrir inducida por una activación lumínica insuficiente interfiriendo con la autopolimerización, comprometiendo el curado general de los cementos de resina de curado dual, debido a la movilidad restringida del material e impidiendo así una completa reacción. Por lo que, se cuestiona si un período de espera antes de la fotoactivación podría aumentar significativamente la fuerza de adhesión en las zonas intrarradiculares donde hay menor dosis de luz expuesta, ya que al tratarse de la cementación de postes fibra de vidrio, este se convierte en un factor de importancia para el éxito de la preservación del tratamiento.

Basándose en los resultados del presente estudio, la hipótesis nula fue rechazada debido a que sí se hallaron diferencias significativas entre los diferentes períodos de fotoactivación aplicados respecto a la fuerza de adhesión de postes fibra de vidrio cementados con diferentes cementos duales.

Al compararse los valores de fuerza de adhesión obtenidos mediante la aplicación de diferentes períodos de fotoactivación durante la cementación de postes fibra de vidrio, se encontró que con el cemento RelyX™ U200 hubo diferencia significativa entre el protocolo de fotoactivación inmediata y el protocolo de fotoactivación 20 segundos después de la inserción del poste en el conducto ($p=0,008$); así mismo, la fotoactivación inmediata presentó diferencia significativa con el período de fotoactivación aplicado 120 segundos después de la inserción del poste fibra de vidrio ($p=0,004$).

En el caso del TheraCem®, el protocolo que involucró la ausencia de fotoactivación del cemento demostró diferencia estadísticamente significativa en contraste con la fotoactivación inmediata ($p=0,017$) y con la fotoactivación aplicada 120 segundos después de la inserción del poste ($p=0,008$).

En líneas generales, los valores más altos de fuerza de adhesión fueron obtenidos con el protocolo de fotoactivación diferida aplicado 120 segundos después de la inserción del poste al interior del conducto, lo que se condice con los resultados obtenidos en el estudio de Comba et al. (2023), donde este protocolo fue superior comparado con los protocolos de fotoactivación 20 segundos después y sin fotoactivación ($p < 0,05$). En contraste a los resultados obtenidos en el estudio de Silva et al. (2023), en donde determinaron que el período de fotoactivación no influía en la fuerza de adhesión entre la dentina y sistema de cementación; además, fue con el protocolo de fotoactivación inmediata con el que obtuvieron una mayor penetración del cemento y mayor fuerza de adhesión, comparado con los protocolos de fotoactivación postergada, en el tercio cervical con RelyX™ U200; mientras que, en el presente estudio con fotoactivación inmediata, empleando el mismo cemento, el valor más alto se obtuvo en el tercio medio y el más bajo en el cervical y con TheraCem® la fuerza de adhesión aumentó progresivamente desde el tercio cervical hacia el apical, demostrando la existencia de diferencia significativa entre el nivel del tercio y la fuerza de adhesión, aplicando dicho protocolo de fotoactivación (RelyX™ U200: $p = 0,034$; TheraCem®: $p = 0,020$).

Así mismo, los estudios de Pereira et al. (2015) y Faria-e-Silva et al. (2014), coinciden con los resultados de este estudio, en que la fuerza de adhesión incrementó gradualmente con el período de fotoactivación postergado; sin embargo, en el estudio de Pereira et al., además de que la mayor fuerza de adhesión del poste fibra de vidrio fue lograda en la región del tercio coronal, concluyeron que esta disminuye significativamente en la región apical, lo que difiere con nuestros resultados en donde los mayores valores se obtuvieron en la región del tercio apical tanto con el cemento RelyX™ U200 como con el TheraCem®.

El mejor rendimiento de fuerza de adhesión obtenido en la región apical de los postes cementados en nuestro estudio es consistente con los estudios de Soares et al. (2021) y Kahnamouei et al. (2012). Esto puede explicarse porque es en el tercio apical en donde se

encuentra la menor densidad tubular, lo que lo hace más accesible a los cementos autoadhesivos los cuales no requieren de grabado ácido y se apoyan más en la adhesión química con la hidroxiapatita; por el contrario, en la porción coronal existe una mayor densidad tubular que, durante la preparación del espacio del poste, conduce a una formación de barrillo dentinario más grueso y por ende también a una capa híbrida más gruesa, es ahí donde los cementos de grabado total pueden brindar una retención micromecánica más efectiva gracias a su grabado con ácido fosfórico (Kahnamouei et al., 2012; Ferrari et al., 2000; Gaston et al., 2001).

Adicionalmente, aunque no fue considerada una variable en el presente estudio, una revisión sistemática realizada por Mishra et al. (2020), indica que las estrategias de tratamiento de la superficie del poste de fibra de vidrio aumentarían su fuerza de adhesión a la dentina radicular. Así mismo, Santander et al. (2023) demostraron que los postes de fibra de vidrio pretratados con peróxido de hidrógeno al 24%, ácido fosfórico al 37%, APF al 1,23 % por 2 y 6 minutos y la aplicación de solo silano antes de su cementación, presentaron mayor fuerza de adhesión en la región apical; lo que corresponde con nuestros resultados, habiendo utilizado luego de su desinfección, solo silano como tratamiento del poste, previo a su cementación.

A pesar de que tradicionalmente la activación por luz de los cementos duales ha sido llevada a cabo de manera inmediata, aún existe un vacío en especificaciones claras respecto al protocolo que debe aplicarse para el inicio de la fotoactivación de este tipo de cementos, que permita la optimización de sus propiedades mecánicas y una mejora en la fuerza de adhesión de los postes fibra de vidrio a la dentina radicular.

Los resultados de la presente investigación sugieren que es prudente esperar por un período de 120 segundos para dar por iniciada la fotoactivación de los cementos duales que fueron empleados para la cementación de los postes fibra de vidrio, lo que mejoraría su fuerza de adhesión a la dentina radicular en virtud de mantener la longevidad del tratamiento; sin embargo, debe continuarse con esta línea de investigación para tener resultados concluyentes.

VI. CONCLUSIONES

6.1. Existen diferencias significativas entre los diferentes períodos de fotoactivación aplicados respecto a la fuerza de adhesión de postes fibra de vidrio a la dentina radicular cementados con diferentes cementos duales.

6.2. Aplicando el protocolo de fotoactivación inmediata se encuentra diferencias significativas a nivel de tercios con ambos cementos empleados. Siendo el valor más alto con RelyX™ U200 a nivel del tercio medio y el más bajo en el tercio cervical; mientras que, con TheraCem® la fuerza de adhesión aumentó progresivamente desde cervical hasta apical.

6.3. Con el protocolo de fotoactivación 20 segundos después de la inserción del poste en el conducto, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tercios estudiados para ninguno de los dos cementos evaluados. A pesar de ello, se observaron valores de fuerza adhesiva más altos en el tercio medio con RelyX™ U200, y en el tercio apical con TheraCem®, sin que estas diferencias fueran significativas.

6.4. Con la aplicación de la fotoactivación 120 segundos después de la inserción del poste en el conducto, la fuerza de adhesión sí mostró diferencias significativas entre los tercios evaluados utilizando RelyX™ U200, siendo el tercio apical el que presentó el mayor valor de fuerza de adhesión y aunque con TheraCem® se observó una tendencia creciente hacia el tercio apical, las diferencias no fueron significativas.

6.5. Bajo el protocolo sin fotoactivación no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tercios radiculares estudiados para ninguno de los dos cementos empleados.

6.6. Existen diferencias significativas entre los períodos de fotoactivación aplicados, especialmente entre los extremos. Un mayor tiempo de espera antes de la fotoactivación, mejoró significativamente la fuerza de adhesión en ambos cementos, siendo más evidente con el cemento resinoso autoadhesivo dual RelyX™ U200.

VII. RECOMENDACIONES

7.1. Se propone la realización de más estudios *in vitro* que además de evaluar el efecto del período de inicio de la fotoactivación, incluyan condiciones como la durabilidad de la adhesión en la cementación de los postes fibra de vidrio tras el envejecimiento.

7.2. Se aconseja evaluar más factores que pueden afectar la cementación de los postes fibra de vidrio como lo son el tratamiento previo del poste y el método de colocación del cemento en el conducto y el poste.

