

**EFFECTO DEL MICROARENADO EN LA RESISTENCIA DE LA FUERZA DE  
EMPUJE SOBRE POSTES DE FIBRA DE VIDRIO ANATOMIZADOS**

**AUTORES**

**JONATHAN ANDRÉS VEGA DE ALBA  
SEBASTIÁN BARRERA GONZÁLEZ**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO  
INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC  
REHABILITACION ORAL  
SANTAGO DE CALI  
26 DE AGOSTO DE 2024**



**EFFECTO DEL MICROARENADO EN LA RESISTENCIA DE LA FUERZA DE  
EMPUJE SOBRE POSTES DE FIBRA DE VIDRIO ANATOMIZADOS**

**AUTORES**

**JONATHAN ANDRÉS VEGA DE ALBA  
SEBASTIÁN BARRERA GONZÁLEZ**

**DIRECTOR**

**LUIS FELIPE MÁRQUEZ GARCÍA  
REHABILITADOR ORAL**

**ASESOR METODOLOGICO**

**ALEJANDRA ORDÓÑEZ MOLINA**

**MAGISTER EN EPIDEMIOLOGÍA**

**ASESOR ESTADISTICO**

**JULIÁN TAMAYO CARDONA**

**MAGISTER EN LOGÍSTICA**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC  
REHABILITACIÓN ORAL**



Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Santiago de Cali, 26 de noviembre de  
2024

## **DEDICATORIA**

Dedicamos este trabajo a todos los profesionales odontólogos que sueñan con realizar un posgrado en rehabilitación oral. A través de este documento, esperamos no solo compartir nuestro conocimiento y experiencia, sino también inspirar y motivar a aquellos que deseen seguir este camino. Creemos firmemente que la educación continua es la clave para elevar el nivel de nuestra práctica y ofrecer a nuestros pacientes el mejor cuidado posible.

Este trabajo también es un reconocimiento a la dedicación, el esfuerzo y la pasión que exige la rehabilitación oral, una disciplina que va más allá de la técnica, involucrando un profundo compromiso con el bienestar y la confianza de nuestros pacientes. Que cada uno de ustedes encuentre en este documento las razones para avanzar en su formación, y que, en cada consulta diaria, el aprendizaje constante se traduzca en tratamientos que no solo restauren sonrisas, sino que también fortalezcan la relación de confianza y gratitud con quienes depositan su salud en nuestras manos.

## **AGRADECIMIENTOS**

Hemos llegado al final de esta etapa y queremos agradecer con profunda gratitud a nuestros padres, quienes con su amor incondicional y apoyo constante han sido la base de nuestra formación académica y personal. A los docentes, por guiarnos con su sabiduría y experiencia, y por inspirarnos a alcanzar nuevos horizontes en la rehabilitación oral. A mis compañeros de estudio, por su fraternidad y por hacer de este viaje un aprendizaje compartido. Finalmente, a todos aquellos pacientes que han confiado en nosotros, quienes nos han enseñado más de lo que las palabras pueden expresar.

## TABLA DE CONTENIDO

1.			
INTRODUCCIÓN .....			10
2.PROBLEMA			DE
INVESTIGACIÓN .....			11
3.			
MARCO TEÓRICO .....			14
3.1NÚCLEOS			COLADOS
14			
3.2POSTES			PREFABRICADOS
14			
3.2.1.....			DEFINICIÓN
14			
3.2.2.....			COMPOSICIÓN
15			
3.2.3CLASIFICACIÓN		SEGÚN	FORMA
16			
3.3CEMENTOS			RESINOSOS
16			
3.3.1CARACTERÍSTICAS			IDEALES
16			
3.3.2.....			COMPONENTES
17			
3.3.3.....			CLASIFICACIÓN
17			
3.4 .....			Adhesivos
18			

3.4.1	Adhesivos y su clasificación .....	19
3.4.1	Factores que afectan la durabilidad de la adhesión	
20		
3.5	Silano y su relación con la adhesión	
21		
3.6	¿EN QUÉ DIENTES SE PUEDE TRABAJAR?	22
4.		
OBJETIVOS .....		24
4.1	OBJETIVO GENERAL	
24		
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
24		
5.		
METODOLOGÍA .....		25
5.1	DISEÑO DEL ESTUDIO	
25		
5.2	POBLACIÓN OBJETIVO	
25		
5.2.1	Criterios de selección	
25		
5.3	TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO	
25		
5.3.1	Cálculo del tamaño de muestra.	
25		
5.4	DEFINICIÓN DE VARIABLES	
25		
5.4.1	.....Variables.	
25		

5.4.2 Cuadro operacional de las variables	26
5.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	26
5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	30
5.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS	30
6.	
RESULTADOS .....	31
7.	
DISCUSION .....	33
9.	
RECOMENDACIONES.....	36
10.	
CONCLUSIONES.....	37
10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	38
ANEXOS.....	42

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Definición operacional de las variables .....	26
--	----

## **LISTA DE GRÁFICOS**

Insertar / actualizar tabla de contenido.