7.3. Se sugiere complementar los estudios obtenidos mediante prueba de Push-Out con la evaluación de nanofiltración, tipo de falla de adhesión y penetrabilidad en dentina.

7.4. Se requieren más investigaciones respecto a la geometría interna del conducto radicular y cómo esta puede influir en el grado de conversión y adhesión de los postes fibra de vidrio a la dentina radicular.

7.5. Se plantea realizar más estudios para determinar el mecanismo de adhesión de los cementos resinosos autoadhesivos duales a la dentina radicular del tercio apical.

7.6. Se necesitan desarrollar estudios de ensayo clínicos a largo plazo en estos aspectos antes de emitir recomendaciones clínicas.

VIII. REFERENCIAS

- Al-Kataan, Z. & Al-Naimi, A. (2023). Evaluation shear bond strength of three self-adhesive resin cements bond to different substrates. *Al-Rafidain Dental Journal*, 23(1), 102-122. <https://doi.org/10.33899/rdenj.2022.131861.1142>
- Alshabib, A., AlDosary, K. & Algamaiah, H. (2024). A comprehensive review of resin luting agents: Bonding mechanisms and polymerisation reactions. *The Saudi Dental Journal*, 36(2), 234–239. <https://doi.org/10.1016/j.sdentj.2023.11.010>
- Alvitez, D., Mendoza, R., Calderón, I., Salcedo, D., Watanabe, R. & Mayta, F. (2022). Comparison of Bond Strength of Luted Fiberglass Posts with Different Cementation Protocols: A Comparative *In Vitro* Study. *World Journal of Dentistry*, 13(1), 40–45. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-1886>
- Angnanon, W., Thammajaruk, P. & Guazzato, M. (2023). Effective luting agents for glass-fiber posts: A network meta-analysis. *Dental Materials*, 39(12), 1180–1189. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2023.10.015>
- Aranda, A., Kuga, M., Vitorino, K., Chávez, G., Duarte, M., Bonetti, I., Faria, G., & Só, M. (2013). Effect of the root canal final rinse protocols on the debris and smear layer removal and on the push-out strength of an epoxy-based sealer. *Microscopy Research and Technique*, 76(5), 533–537. <https://doi.org/10.1002/jemt.22196>
- Artopoulou, I., O'Keefe, K. & Powers, J. (2006). Effect of core diameter and surface treatment on the retention of resin composite cores to prefabricated endodontic posts. *Journal of Prosthodontics*, 15(3), 172–179. <https://doi.org/10.1111/j.1532-849X.2006.00097.x>
- Boing, T., Gomes, G., Gomes, J., Reis, A. & Gomes, O. (2017). Is the bonding of self-adhesive cement sensitive to root region and curing mode?. *Journal of Applied Oral Science*, 25(1), 2-9. <https://doi.org/10.1590/1678-77572015-0430>

- Celikten, B., Uzuntas, C., Orhan, A., Orhan, K., Tufenkci, P., Kursun, S. & Demiralp, K. (2016). Evaluation of root canal sealer filling quality using a single-cone technique in oval shaped canals: An in vitro micro-CT study. *Scanning*, 38(2), 133–140. <https://doi.org/10.1002/sca.21249>
- Chang, H., Noh, Y., Lee, Y., Min, K. & Bae, J. (2013). Push-out bond strengths of fiber-reinforced composite posts with various resin cements according to the root level. *Journal of Advanced Prosthodontics*, 5(3), 278–286. <https://doi.org/10.4047/jap.2013.5.3.278>
- Chen, W., Chen, Y., Huang, S. & Lin, C. (2013). Limitations of push-out test in bond strength measurement. *Journal of Endodontics*, 39(2), 283–287. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.002>
- Choi, Y., Choi, S., Jung, J. & Chang, H. (2021). Evaluation of irradiance and spectral output of visible light curing units used in the laboratory. *Oral Biology Research*, 45(4), 201–208. <https://doi.org/10.21851/obr.45.04.202112.201>
- Comba, A., Baldi, A., Juzikis, E., Vergano, E., Pasqualini, D., Alovise, M., Berutti, E. & Scotti, N. (2023). Does curing delay affect the bond strength of fiber post with self-adhesive cements?. *International Journal of Prosthodontics*, 36(5), 595–602. <https://doi.org/10.11607/ijp.7486>
- Cortizo, M., Azzarri, M., Jordan, S., Moure, M. & Picotti, D. (2021). Valoración y visualización microscópica de las interfases producidas en el cementado de postes a base de fibra de vidrio: Uso de cementos resinosos con y sin técnica adhesiva. *Revista de la Facultad de Odontología*. <https://doi.org/10.1136/2021.12.01>
- de França, P., Pires, J., da Silva, B., Lopes, P., Cristófori, R., da Silva, D. & Tufi, L. (2024). The use of fiberglass posts in dentistry: A literature review / O uso de pinos de fibra de

- vidro na odontologia: uma revisão de literatura. *Revista Fluminense de Odontologia*, 1(63), 29–38. <https://doi.org/10.22409/ijosd.v1i63.57076>
- de Lima, E., Santos, R., Durão, M., Nascimento, A. & Braz, R. (2016). Universal cements: Dual activated and chemically activated. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, 2(1), 125–129. <https://doi.org/10.1080/23337931.2016.1221314>
- de Moraes, A., Cenci, M., de Moraes, R., Pereira-Cenci, T. & Donassollo, T. (2013). Current concepts on the use and adhesive bonding of glass-fiber posts in dentistry: A review. *Applied Adhesion Science*, 1, 4. <https://doi.org/10.1186/2196-4351-1-4>
- De Souza, G., Braga, R., Cesar, P. & Lopes, G. (2015). Correlation between clinical performance and degree of conversion of resin cements: A literature review. *Journal of Applied Oral Science*, 23(4), 358–368. <https://doi.org/10.1590/1678-775720140524>
- El-Damanhoury, H., Elsahn, N., Sheela, S., Albasti, A., Jouma, M., Albadich, M., Bastaty, T. & Taghva, Y. (2022). Impact of immediate and delayed photo-activation of self-adhesive resin cements on bonding efficacy and water uptake under simulated pulpal pressure. *Operative Dentistry*, 47(3), 337–345. <https://doi.org/10.2341/21-004-L>
- Faria-e-Silva, A., Peixoto, A., Borges, M., Menezes, M. & Moraes, R. (2014). Immediate and delayed photoactivation of self-adhesive resin cements and retention of glass-fiber posts. *Brazilian Oral Research*, 28. <https://doi.org/10.1590/S1806-83242014.50000005>
- Faria-e-Silva, A. & Pfeifer, C. (2017). Effectiveness of high-power LEDs to polymerize resin cements through ceramics: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 118(5), 631–636. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.12.013>
- Ferracane, J., Moser, J. & Greener, E. (1985). Ultraviolet light-induced yellowing of dental restorative resins. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 54(4), 483–487. [https://doi.org/10.1016/0022-3913\(85\)90418-4](https://doi.org/10.1016/0022-3913(85)90418-4)

- Ferrari, M., Mannocci, F., Vichi, A., Cagidiaco, M. & Mjör, I. (2000). Bonding to root canal: Structural characteristics of the substrate. *American Journal of Dentistry*, 13(5), 255–260.
- Ferrari, M., Vichi, A. & Grandini, S. (2001). Efficacy of different adhesive techniques on bonding to root canal walls: An SEM investigation. *Dental Materials*, 17(4), 422–429. [https://doi.org/10.1016/S0109-5641\(00\)00102-0](https://doi.org/10.1016/S0109-5641(00)00102-0)
- Fronza, B., Fabião, A., Rueggeberg, F. & Giannini, M. (2023). Effect of curing mode on polymerization kinetics, mechanical properties, and dentin adhesion of self-adhesive and conventional resin cements. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 37(19), 2683–2695. <https://doi.org/10.1080/01694243.2023.2166384>
- Gaston, B., West, L., Liewehr, F., Fernandes, C. & Pashley, D. (2001). Evaluation of regional bond strength of resin cement to endodontic surfaces. *Journal of Endodontics*, 27(5), 321–324. <https://doi.org/10.1097/00004770-200105000-00001>
- Goracci, C., Tavares, A., Fabianelli, A., Monticelli, F., Raffaelli, O., Cardoso, P., Tay, F. & Ferrari, M. (2004). The adhesion between fiber posts and root canal walls: Comparison between microtensile and push-out bond strength measurements. *European Journal of Oral Sciences*, 112(4), 353–361. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0722.2004.00146.x>
- Guldener, K., Lanzrein, C., Siegrist, B., Lang, N., Ramseier, C. & Salvi, G. (2017). Long-term clinical outcomes of endodontically treated teeth restored with or without fiber post-retained single-unit restorations. *Journal of Endodontics*, 43(2), 188–193. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.10.008>
- Hashimoto, M., Tay, F., Svizero, N., de Gee, A., Feilzer, A., Sano, H., Kaga, M., & Pashley, D. (2007). The effects of common errors on sealing ability of total-etch adhesives. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(2), 92. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2006.08.020>

- Heboyan, A., Vardanyan, A., Karobari, M., Marya, A., Avagyan, T., Tebyaniyan, H., Mustafa, M., Rokaya, D. & Avetisyan, A. (2023). Dental Luting Cements: An Updated Comprehensive Review. *Molecules*, 28(4), 1619. <https://doi.org/10.3390/molecules28041619>
- International Organization for Standardization. (2013). *Dentistry — Adhesion — Notched-edge shear bond strength test* (ISO 29022:2013). ISO. <https://www.iso.org/standard/45285.html>
- Jang, Y., Ferracane, J., Pfeifer, C., Park, J., Shin, Y. & Roh, B. (2017). Effect of insufficient light exposure on polymerization kinetics of conventional and self-adhesive dual-cure resin cements. *Operative Dentistry*, 42(1). <https://doi.org/10.2341/15-278-L>
- Kahnamouei, M., Mohammadi, N., Navimipour, E. & Shakerifar, M. (2012). Push-out bond strength of quartz fibre posts to root canal dentin using total-etch and self-adhesive resin cements. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*, 17(2), 337–344. <https://doi.org/10.4317/medoral.17429>
- Kanca, J. (1992). Improving bond strength through acid etching of dentin and bonding to wet dentin surfaces. *The Journal of the American Dental Association*, 123(9), 35–43. <https://doi.org/10.14219/jada.archive.1992.0248>
- Leprince, J., Palin, W., Hadis, M., Devaux, J. & Leloup, G. (2013). Progress in dimethacrylate-based dental composite technology and curing efficiency. *Dental Materials*, 29(2), 139–156. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.11.005>
- Lima, R., Murillo-Gómez, F., Sartori, C. & De Góes, M. (2019). Effect of light absence or attenuation on biaxial flexural strength of dual-polymerized resin cements after short- and long-term storage. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 31(1), 80–87. <https://doi.org/10.1111/jerd.12427>

- López, A., Castilla, M. & Correa, A. (2014). Evaluación de la microdureza de cementos resinosos de uso odontológico: Estudio in vitro. *Revista Científica Odontológica*, 2, 67-74.
- Maciel, C., Baroudi, K., Oliveira, K., Santos, C., Lima, C. & Vitti, R. (2024). Clinical longevity of metallic versus fiberglass intraradicular posts: A systematic review. *Brazilian Dental Science*, 27(1), e4114. <https://doi.org/10.4322/bds.2024.e4114>
- Manso, A. & Carvalho, R. (2017). Dental Cements for Luting and Bonding Restorations: Self-Adhesive Resin Cements. *Dental Clinics of North America*, 61(4), 821–834. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2017.06.006>
- Meng, X., Yoshida, K. & Atsuta, M. (2008). Influence of ceramic thickness on mechanical properties and polymer structure of dual-cured resin luting agents. *Dental Materials*, 24(5), 594–599. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2007.06.014>
- Mishra, L., Khan, A., Velo, M., Panda, S., Zavattini, A., Rizzante, F., Arbildo, H., Sauro, S. & Lukomska-Szymanska, M. (2020). Effects of Surface Treatments of Glass Fiber-Reinforced Post on Bond Strength to Root Dentine: A Systematic Review. *Materials*, 13(8), 1967. <https://doi.org/10.3390/ma13081967>
- Nakabayashi, N., Kojima, K. & Masuhara, E. (1982). The promotion of adhesion by the infiltration of monomers into tooth substrates. *Journal of Biomedical Materials Research*, 16(3), 265–273. <https://doi.org/10.1002/jbm.820160307>
- Pegoraro, T., Butignon, L., Filho, W., Pegoraro, L. & Carvalho, R. (2013). Curing mode and aging affect monomer conversion and tensile strength of dual-cured resin cements. *Dental Materials*, 29, 1210–1217. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2013.08.107>
- Pegoraro, T., da Silva, N. & Carvalho, R. (2007). Cements for use in esthetic dentistry. *Dental Clinics of North America*, 51(2), 453–471. <https://doi.org/10.1016/j.cden.2007.02.003>

- Pelissier, B., Jacquot, B., Palin, W. & Shortall, A. (2011). Three generations of LED lights and clinical implications for optimizing their use. Part 1: From past to present. *Dental Update*, 38(10), 660–668. <https://doi.org/10.12968/denu.2011.38.10.660>
- Perdigão, J. (2020). Current perspectives on dental adhesion: (1) Dentin adhesion – not there yet. *Japanese Dental Science Review*, 56, 190–207. <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2020.08.004>
- Perdigão, J., Araujo, E., Ramos, R., Gomes, G., & Pizzolotto, L. (2021). Adhesive dentistry: Current concepts and clinical considerations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 33(1), 51–68. <https://doi.org/10.1111/jerd.12692>
- Perdigão, J., Lambrechts, P., Van Meerbeek, B., Tomé, A. R., Vanherle, G. & Lopes, A. (1996). Morphological field emission-SEM study of the effect of six phosphoric acid etching agents on human dentin. *Dental Materials*, 12(4), 262–271. [https://doi.org/10.1016/s0109-5641\(96\)80033-9](https://doi.org/10.1016/s0109-5641(96)80033-9)
- Pereira, R., Valdívia, A., Bicalho, A., Franco, S., Tantbirojn, D., Versluis, A. & Soares, C. (2015). Effect of photoactivation timing on the mechanical properties of resin cements and bond strength of fiberglass post to root dentin. *Operative Dentistry*, 40(5), E206–E221. <https://doi.org/10.2341/14-115-L>
- Peumans, M., De Munck, J., Mine, A. & Van Meerbeek, B. (2014). Clinical effectiveness of contemporary adhesives for the restoration of noncarious cervical lesions: A systematic review. *Dental Materials*, 30(10), 1089–1103. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2014.07.007>
- Price, R. (2018). The dental curing light. En V. Miletic (Ed.), *Dental composite materials for direct restorations* (pp. 43–62). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-60961-4_4

- Price, R., Ferracane, J., Hicke, R. & Sullivan, B. (2020). The light-curing unit: An essential piece of dental equipment. *International Dental Journal*, 70(6), 407–417. <https://doi.org/10.1111/idj.12582>
- Pulido, C., Arrais, C., Gomes, G., Franco, A., Kalinowski, H., Dávila-Sánchez, A. & Gomes, O. (2021). Kinetics of polymerization shrinkage of self-adhesive and conventional dual-polymerized resin luting agents inside the root canal. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 125(3), 535–542. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.01.017>
- Rueggeberg, F. (2011). State-of-the-art: Dental photocuring—A review. *Dental Materials*, 27(1), 39–52. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2010.10.021>
- Ruiz, M., Pardo, M., Jaimes, M., Muñoz, E. & Palma, J. (2016). Resistencia a la fractura de postes de fibra de vidrio vs postes colados en dientes anteriores: Revisión sistemática de la literatura. *Revista Sistemática CES de Odontología*, 29(1), 45–56. <https://doi.org/10.1007/s10266-020-00558-1>
- Santander, F., Castillo, D., Tay, L., López, C., Cornejo, A., Cervantes, L. & Cayo, C. (2023). Bond strength and failure mode of glass fiber posts with different surface treatments prior to silanization: An in vitro comparative study. *Journal of International Society of Preventive and Community Dentistry*, 13(1), 42-53. https://doi.org/10.4103/jispcd.JISPCD_292_21
- Sarkis-Onofre, R., Skupien, J., Cenci, M., Moraes, R. & Pereira-Cenci, T. (2014). The role of resin cement on bond strength of glass-fiber posts luted into root canals: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Operative Dentistry*, 39(1), E31–E44. <https://doi.org/10.2341/13-070-LIT>
- Silva, J., Pereira, C., Gonçalves, P., Casanovas, R., Oliveira, L., Alencar, C., De Andrade, M. & Kuga, M. (2023). Analysis of a self-adhesive resin cement using immediate or delayed light curing on adhesive/root dentin interface after fiber post cementation.