## **GLOSARIO**

Insertar / actualizar tabla de contenido.

## **1. INTRODUCCIÓN**

La rehabilitación de dientes, especialmente en casos donde la estructura dentaria está comprometida, es una parte crucial de la práctica odontológica moderna. En este contexto, la utilización de postes de fibra de vidrio anatomizados ha emergido como una técnica invaluable para garantizar la estabilidad y función a largo plazo de los dientes tratados endodónticamente por su alta igualdad de módulo de elasticidad con la dentina. Sin embargo, la eficacia de estos postes está ligada a la calidad del protocolo utilizado en su elaboración.

Un adecuado protocolo en la elaboración de postes no solo asegura una colocación precisa y duradera de estos, sino que también maximiza la integridad estructural del diente restaurado y su capacidad para soportar las fuerzas funcionales en la cavidad oral. Por tanto, entender la importancia de un protocolo riguroso y definido en la elaboración de postes de fibra de vidrio anatomizados se convierte en un aspecto fundamental para lograr resultados clínicos satisfactorios y garantizar la salud bucal a largo plazo de los pacientes. En este sentido, este trabajo se propone explorar la relevancia de un buen protocolo para la cementación de postes de fibra de vidrio anatomizados y su impacto en el éxito de las restauraciones dentales (1–3)

## **2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

En nuestra práctica diaria, enfrentamos el desafío crítico de rehabilitar dientes gravemente comprometidos, con estructuras dentales remanentes mínimas. Cada caso requiere una intervención precisa y efectiva, donde la técnica y la experiencia se combinan para restaurar la funcionalidad y estética dentaria, a pesar de las limitaciones estructurales severas.

Esto lleva a tomar decisiones como el uso de núcleos colados metálicos, estos han evidenciado que pueden generar fallas, así como lo es una fractura radicular o del núcleo, desalojo del núcleo colado, en la rehabilitación en cierto periodo ya sea a corto o largo plazo (2,4). Por lo cual se vio la necesidad de crear un sistema que ayudara a mejorar o disminuir estos problemas.

Encontrar la restauración óptima para dientes tratados endodónticamente es un desafío considerable. Factores como las variaciones anatómicas, la extensión del daño, la ubicación en la cavidad oral, la cantidad de hueso remanente, y la función prevista del diente, ya sea como restauración individual o como parte de una prótesis de múltiples unidades, añaden complejidad a la selección del tipo de restauración más adecuado para cada caso (5).

Como resultado de estos desafíos, surgieron los postes, los cuales comenzaron a ser fabricados en diversos materiales, incluyendo la fibra de vidrio. Estos postes emergieron en la década de 1980 y actualmente representan la opción óptima como retenciones intraradiculares (6).

Un diente o raíz restaurado con pernos de fibra de vidrio rara vez se fractura debido a su módulo de elasticidad similar al de la dentina. Además, los postes de fibra de vidrio son una alternativa popular debido a su alta calidad estética y a su excelente transmisión de luz durante el proceso de fotopolimerización del cemento (6). Este

sistema ha demostrado una mayor facilidad en su manejo al permitir una mayor integración con los sistemas de adhesión actuales.

Para mejorar las propiedades de la adhesión de los postes de fibra de vidrio al sustrato dental, se han desarrollado equipos y materiales como los microarenadores que utilizan micropartículas de óxido de aluminio (7). El arenado seguido del revestimiento de silano, así como el arenado solo y el tratamiento triboquímico (CoJet), mostraron un aumento significativo en la resistencia de la unión al cizallamiento entre los cementos de resina y los postes de fibra de vidrio basados en metacrilato (8).

El pulido mediante microarenado de la superficie de los postes de fibra de vidrio resultó en una mejora significativa en la retención de los postes cuando se fijaron adhesivamente con un cemento de resina de curado dual (8). Un estudio realizado por Mohsen C (9) en 2012 reveló que la inclusión de microarenado, partículas de sílice y la aplicación de silano en la preparación del núcleo demostró mejoras en las fuerzas adhesivas entre el poste y el diente. Pero en este estudio solo se evaluó la adhesión del poste al conducto radicular, y los postes no fueron anatomizados. Por lo tanto, en la presente investigación lo que se pretende es realizar la fuerza de empuje para evaluar la adhesión de los postes, pero en este caso se busca evaluar la resistencia en los postes de fibra de vidrio anatomizados.

En el campo de la rehabilitación oral, es fundamental encontrar soluciones efectivas para restaurar dientes con poca estructura dental remanente, especialmente en pacientes que han recibido tratamientos endodónticos. Las limitaciones de las restauraciones convencionales y la complejidad en la selección de las opciones adecuadas destacan la necesidad de mejorar las técnicas actuales. En este contexto, investigar el uso del microarenado con óxido de aluminio en postes de fibra de vidrio anatomizados para dientes no vitales se presenta como una alternativa prometedora. Este enfoque podría mejorar la resistencia al empuje de los postes de fibra de vidrio, respondiendo así a una necesidad crítica en la práctica clínica de la rehabilitación oral.

## **2.1. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN**

¿Cómo puede influir el uso del micro arenado con óxido de aluminio en la resistencia a la fuerza de empuje de los postes de fibra de vidrio anatomizados en dientes no vitales?

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1 NÚCLEOS COLADOS**

El uso de los núcleos colados ha sido el tratamiento ideal al momento de restaurar dientes a los cuales se les ha hecho endodoncia, y es por esto por lo que lleva muchos años de uso (10,11). Debido a que estos núcleos están hechos en una sola estructura, no existe el riesgo de separación entre la porción intra y extraradicular, pero siempre existe el riesgo en el cual la raíz puede sufrir fracturas, ya sean en sentido horizontal o vertical. Hay diferentes aleaciones de materiales para realizar los núcleos colados, en el cual se pueden encontrar aleaciones de níquel-cromo. Una de las principales ventajas que hay con estos núcleos es el control del coeficiente de expansión, ayudando también a tener una mayor adaptación marginal. Aun así, los postes prefabricados presentan una menor tasa de fracaso, por la cantidad de fracturas que se presentan en los núcleos colados.

Hoy en día, a través de los diferentes estudios donde comparan los postes colados y los postes prefabricados se genera cierta controversia, donde se evidencia que los postes colados presentan mayor resistencia a la fractura que los postes prefabricados. Los estudios también mostraron que los postes prefabricados tienen una resistencia suficiente para soportar las fuerzas fisiológicas o biomecánicas. Además, se han desarrollado nuevos materiales para retenedores intraradicales, como los postes dentocoloreados de fibra, que ofrecen mejoras estéticas en dientes sometidos a endodoncia (4).

#### **3.2 POSTES PREFABRICADOS**

##### **3.2.1 DEFINICIÓN**

Los postes o pernos son elementos accesorios esenciales para la restauración de un diente que ha recibido tratamiento de endodoncia. Su eficacia depende de varios factores. Los postes solo se indican cuando las raíces del diente están sanas, tienen

una resistencia mecánica adecuada y la morfología de los conductos es la apropiada.

Existen alternativas de tratamiento de los postes colados (11). Anteriormente, los retenedores intraradiculares eran de acero inoxidable o titanio, pero en la actualidad se utilizan con mayor frecuencia materiales como cerámica o fibra de vidrio. Durante los últimos 20 años, se han llevado a cabo estudios enfocados en encontrar nuevos métodos para reforzar la estructura dental, basándose en principios biológicos y en mejorar la compatibilidad entre el material del poste y la estructura dental. Como resultado, se han desarrollado materiales reforzados con fibra y resinas de mayor adhesión, dando lugar a nuevas generaciones de postes fabricados con fibra de carbono y zirconio (11).

### **3.2.2 COMPOSICIÓN**

Estructuralmente, los postes de fibra de vidrio están contenidos en una matriz de resina polimerizada. Estos postes tienen un diámetro que varía entre 7 y 20  $\mu\text{m}$  y se distribuyen de diferentes maneras, como trenzadas, tejidas y longitudinales. Debido a la composición que tienen los postes de fibra de vidrio se puede conseguir cierto nivel de adhesión a las paredes del conducto radicular, en la cual todas aquellas fuerzas que pueda recibir serán distribuidas de mejor manera, y por lo tanto el riesgo de que se presenten fracturas radiculares se verá disminuido. El tamaño de las fibras va entre 6 y 15  $\mu\text{m}$  y su orientación va a ser paralelamente siguiendo el eje longitudinal del diente (12).

La densidad de fibra, por ser el número de fibras por milímetro de área transversal del poste, varía de 25 a 35 según el tipo de poste, Además, el 30-50% de la columna está soportada por fibras en la sección transversal de la columna. La adherencia entre las fibras de cuarzo o vidrio y la matriz de resina se mejora silanizando la fibra antes de su instalación. La fuerte adherencia entre los materiales permite que la carga de la matriz se transfiera a las fibras, lo cual es esencial para el propósito del poste, es decir, fortalecer la estructura dental (4).