Cuadernos De Educación Y Desarrollo, 15(4), 3641–3657.

<https://doi.org/10.55905/cuadv15n4-035>

- Silva, N., Castro, C., Santos-Filho, P., Silva, G., Campos, R., Soares, P., & Soares, C. (2009). Influence of different post design and composition on stress distribution in maxillary central incisor: Finite element analysis. *Indian Journal of Dental Research*, 20(2), 153–158. <https://doi.org/10.4103/0970-9290.52888>
- Sirisha, K., Rambabu, T., Shankar, Y. & Ravikumar, P. (2014). Validity of bond strength tests: A critical review: Part I. *Journal of Conservative Dentistry*, 17(4), 305–311. <https://doi.org/10.4103/0972-0707.136340>
- Soares, F., Follak, A., da Rosa, L., Montagner, A., Lenzi, T., & Rocha, R. (2016). Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *Dental Materials*, 32(11), 1385–1393. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2016.09.019>
- Soares, P., Morgan, L., Tonelli, S., Limeira, F., Bruzanga, F., Seraidarian, P., Albuquerque, R., & Silveira, F. (2021). Effect of different resin cements on the bond strength of custom-made reinforced glass fiber posts: A push-out study. *Journal of Contemporary Dental Practice*, 22(3), 219–223.
- Tay, F., Pashley, D., Suh, B., Carvalho, R. & Miller, M. (2004). Single-step, self-etch adhesives behave as permeable membranes after polymerization. Part I. Bond strength and morphologic evidence. *American Journal of Dentistry*, 17(4), 271–278.
- Teruel, J., Alcolea, A., Hernández, A., & Ruiz, A. (2015). Comparison of chemical composition of enamel and dentine in human, bovine, porcine and ovine teeth. *Archives of Oral Biology*, 60(5), 768–775. <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2015.01.014>
- von Stein-Lausnitz, M., von Stein-Lausnitz, A., Reissmann, D., Roggendorf, M., Beuer, F., Naumann, M. & Sterzenbach, G. (2019). Impact of endodontic post material on

longitudinal changes in interproximal bone level: A randomized controlled pilot trial. *Clinical Oral Investigations*, 23(5), 2303–2311. <https://doi.org/10.1007/s00784-018-2698-1>

Yikilgan, İ., Uzun, O., Gürel, M., Bala, O., Ömürlü, H. & Kayaoglu, G. (2019). Volumetric evaluation of void/gap formation and microleakage cementing fiber posts on extracted teeth with three different cements. *Journal of Prosthodontics*, 28(1), 222–228. <https://doi.org/10.1111/jopr.12662>

Zorzin, J., Petschelt, A., Ebert, J. & Lohbauer, U. (2012). pH neutralization and influence on mechanical strength in self-adhesive resin luting agents. *Dental Materials*, 28(6), 672–679. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2012.03.005>

IX. ANEXOS

9.1 Anexo A

9.1.1. *Protocolos realizados en el Taller Clínica de Endodoncia bajo supervisión docente*



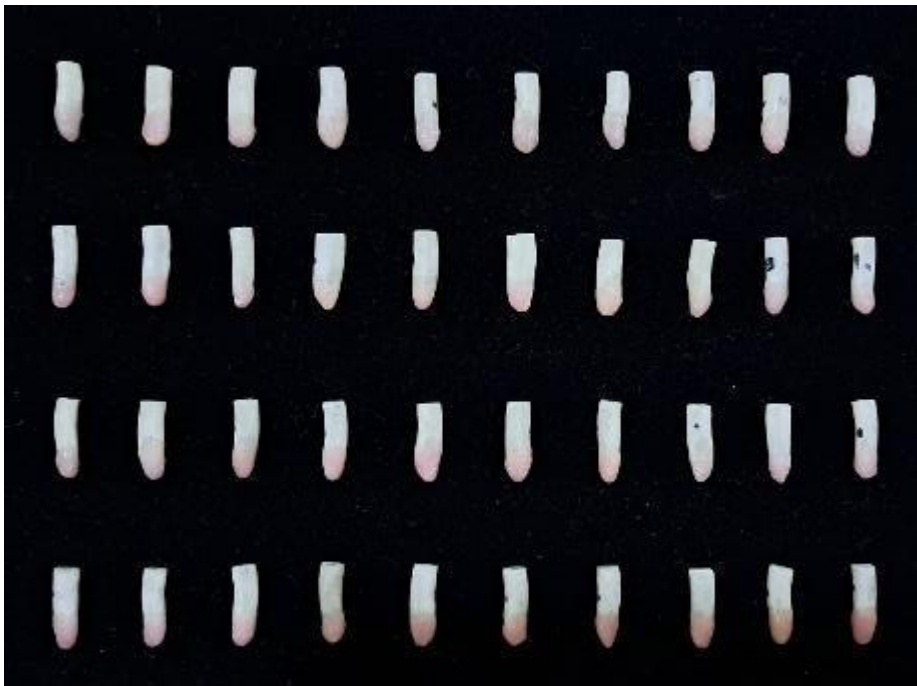
9.2 Anexo B

9.2.1. *Obtención de los ejemplares tras su limpieza y desinfección*



9.3 Anexo C

9.3.1. *Medición de la longitud radicular luego del seccionamiento coronal para estandarización de ejemplares*