### **3.2.3 CLASIFICACIÓN SEGÚN FORMA**

Los postes de fibra de vidrio se encuentran de diferentes maneras como lo son cilíndrica, troncocónica, cónica, doble cónica. Se han realizados estudios donde muestran mayor retención los postes cilíndricos que los cónicos, mientras que los doble cónicos presentan mayor adaptación en el espacio del conducto. Algunos retenedores intraradicales presentan en su sector coronal una retención con fines retentivos para el muñón. En los últimos años han aparecido postes de fibra de vidrio de forma ovalada que permite mejor adaptación en la zona intrarradicular (4).

### **3.3 CEMENTOS RESINOSOS**

Generalmente, la selección del cemento de resina esta influenciada por la retención requerida, la posibilidad de aislamiento, los criterios estéticos, las propiedades mecánicas de los materiales de restauración y el sustrato de unión (dentina o esmalte) (13).

Estos son aquellos materiales que contienen moléculas como MDP, 4-META. En odontología específicamente se puede definir como agentes adhesivos que se utilizan como cementantes de todo tipo de prótesis que lo requieran (14).

#### **3.3.1 CARACTERÍSTICAS IDEALES**

Una de las principales características de los cementos a base de resina es que contengan monómeros funcionales, como los monómeros ácidos y, preferiblemente, moléculas de acoplamiento de silano. Estos componentes son esenciales para garantizar una unión química efectiva entre los sustratos de cementación, como los tejidos dentales y los materiales de restauración, logrando así una adhesión duradera y evitando la rápida des-cementación de las restauraciones. Otra característica importante es la biocompatibilidad, asegurando que el material no provoque afectaciones en el tejido dental, como irritación o

inflamación, que podrían derivar en complicaciones irreversibles en la pulpa dental. Además, el cemento debe tener un alto nivel de opacidad radiográfica y ofrecer una gama de colores que permita una combinación adecuada con el sustrato dentario. (15).

### **3.3.2 COMPONENTES**

Los cementos resinosos son materiales que contienen un componente orgánico e inorgánico. Dentro del componente orgánico están los monómeros como metacrilato de glicidilo de bisfenol A (BisGMA), dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA), dimetacrilato de uretano (UDMA) y etoxidimetacrilato de bisfenol-A (BisEMA). En la parte inorgánica es importante resaltar el relleno inorgánico como lo es el dióxido de silicio (sílice) o dióxido de aluminio (alúmina). Estos rellenos aumentan la resistencia mecánica y la durabilidad del cemento. También pueden influir en las propiedades ópticas del material (15).

### **3.3.3 CLASIFICACIÓN**

Los cementos resinosos se pueden clasificar de acuerdo con varios criterios, entre los que se destacan, por el tamaño de sus partículas, por su forma de activación y por su adhesividad (16).

En otras palabras, cuanto mayor es el número de partículas que forman la matriz polimérica, menor es la posibilidad de que el agua se introduzca en los espacios intrapartículas y, en consecuencia, menor es el grado de degradación hidrolítica. Adicional a esto, el tamaño de las partículas de relleno también influye en la estabilidad del color de un material compuesto, incluidos los cementos de resina, y los tamaños de relleno más pequeños logran los mejores resultados en términos de estabilidad del color. Según los datos de la literatura, los mejores resultados se logran con los cementos que presentan en su composición partículas microhíbridas, debido a que su contracción de polimerización es más baja y presentan una viscosidad media, lo cual permite un adecuado asentamiento de la restauración (16).

En este caso se utilizó un sistema de cementos de resina de curado dual, que puede polimerizarse tanto por luz como por activación química. Esta característica proporciona una alta resistencia mecánica y excelentes propiedades estéticas, lo cual es ideal para cementar restauraciones como incrustaciones, postes de fibra de vidrio, y coronas con un grosor considerable, donde la luz de la lámpara no alcanza a penetrar completamente. En el caso de los postes de fibra de vidrio, este sistema permitirá un curado más profundo en el conducto radicular, mejorando así las propiedades adhesivas (16).

### **3.4 Adhesivos**

El desarrollo de los sistemas adhesivos ha transformado las prácticas restauradoras en odontología, permitiendo la adhesión efectiva a los tejidos dentales. La evolución de estos sistemas ha estado marcada por el paso desde la técnica de grabado ácido de Buonocore hasta el desarrollo de sistemas autoadhesivos de última generación, que han simplificado los procedimientos y optimizado la durabilidad de las restauraciones (31). Los sistemas adhesivos actuales no solo buscan garantizar una fuerte unión, sino también proteger la dentina de las filtraciones microbianas y minimizar los efectos de la contracción de polimerización (29).

El uso del monómero funcional 10-MDP (10-metacriloxidecilo fosfato dihidrogenado) ha sido clave en los sistemas adhesivos modernos. Este monómero es altamente efectivo en la formación de enlaces duraderos con la hidroxiapatita de la dentina, facilitando una adhesión química que es menos susceptible a la degradación hidrolítica (27). La implementación de técnicas como el "sellado inmediato de la dentina" (IDS, por sus siglas en inglés) contribuye a mejorar la calidad de la adhesión en restauraciones indirectas. Esta técnica, que consiste en aplicar el adhesivo en la dentina inmediatamente después de la preparación, ha demostrado reforzar la estructura dentinaria y mejorar la resistencia de la adhesión (28, 30).

Los sistemas adhesivos se clasifican en generaciones según su mecanismo de adhesión y la cantidad de pasos requeridos en el procedimiento. Los adhesivos universales, de última generación, se caracterizan por su versatilidad al permitir

tanto el grabado total como el grabado selectivo o la aplicación sin grabado previo. Estos adhesivos combinan las ventajas de las generaciones previas y ofrecen una mayor resistencia a la degradación en el entorno oral (29).

El avance de la tecnología adhesiva ha permitido el desarrollo de sistemas que no solo optimizan la adhesión, sino que también reducen el tiempo de aplicación y simplifican el protocolo clínico, lo cual representa una ventaja significativa en términos de eficiencia y efectividad en la práctica odontológica (31).

### **3.4.1 Adhesivos y su clasificación**

La clasificación de los sistemas adhesivos ha evolucionado significativamente, dividiéndose en generaciones que reflejan avances en composición y técnica de aplicación. Esta clasificación permite entender los cambios en la efectividad de la adhesión, la simplificación de procedimientos y el nivel de resistencia a la degradación en el entorno oral.

#### **1. Cuarta Generación (Adhesivos de Grabado Total de Tres Pasos)**

Los adhesivos de cuarta generación requieren el uso de un ácido para grabar tanto el esmalte como la dentina, seguido de un primer y un adhesivo aplicado por separado. Esta generación se considera el estándar de oro en cuanto a fuerza de adhesión debido a su capacidad para crear un enlace micromecánico estable. Sin embargo, la técnica de tres pasos aumenta la complejidad del procedimiento y el riesgo de sensibilidad posoperatoria (17,18).

#### **2. Quinta Generación (Adhesivos de Grabado Total de Dos Pasos)**

Estos adhesivos combinan el primer y el adhesivo en un solo paso, tras el grabado ácido. La simplificación del protocolo redujo el tiempo de aplicación y los errores clínicos, aunque con una ligera disminución en la resistencia a largo plazo debido a la eliminación de la capa de interfase entre el primer y el adhesivo (17,18).

#### **3. Sexta Generación (Adhesivos Autograbantes de Dos Pasos)**

Esta generación introduce los sistemas autograbantes, eliminando el paso de grabado ácido con el objetivo de reducir la sensibilidad dentinaria. Se

aplica un primer autograbante, seguido de un adhesivo. Aunque la adhesión al esmalte puede ser inferior a la de generaciones anteriores, los autograbantes de sexta generación ofrecen una técnica más sencilla y eficiente, especialmente en casos de dentina expuesta (17).

#### 4. **Séptima Generación (Adhesivos Autograbantes de Un Paso)**

Con la séptima generación, el primer y el adhesivo se combinan en una sola solución, ofreciendo un protocolo simplificado de un paso. Aunque reduce el tiempo clínico, la efectividad en la adhesión al esmalte puede ser menor en comparación con sistemas de grabado total. Esta generación mostró una mayor susceptibilidad a la degradación hidrolítica (17).

#### 5. **Octava Generación (Adhesivos Universales)**

Los adhesivos universales, también conocidos como octava generación, permiten su uso tanto con técnica de grabado total, grabado selectivo o sin grabado. Esta versatilidad facilita la adaptación a diversas necesidades clínicas y condiciones de la estructura dental. Además, los adhesivos universales contienen monómeros funcionales, como el 10-MDP, que mejoran la adhesión química a la dentina y ofrecen mayor resistencia a la degradación hidrolítica, lo que aumenta la durabilidad de la restauración (17–19).

Esta clasificación refleja los avances en los sistemas adhesivos, que no solo han simplificado el proceso clínico, sino que también han optimizado la calidad y durabilidad de la adhesión, especialmente en restauraciones de alta demanda funcional.