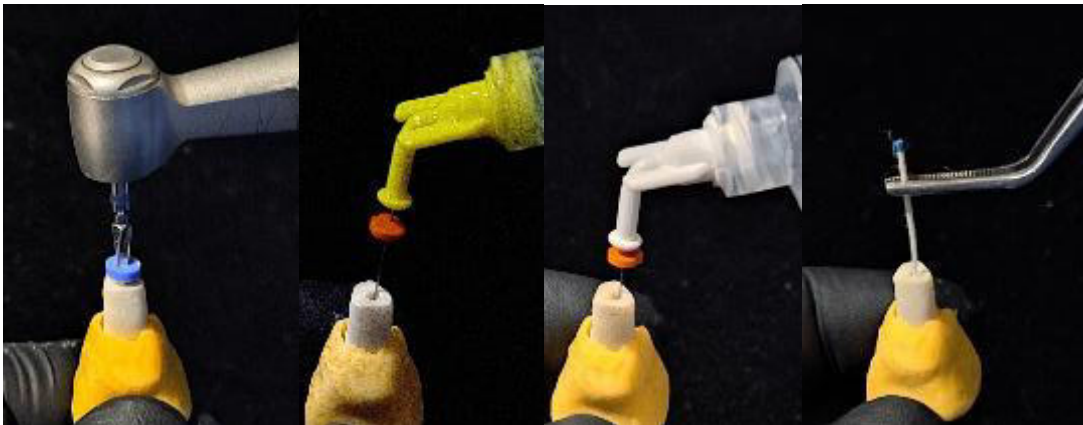
9.4. Anexo D

9.4.1. Tratamiento de conductos de los ejemplares bovinos



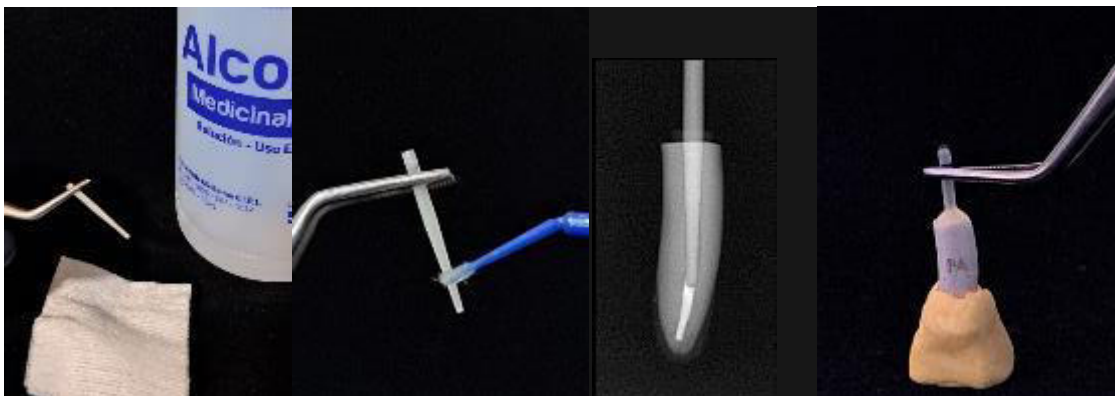
9.5. Anexo E

9.5.1. Conformación de los espacios para los postes fibra de vidrio



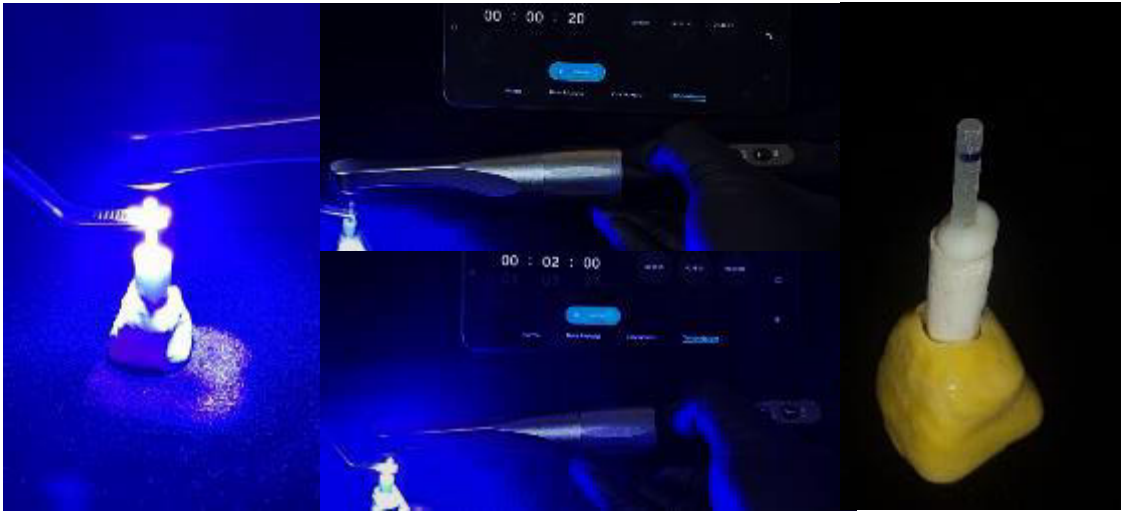
9.6. Anexo F

9.6.1. Protocolo para la cementación de postes fibra de vidrio en los ejemplares bovinos



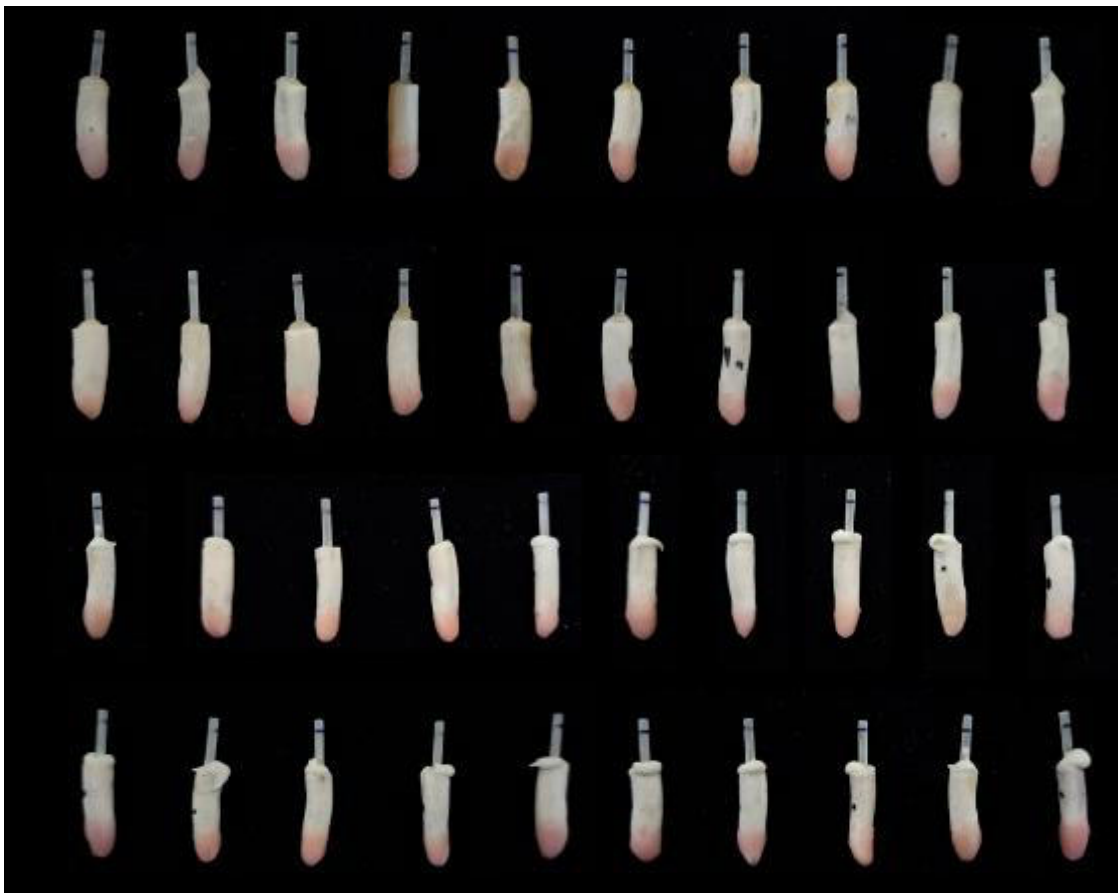
9.7. Anexo G

9.7.1. *Períodos de fotoactivación aplicados durante la cementación de postes fibra de vidrio*