### **3.4.1 Factores que afectan la durabilidad de la adhesión**

La durabilidad de la adhesión en los sistemas dentales depende de varios factores, como la técnica de aplicación, la estabilidad hidrolítica y la compatibilidad entre el adhesivo y los materiales de restauración. La sensibilidad técnica es crucial, ya que un protocolo inadecuado puede comprometer la fuerza adhesiva y llevar a una degradación más rápida de la restauración (20). La estabilidad hidrolítica también juega un rol fundamental; por ejemplo, los monómeros funcionales, como el 10-

MDP, mejoran la resistencia al agua y reducen el deterioro de la interfaz adhesiva con el tiempo (18,19). Además, la compatibilidad entre los adhesivos y los cementos de resina o restauraciones indirectas puede afectar la integridad del sellado, influyendo directamente en la longevidad de la restauración dental.

### **3.5 Silano y su relación con la adhesión**

El silano es un agente de unión ampliamente utilizado en odontología para mejorar la adhesión entre las superficies de restauración y los materiales de resina. Su efectividad radica en la formación de una capa de unión química entre la superficie tratada y el cemento de resina. El tipo de silano más comúnmente utilizado en aplicaciones dentales es el  $\gamma$ -methacryloxypropyltrimethoxysilane ( $\gamma$ -MPTS), debido a su capacidad para establecer enlaces fuertes con matrices orgánicas como las resinas compuestas (21,22).

Este agente de unión actúa a través de una reacción de hidrólisis, generando grupos silanol ( $\text{Si-OH}$ ) que reaccionan con las superficies inorgánicas tratadas, formando enlaces de siloxano ( $\text{Si-O-Si}$ ) que refuerzan la unión mecánica y química del sistema adhesivo. Estudios han mostrado que el pretratamiento con silano no solo mejora la estabilidad adhesiva, sino que también resiste el ataque hidrolítico, manteniendo la integridad de la adhesión a largo plazo incluso bajo condiciones adversas (21,22)

La durabilidad de la unión entre el silano y la resina depende de factores como la activación y el tiempo de almacenamiento de la solución de silano. Los estudios indican que las soluciones de silano activadas y almacenadas adecuadamente pueden conservar su eficacia hasta por un año sin afectar la resistencia de la unión(21). La presencia de ácido acético en estas soluciones ha demostrado ser fundamental, ya que acelera la formación de enlaces de siloxano y optimiza la adhesión del sistema restaurador sin la necesidad de tratamientos adicionales, como el grabado con ácido fluorhídrico, que puede ser perjudicial para los tejidos dentales (22).

### 3.6 ¿EN QUÉ DIENTES SE PUEDE TRABAJAR?

En diversos estudios previos relacionados con el empuje y la resistencia a la tracción en postes de fibra de vidrio se ha investigado la eficacia de diferentes tratamientos superficiales, tanto en postes de forma cilíndrica como cónica, troncocónica o doble cónica. Estos estudios suelen realizarse en dientes de humanos, dientes de bovinos y moldes artificiales que simulan el conducto de los dientes. Estos estudios han contribuido significativamente a la comprensión del efecto de los diferentes tipos de postes de fibra de vidrio y los tratamientos superficiales sobre la resistencia a la tracción en diferentes condiciones clínicas(9,23).

En estudios donde comparan los dientes de bovino vs los dientes de humano como lo hizo el Dr. Wang et al (24), el cual comparó las características microestructurales del esmalte en dientes de bovinos y dientes de humano, encontrando que hay cierta diferencia debido a la forma en la que están ubicados los prismas, y esto lo relacionan con que los bovinos son herbívoros y los humanos omnívoros. Sin embargo, concluyen que los dientes de bovinos pueden ser usados como una alternativa en estudios odontológicos (24).

En un estudio reciente realizado por el Dr. Mohring et al (25) se habla que las propiedades químicas del esmalte y la dentina están relacionadas con la composición elemental que estos tengan, y es a partir de esta hipótesis que realizan la investigación donde estudian la composición elemental de dientes de bovino, de humano y dientes de murino, que son otro tipo de diente que se utilizan en las investigaciones odontológicas. En este estudio los elementos que analizaron fueron Ca, P, O, C, N, entre otros, y encontraron que los dientes de bovinos y humanos se parecen mucho en composición elemental tanto en dentina como en esmalte, a diferencia de los dientes de murino que si presentan mayor diferencia en cuanto a composición.

En otro estudio realizado por Hiraishi et al (26). En el año 2022, se realizó un análisis cristalográfico en dientes de bovinos y humanos, esto con el fin de evaluar si hay similitud en las estructuras cristalinas de la dentina y el esmalte de estos dientes, y encontraron coincidencia de que los tamaños de los cristales eran más pequeños y con más deformaciones en la dentina que en el esmalte en la misma especie, pero cuando se comparan entre especies, los cristales de los bovinos son más pequeños y con más deformaciones que los de humanos, por lo cual los autores recomiendan realizar un análisis exhaustivo al utilizar dientes bovinos en investigaciones odontológicas.