9.8. Anexo H

9.8.1. *Ejemplares bovinos con los postes cementados*



9.9. Anexo I

9.9.1. Discos de 1mm de espesor obtenidos por cada tercio



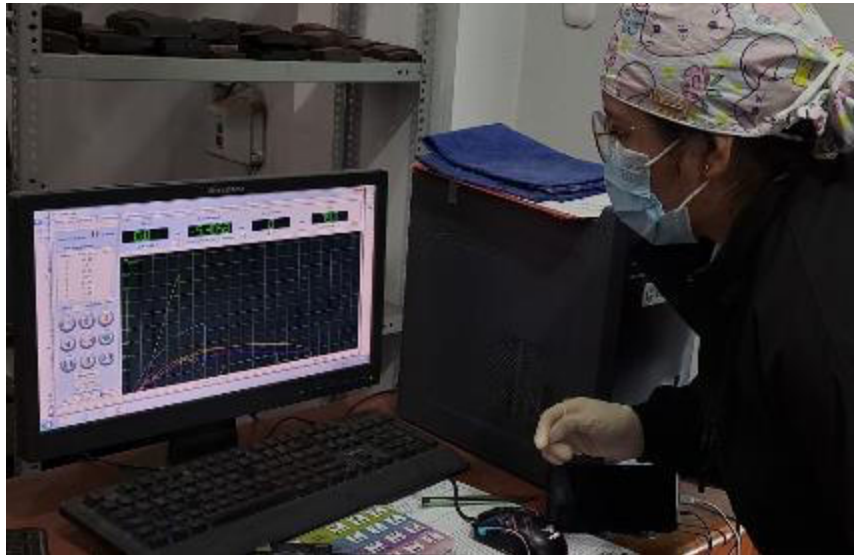
9.10. Anexo J

9.10.1. Prueba de Push Out realizada en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate



9.11. Anexo K

9.11.1. Software empleado para el registro de valores obtenidos durante la Prueba de Push Out



9.12. Anexo L

9.12.1. Acta de aprobación del Comité de Ética de la Facultad de Odontología UNFV

 <p>Universidad Nacional Federico Villarreal</p>	<p>Facultad de Odontología</p> 	
<p>“Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana”</p>		
<p>COMITÉ DE ÉTICA EN INVESTIGACIÓN</p> <p>ACTA DE APROBACIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>N°049-02-2025</p>		
<p>Los miembros del Comité de Ética de Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal integrado por la Mg. Carmen Rosa García Rupaya en calidad de Presidenta, Dr. Daniel Augusto Alvitez Temoche en calidad de miembro y Mg. Nimia Peltroche Adrianzen en calidad de miembro, se reunieron virtualmente para evaluar a solicitud del Director de la Unidad de Investigación, Innovación y Emprendimiento, el Proyecto de Investigación:</p>		
<p>Título: “EFECTO DEL PERÍODO DE FOTOACTIVACIÓN EN LA FUERZA DE ADHESIÓN DE POSTES FIBRA DE VIDRIO A LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO DIFERENTES CEMENTOS DUALES”</p>		
<p>Investigador: Bachiller RAMOS TRUJILLO NICOLE ALLYSON</p>		
<p>Código de inscripción: 049-02-2025</p>		
<p>Proyecto de investigación: versión última de fecha 24 de febrero de 2025</p>		
<p>Luego de verificar el cumplimiento de los requisitos establecidos en el proyecto presentado por el bachiller Nicole Ramos, y de acuerdo al Reglamento del Comité de Ética de la Universidad Nacional Federico Villarreal (Resolución R.N° 6437-2019-UNFV) se concluye en el siguiente calificativo: Favorable con Aprobación</p>		
<p>La aprobación considera el cumplimiento de los estándares de la Facultad y de la Universidad, los lineamientos científicos y éticos, el balance riesgo/beneficio y la capacitación del equipo de investigación. En el caso de participación de seres humanos la confidencialidad de los datos y el ejercicio de la autonomía mediante la aplicación del consentimiento informado.</p>		
<p>Los miembros del Comité de Ética suscribimos el presente documento:</p>		
<p>Lima, 03 de marzo de 2025</p>		
		
<p>Mg. Carmen Rosa García Rupaya Presidenta Comité de Ética en Investigación</p>	<p>Mg. Nimia Peltroche Adrianzen Miembro Comité de Ética en Investigación</p>	<p>Dr. Daniel Alvitez Temoche Miembro Comité de Ética en Investigación</p>


9.13. Anexo M

9.13.1. Informe de ensayo del laboratorio High Technology Laboratory Certificate



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 1 de 4

INFORME DE ENSAYO		IEO-0116-2025	Revisión N° 01	Fecha de emisión:	10-07-2025
ENSAYO DE ADHERENCIA ENTRE DIENTES CON POSTES DE FIBRA DE VIDRIO					
1. DATOS DEL SOLICITANTE					
Nombre de tesis	"EFECTO DEL PERÍODO DE FOTOACTIVACIÓN EN LA FUERZA DE ADHESIÓN DE POSTES DE FIBRA DE VIDRIO A LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO DIFERENTES CEMENTOS DUALES"				
Nombres y Apellidos	Nicole Allyson Ramos Trujillo				
Dirección	Jr. Los Astrónomos Mz I4 Lt9. San Juan de Lurigancho - Lima				
2. EQUIPOS UTILIZADOS					
Instrumento	Marca	Aproximación	Calibración	Los resultados del informe se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones y son válidos únicamente para las muestras ensayadas.	
Equipo de Ensayos Mecánicos	LG CMT- 5L	0.001N	LFP-182-2025		
Vernier Digital	Mitutoyo - 200 mm	0.01mm	CL-143-2024		
3. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA					
Muestras de dientes adheridos con postes de fibra de vidrio	Cantidad	Ciento veinte (120) muestras			HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este documento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados del informe aquí declarados.
	Material	Postes de fibra de vidrio			
	Grupo 1	Fotoactivación Inmediata RelyX U200			
	Grupo 2	Fotoactivación D20 RelyX U200			
	Grupo 3	Fotoactivación D120 RelyX U200			
	Grupo 4	Sin Fotoactivación RelyX U200			
	Grupo 5	Fotoactivación Inmediata TheraCem			
	Grupo 6	Fotoactivación D20 TheraCem			
	Grupo 7	Fotoactivación D120 TheraCem			
	Grupo 8	Sin Fotoactivación TheraCem			
	*Información proporcionada por el solicitante.				
4. DATOS DE ENSAYO					
Fecha de Recepción de muestras	08 de Julio del 2025				Las muestras son sometidas a ensayo en el estado en que son recepcionadas y los resultados no pueden ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del Sistema de calidad de la entidad que lo produce.
Analista asignado	RET				
Condiciones de la muestra	-				
Fecha de Ensayo	08 de Julio del 2025 al 09 de Julio del 2025				
Lugar de Ensayo	HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C. Jr. Nepentás 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho, Lima.				
5. CONDICIONES DE ENSAYO					
	Inicial	Final		 El informe de ensayo sin firma y sello carece de validez.	
Temperatura	18.2 °C	18.2 °C			
Humedad Relativa	81.0 %HR	81.0 %HR			
6. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO					
El ensayo se realizó bajo la siguiente Norma:					
PROCEDIMIENTO	DESCRIPCIÓN			CAPÍTULO/NUMERAL	
Según solicitante	Se realizó el ensayo de adherencia, aplicando una fuerza vertical en la parte central del diente, donde se encontraba el cemento odontológico, a una velocidad de 0.75 mm/min			---	

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

 Jr. Nepentás 364 Urb. San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

 +51 997 123 584 // 949 059 602

 ventas@ensayoshti.pe // ingenieria@ensayoshti.pe

 www.ensayoshti.pe


INFORME DE ENSAYO		IEO-0116-2025		Revisión N° 01		Fecha de emisión:		10-07-2025				
7. RESULTADOS DE ENSAYOS DE ADHERENCIA												
Grupo 1: Fotoactivación Inmediata RelyX U200												
Muestra	Cervical				Medio				Apical			
	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)
1	5.82	1.07	15.22	2.62	4.06	0.95	23.64	5.82	4.22	1.1	22.06	5.23
2	5.08	0.94	21.05	4.14	4.09	1.03	67.42	14.37	3.77	0.91	38.32	10.16
3	5.73	1.03	29.46	5.14	4.47	0.93	76.37	17.08	4.62	1.09	30.37	6.57
4	5.08	0.94	19.96	3.93	4.79	0.99	34.76	7.26	3.64	0.92	38.16	10.48
5	4.96	0.94	9.81	1.98	4.02	0.97	24.48	6.09	5.85	0.98	28.64	4.90
Grupo 2: Fotoactivación D20 RelyX U200												
Muestra	Cervical				Medio				Apical			
	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)
1	4.42	0.95	45.83	10.38	4.54	1.01	60.50	13.33	4.16	1.01	23.85	5.74
2	5.67	1.05	35.70	6.29	4.49	1.02	51.39	11.46	2.74	1.05	15.31	5.59
3	5.45	1.02	147.06	27.00	4.52	1.02	56.09	12.41	3.90	1.09	26.12	6.69
4	5.39	1.01	43.83	8.13	3.91	0.95	41.53	10.62	3.24	1.01	59.87	18.50
5	5.31	0.96	31.71	5.97	4.61	1.04	95.01	20.62	4.63	1.06	49.61	10.72
Grupo 3: Fotoactivación D120 RelyX U200												
Muestra	Cervical				Medio				Apical			
	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)
1	5.28	1.05	29.40	5.57	4.87	1.07	24.31	4.99	3.65	1.01	77.87	21.34
2	4.98	0.96	81.55	16.39	4.34	0.98	38.29	8.82	4.02	1.04	89.52	22.28
3	5.52	1.01	37.44	6.78	4.34	1.08	35.95	8.28	4.19	0.98	38.64	9.23
4	5.11	1.01	56.23	11.01	4.45	1.05	44.97	10.10	3.39	0.98	71.93	21.24
5	5.84	1.08	41.89	7.18	3.84	1.01	51.38	13.38	3.17	0.98	54.64	17.23
Grupo 4: Sin Fotoactivación RelyX U200												
Muestra	Cervical				Medio				Apical			
	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)
1	5.57	1.05	39.64	7.11	4.43	0.96	57.25	12.91	3.83	1.07	18.62	4.86
2	4.19	1.05	86.21	20.58	4.85	1.08	79.03	16.29	4.22	0.98	33.38	7.91
3	5.81	1.05	58.05	10.00	4.64	1.04	30.03	6.47	4.12	1.05	49.38	11.98
4	5.58	1.02	33.98	6.09	5.21	1.07	84.51	16.22	4.92	1.05	28.47	5.79
5	4.98	1.03	31.28	6.28	4.71	1.02	34.31	7.28	3.20	1.02	24.10	7.52

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

 Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

 +51 997 123 584 // 949 059 602

 ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

 www.ensayoshtl.pe

INFORME DE ENSAYO				IEO-0116-2025				Revisión N° 01				Fecha de emisión:				10-07-2025			
Grupo 5: Fotoactivación Inmediata TheraCem																			
Muestra	Cervical				Medio				Apical										
	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)							
1	5.75	1.07	21.10	3.67	3.72	0.91	24.90	6.70	3.37	0.94	48.41	14.38							
2	5.17	0.98	52.96	10.24	4.37	1.03	40.69	9.31	3.72	0.97	78.65	21.15							
3	5.65	1.04	4.85	0.86	3.90	0.9	48.47	12.42	2.64	0.99	46.78	17.69							
4	5.71	1.07	94.20	16.48	4.39	1.02	42.54	9.69	3.14	0.98	77.27	24.61							
5	5.36	1.01	51.19	9.55	3.96	0.97	53.14	13.41	2.80	0.93	31.76	11.32							
Grupo 6: Fotoactivación D20 TheraCem																			
Muestra	Cervical				Medio				Apical										
	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)							
1	5.19	1.08	65.69	12.65	4.85	1.01	44.95	9.26	2.89	0.91	51.46	17.82							
2	5.49	1.1	42.09	7.66	4.49	0.98	33.60	7.47	4.03	1.01	35.38	8.78							
3	5.43	1.1	32.84	6.05	4.36	1.02	27.51	6.31	3.60	0.98	31.45	8.73							
4	5.15	0.97	22.62	4.39	4.20	1.02	49.05	11.68	3.26	0.91	34.19	10.49							
5	5.30	0.98	57.92	10.94	4.30	1.06	50.58	11.77	3.36	1	36.31	10.80							
Grupo 7: Fotoactivación D120 TheraCem																			
Muestra	Cervical				Medio				Apical										
	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)							
1	5.08	1.05	49.46	9.74	4.10	1.07	80.85	19.71	3.11	1.03	75.18	24.20							
2	5.67	1.1	44.71	7.89	4.51	1.01	53.35	11.84	2.36	0.94	83.52	35.35							
3	5.08	1.01	62.75	12.36	3.68	0.9	59.22	16.11	3.01	0.93	16.28	5.41							
4	5.55	1.04	54.71	9.85	3.63	0.97	37.74	10.41	2.84	0.95	37.00	13.05							
5	5.38	1.02	42.80	7.95	3.69	0.97	42.97	11.65	3.66	1.03	24.49	6.70							
Grupo 8: Sin Fotoactivación TheraCem																			
Muestra	Cervical				Medio				Apical										
	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)	Área (mm ²)	Altura (mm)	F. máx (N)	σ (Mpa)							
1	5.24	1.03	22.49	4.29	3.88	0.98	60.31	15.55	3.17	1.01	18.23	5.75							
2	5.54	1.11	41.62	7.51	3.89	0.99	48.74	12.54	3.70	0.99	25.79	6.97							
3	6.10	1.09	59.72	9.80	4.20	1.06	22.70	5.41	3.49	1.09	12.07	3.46							
4	5.51	1.05	8.61	1.56	4.34	1.07	35.02	8.08	3.38	0.96	29.83	8.83							
5	5.08	1.05	12.55	2.47	3.86	1.05	22.28	5.77	3.65	1.01	55.49	15.21							



QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.

Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

☎ +51 997 123 584 // 949 059 602

✉ ventas@ensayoshtl.pe // ingenieria@ensayoshtl.pe

🌐 www.ensayoshtl.pe



LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

Página 4 de 4

INFORME DE ENSAYO	IEO-0116-2025	Revisión N° 01	Fecha de emisión:	10-07-2025
  ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN CIP: 193364 INGENIERO MECÁNICO Jefe de Laboratorio	 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
El resultado solo es válido para las muestras proporcionadas por el solicitante del servicio en las condiciones indicadas del presente informe de ensayo.				
FIN DEL DOCUMENTO				

QUEDA PROHIBIDA LA REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DEL PRESENTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE HTL S.A.C.



Jr. Nepentas 364 Urb San Silvestre, San Juan de Lurigancho - Lima

+51 997 123 584 // 949 059 602



ventas@ensayoshti.pe // ingeniería@ensayoshti.pe



www.ensayoshti.pe

9.14. Anexo N

9.14.1. Carta de presentación al responsable del Taller Clínica de Endodoncia UNFV



Pueblo Libre, 07 de julio de 2025.

OFICIO N° 0183-2025-DA-FO-UNFV

Magister

CESAR HUMBERTO CHAVEZ DIAZ

RESPONSABLE DEL TALLER - CLINICA DE ENDODONCIA

Presenta. -

ASUNTO: Autorización para el Uso del Laboratorio.

REFERENCIA: 1. Carta S/N de la OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO (recibida 07/07/2025)

2. Racionalización 2025.

Es grato dirigirme a usted, para saludarlo cordialmente y en atención a la racionalización académica 2025, sírvase brindar las facilidades del caso a la Bachiller en Odontología Srta. **NICOLE ALLYSON RAMOS TRUJILLO**, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis, Titulado: «**EFFECTO DEL PERIODO DE FOTOACTIVACION EN LA FUERZA DE ADHESION DE POSTES FIBRA DE VIDRIO A LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO DIFERENTES CEMENTOS DUALES**», la misma que permitirá desarrollar su trabajo de investigación, en preparación de las muestras del proyecto.

Sin otro particular es propicia la oportunidad para expresarle los sentimientos de nuestra especial consideración.

Atentamente,


Dr. Paul Orestes Mendoza Murillo
Director
Departamento Académico

Se adjunta Protocolo de Tesis
//Flor Barrera

CC. NICOLE ALLYSON RAMOS TRUJILLO
Folios: 52
NT: 030121-2025

9.15. Anexo O

9.15.1. Constancia de ejecución de los protocolos realizados en el Taller Clínica de Endodoncia

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"



Universidad Nacional
Federico Villarreal



CONSTANCIA DE EJECUCIÓN

Por medio de la presente se hace constar que la Bachiller en Odontología RAMOS TRUJILLO, NICOLE ALLYSON realizó la ejecución de su trabajo de tesis titulado "EFECTO DEL PERÍODO DE FOTOACTIVACIÓN EN LA FUERZA DE ADHESIÓN DE POSTES FIBRA DE VIDRIO A LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO DIFERENTES CEMENTOS DUALES" en el Taller-Clinica de Endodoncia – UNFV, bajo la supervisión de la Mg. Carmen Rosa Garcia Rupaya.

Donde se desarrollaron las siguientes actividades:

- Preparación de las muestras.
- Tratamiento de conductos de cada ejemplar.
- Cementación de poste fibra de vidrio respetando los protocolos establecidos, en cada ejemplar.

Se expide la presente constancia a solicitud de la parte interesada para los fines que convengan.

Pueblo Libre, 08 de julio del 2025

ATTE.