En estudios como los de Soares et al. (2016) (27) y Monize De Ferreira et al. (2018)(28), se realizaron revisiones sistemáticas para evaluar la viabilidad del uso de dientes bovinos en investigaciones sobre fuerzas adhesivas. Ambos estudios concluyeron que los dientes de bovino son apropiados para pruebas de tracción, tanto en esmalte como en dentina.

Por otro lado, para llevar a cabo estas investigaciones, se han utilizado distintas soluciones para el tratamiento de los dientes, tales como el glutaraldehído, el timol, el hipoclorito, la cloramina T y la solución salina

En consonancia con esta investigación previa, en el presente estudio se aborda específicamente la influencia de la anatomización y el microarenado de óxido de aluminio en la resistencia a la tracción de los postes de fibra de vidrio, utilizando dientes de bovino debido a sus características similares a las de los dientes de humanos, y se utilizará el glutaraldehído como solución desinfectante ya que se aplican fuerzas de empuje y éstas no afectan a la dentina.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto del microarenado con óxido de aluminio en la resistencia al empuje de los postes de fibra de vidrio anatomizados en dientes de bovino.

### **4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Evaluar la influencia del proceso de microarenado con óxido de aluminio en la fuerza de resistencia al empuje de los postes de fibra de vidrio anatomizados.
2. Comparar los niveles de adhesión y retención entre los postes de fibra de vidrio anatomizados con microarenado y aquellos sin este tratamiento.

## **5. METODOLOGÍA**

### **5.1 DISEÑO DEL ESTUDIO**

Estudio experimental in vitro.

### **5.2 POBLACIÓN OBJETIVO**

Dientes de bovinos tratados endodónticamente, con postes de fibra de vidrio anatomizados

#### **5.2.1 Criterios de selección**

##### **5.2.1.1 Criterios de inclusión.**

- Dientes bovinos con similitud anatómica interna (longitud y diámetro)
- Ápice dentario completamente formado
- Sin curvatura radicular

##### **5.2.1.2 Criterios de exclusión.**

- Dientes bovinos con curvatura radicular significativa
- Dientes con fractura radicular
- Dientes con reabsorción radicular
- Dientes con ápice abierto

### **5.3 TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO**

#### **5.3.1 Cálculo del tamaño de muestra.**

De acuerdo con el estudio del Dr. RV Machry Et al. Considerando un margen de error de 10%, una potencia estadística del 80%, una diferencia a detectar de 10MPa y una desviación de la variable de 9.2MPa se obtuvo un tamaño de muestra de 9 especímenes por cada grupo, teniendo un total de 18 dientes (29).

### **5.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES**

#### **5.4.1 Variables.**

- Fuerza al empuje (variable resultado dependiente)
- Protocolo (variable explicativa)

## 5.4.2 Cuadro operacional de las variables

Tabla 1. Definición operacional de las variables

Variable	Definición operacional	Tipo / nivel de medición	Valores posibles	Fuente de información
Fuerza al empuje	Sirve como medida de resistencia a la fuerza de empuje	Dependiente	19.00 MPa	Maquina universal (Tinius Olsen)
Protocolo	El protocolo es una ayuda para evitar el mínimo de error en procedimientos	Explicativa	Con arenado – sin arenado	Microarenador bioart

## 5.5 RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN

La metodología de este estudio se basó en un estudio realizado por el doctor RV Machry Et al. (30), Efecto de diferentes tratamientos superficiales de postes de fibra revestidos con resina y cementados con cemento de resina autoadhesivo en pruebas de resistencia de unión por empuje y microtracción, y en un estudio realizado por el doctor monize ferrerira figuereiro de carvalo en la cual estudiaron el efecto del etanol sobre la porosidad y la retención del poste de fibra de vidrio en la dentina radicular (23).

Se utilizaron 18 dientes incisivos de bovinos recién extraídos con forma y tamaño homogéneo, que se obtuvieron de un expendio autorizado para el consumo de carne proveniente de bovinos.

Los dientes se almacenaron en una solución de glutaraldehído, para desinfección de los dientes y luego se almacenaron en agua destilada para conservación. Este proceso se realizó de la siguiente manera:

### **Recolección de los dientes bovinos y traslado a lugar de refrigeración**

Los dientes bovinos se adquirieron a través de un proveedor de la industria cárnica. Luego se lavaron con jabón neutro y abundante agua. Después, se preparó una solución de glutaraldehído al 2% distribuida en frascos de plástico herméticos donde se sumergieron los dientes. Después de 24 horas, se reemplazó la solución de glutaraldehído por agua destilada para su conservación a una temperatura de 4° centígrados.

### **Clasificación y marcaje de los dientes y recipientes**

A cada recipiente se le asignó un código numérico para su identificación. Luego, se describieron los hallazgos encontrados en la superficie de los dientes, y la información se almacenó en una hoja de Excel. Finalmente, se realizó un registro de ingreso y salida de los recipientes.