Mg. CARMEN ROSA GARCIA RUPAYA

Taller – Clínica de Endodoncia

9.16. Anexo P

9.16.1. Carta de presentación al jefe del laboratorio High Technology Laboratory Certificate



Universidad Nacional
Federico Villarreal

FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

"Año de la Recuperación y Consolidación de la Economía Peruana"

OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO

Pueblo Libre, 4 de julio de 2025

ING.
ROBERT EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
Presente.-

De mi especial consideración:

Tengo el agrado de dirigirme a usted, con la finalidad de presentarle a la Bachiller en Odontología, Srta. Nicole Allyson Ramos Trujillo, quien se encuentra realizando el Plan de Tesis titulado:

«EFECTO DEL PERÍODO DE FOTOACTIVACIÓN EN LA FUERZA DE ADHESIÓN DE POSTES FIBRA DE VIDRIO A LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO DIFERENTES CEMENTOS DUALES»

En tal virtud, mucho agradeceré le brinde las facilidades del caso a la Srta. Ramos quien realizará el siguiente trabajo:

- ✓ Seccionamiento de las muestras según tercio radicular,
- ✓ Prueba de push out con máquina de ensayo para evaluación de fuerza adhesión de cada espécimen.

Estas actividades, le permitirán al bachiller, desarrollar su trabajo de investigación.

Sin otro particular, aprovecho la oportunidad para renovar le los sentimientos de mi especial consideración.

Atentamente



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
LIMA - PERÚ
DR. FRANCO RAÚL MAURICIO VALENTÍN
DECANO



UNIVERSIDAD NACIONAL FEDERICO VILLARREAL
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA
Mg. JELLA ELBIA MEDINA y MENDOZA
JEFE
OFICINA DE GRADOS Y GESTIÓN DEL EGRESADO
FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

Se adjunta: Plan de Tesis - folios (51)

056-2025
NT: 050120 - 2025


JEMM/Luz V.



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY
CERTIFICATE S.A.C.
ROBERT EUSEBIO TEHERAN
JEFE DE LABORATORIO

9.17. Anexo Q

9.17.1. Constancia de ejecución emitida por el laboratorio High Technology Laboratory Certificate



CONSTANCIA DE EJECUCIÓN
016-2025

EL QUE SUSCRIBE, JEFE DE LABORATORIO


1. Es grato dirigirme a Ud. para saludarlo a nombre del laboratorio HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C; así mismo comunicarle la ejecución del proyecto de investigación denominado **“EFECTO DEL PERÍODO DE FOTOACTIVACIÓN EN LA FUERZA DE ADHESIÓN DE POSTES FIBRA DE VIDRIO A LA DENTINA RADICULAR UTILIZANDO DIFERENTES CEMENTOS DUALES”**, que realizó la Srta.:


- Ramos Trujillo, Nicole Allyson

De la facultad de Odontología de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

Se expide la presente constancia a solicitud de los interesados.

Lima, 10 de Julio del 2025


Ing. Robert Nick Eusebio Teheran
Jefe de Laboratorio

 997 123 584 / 949 059 602
 laboratoriomec@ensayoshti.pe
 Jr. Nepentás 364, San Juan de Lurigancho - Lima

9.18. Anexo R

9.18.1. Matriz de consistencia

Formulación del problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Metodología
<p>¿Cuál será el efecto del período de fotoactivación en la fuerza de adhesión de los postes fibra de vidrio a la dentina radicular con diferentes cementos resinosos duales?</p>	<p>Objetivo General</p> <p>-Evaluar el efecto del período de fotoactivación sobre la fuerza de adhesión de los postes de fibra de vidrio a la dentina radicular cementados con diferentes cementos duales.</p> <p>Objetivos Específicos</p> <p>-Determinar el efecto de la fotoactivación inmediata en la fuerza de adhesión de postes de fibra</p>	<p>Es probable que exista diferencia significativa en la fuerza de adhesión de postes fibra de vidrio a la dentina radicular por la aplicación de diferentes períodos de fotoactivación durante la cementación con diferentes cementos duales.</p>	<p>Variable independiente:</p> <p>- Período de fotoactivación</p> <p>- Cemento dual</p> <p>Variable dependiente:</p> <p>-Fuerza de adhesión</p> <p>Covariable:</p> <p>-Nivel del tercio del poste</p>	<p>La presente investigación comprende un tipo de estudio cuantitativo, de diseño experimental, in vitro, comparativo, prospectivo.</p> <p>Para el estudio se emplearon dientes incisivos de la arcada inferior de bovinos, los cuales fueron recolectados durante abril y mayo del 2025 y sometidos a los criterios de exclusión e inclusión</p>

	<p>de vidrio cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical.</p> <p>-Determinar el efecto de la fotoactivación luego de 20 segundos en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical.</p> <p>-Determinar el efecto de la fotoactivación luego de 120 segundos en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio cementados con dos cementos resinosos</p>			<p>establecidos en la presente investigación. Las piezas dentarias se almacenaron en agua destilada a $(4 \pm 4) ^\circ\text{C}$, respetando las normas ISO 29022:2013, por un período de tiempo menor a dos meses.</p> <p>La ejecución de los protocolos se desarrolló en el Taller-Clínica de Endodoncia bajo supervisión docente.</p> <p>La fuerza de adhesión de cada unidad de análisis se determinó mediante la prueba de Push-out que fue llevada a cabo en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate ubicado en</p>
--	---	--	--	--

	<p>autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical.</p> <p>-Determinar el efecto de la ausencia de fotoactivación en la fuerza de adhesión de postes de fibra de vidrio cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales en los tercios cervical, medio y apical.</p> <p>-Comparar el efecto de los diferentes períodos de fotoactivación aplicados en la fuerza de adhesión de los postes fibra de vidrio a la dentina radicular cementados con dos cementos resinosos autoadhesivos duales.</p>			<p>el distrito de San Juan de Lurigancho. 120 especímenes se obtuvieron de 40 dientes bovinos.</p>
--	--	--	--	--

9.19. Anexo S

9.19.1. Ficha de recolección de datos

Período de fotoactivación	Cemento resinoso dual	Nivel del tercio del poste	Fuerza de adhesión (MPa)
Fotoactivación inmediata	RXFI 1	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	RXFI 2	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	RXFI 3	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	RXFI 4	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	RXFI 5	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	TFI 1	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	TFI 2	Cervical	
		Medio	

	TFI 3	Apical		
		Cervical		
		Medio		
	TFI 4	Apical		
		Cervical		
		Medio		
	TFI 5	Apical		
		Cervical		
		Medio		
	Fotoactivación diferida 20 seg	RXF20 1	Cervical	
			Medio	
			Apical	
RXF20 2		Cervical		
		Medio		
		Apical		
RXF20 3		Cervical		
		Medio		
		Apical		
RXF20 4		Cervical		
		Medio		
		Apical		
RXF20 5		Cervical		
		Medio		

	TF20 1	Apical	
		Cervical	
		Medio	
	TF20 2	Apical	
		Cervical	
		Medio	
	TF20 3	Apical	
		Cervical	
		Medio	
	TF20 4	Apical	
		Cervical	
		Medio	
	TF20 5	Apical	
		Cervical	
		Medio	
Fotoactivación diferida 120 seg	RXF120 1	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	RXF120 2	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	RXF120 3	Cervical	
		Medio	

	RXF120 4	Apical	
		Cervical	
		Medio	
	RXF120 5	Apical	
		Cervical	
		Medio	
	TF120 1	Apical	
		Cervical	
		Medio	
	TF120 2	Apical	
		Cervical	
		Medio	
	TF120 3	Apical	
		Cervical	
		Medio	
	TF120 4	Apical	
		Cervical	
		Medio	
	TF120 5	Apical	
		Cervical	
		Medio	
Sin fotoactivación (control)	RXC 1	Cervical	
		Medio	

		Apical	
	RXC 2	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	RXC 3	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	RXC 4	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	RXC 5	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	TC 1	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	TC 2	Cervical	
		Medio	
		Apical	
	TC 3	Cervical	
Medio			
Apical			
TC 4	Cervical		
	Medio		

		Apical	
	TC 5	Cervical	
		Medio	
		Apical	