### **Preparación de los dientes y endodoncia**

Se seleccionaron dientes con similitud anatómica interna (longitud y diámetro), con ápice dentario completamente formado y sin curvatura radicular. Los dientes bovinos con curvatura radicular significativa y/o con fractura radicular, dientes con reabsorción radicular y/o dientes con ápice abierto fueron excluidos del estudio. Las coronas de los dientes se cortaron a nivel de la línea amelo cementaria con un motor de laboratorio (Champion 3, Marathon, Brasil) con irrigación constante de agua. La longitud de las raíces fue estandarizada a 15mm.

Se tomaron radiografías de los dientes seccionados para estandarizar los conductos y se seleccionaron las raíces con diámetros de conductos similares. La apertura se realizó con una fresa Peeso #3 (Dentsply Sirona, Petrópolis, Brasil) para asegurar que los diámetros de los conductos estuvieran similares. Solo se usaron raíces que mostraron resistencia a la fresa Peeso #3. Un endodoncista capacitado preparó los conductos radiculares. Se realizó preparación biomecánica técnica híbrida con limas rotatorias (S1, S2, F1, F2, F3, F4, F5; ProTaper Universal, Dentsply Sirona, Petrópolis, Brasil), bajo irrigación con hipoclorito de sodio al 5% (Asfer Indústria Química, São Caetano do Sul, Brasil) y lavado con suero fisiológico. La irrigación final se realizó con ácido etilendiaminotetraacético trisódico al 17% (EDTA; EUFAR, Bogotá, Colombia) durante 3 minutos y nuevamente lavado con suero fisiológico. Se utilizó activación ultrasónica. Secado con puntas de papel

absorbente (#45; Gapadent, China). Los conductos radiculares se obturaron con técnica de condensación lateral y vertical con conos de gutapercha, con cono principal #50 y conos accesorios #20, usando el cemento sellador AH Plus (Dentsply Sirona, Petrópolis, Brasil), se tomó radiografía final. Los conductos radiculares se desobturaron con fresa Peeso #3 (Dentsply Sirona, Charlotte USA) desobturando el canal 10mm y dejando obturado 5mm.

Un operador se encargó de realizar el proceso de anatomización, tratamiento de superficie, cementación y preparación final de las muestras.

**Anatomización de los postes:** Con el fin de estandarizar el diámetro de los canales radiculares, se empleó una fresa troncocónica punta redondeada de diamante 852-021 (Jota, Suiza) de grano rojo a una profundidad de 10 milímetros que conformaron los conductos a personalizar y se irrigaron con Alcohol al 70%. Se aplicó glicerina hidrosoluble en los conductos radiculares con el fin de aislar el sustrato. Posteriormente, el poste de fibra de vidrio 1.1 (Tenax fiber trans, Coltene, Suiza) se limpió con alcohol al 70% y se le aplicó silano (Maquira, Bogota, Colombia) dejándolo actuar durante 1 minuto. Posteriormente, se tomó una porción de resina (Forma, Ultradent, UTAH USA), se plastificó y se adaptó al poste siguiendo su forma, luego se introdujo en el conducto radicular para copiar mejor su anatomía. Se fotopolimerizó durante 5 segundos utilizando una lámpara led a una potencia de 1200 mW/cm<sup>2</sup> (O-Star, Woodpecker, China) desde la superficie oclusal. Después, se retiró el poste anatomizado para verificar que no estuviera adherido a las paredes del conducto y se volvió a introducir para realizar una fotopolimerización adicional de 20 segundos. Finalmente, se retiró de nuevo el poste para polimerizar 40 segundos más el resto de la superficie que estaba en contacto con el conducto radicular. Para concluir, se lavaron tanto el conducto como el poste anatomizado con abundante agua durante 30 segundos para eliminar la glicerina hidrosoluble.

**Tratamiento de superficie:** Los postes anatomizados fueron divididos en 2 grupos, grupo A: Postes anatomizados con preparación de superficie con microarenado + silano (Maquira, Bogota, Colombia), el arenado fue en seco con microarenador (bioart, São Carlos, Brasil), se realizó con oxido de aluminio (PROTECHNO) de 50um a 29psi de presión a una distancia de 10mm durante 5

segundos, se lavó con agua profusamente durante 30 segundos, se secó y se aplicó silano siguiendo las indicaciones del fabricante; y el grupo B: postes anatomizados sin microarenado y con aplicación de silano siguiendo las indicaciones del fabricante.

**Cementación de los postes:** Para la cementación, se empleó el sistema Paracore (Coltene, Suiza). El conducto se frotó durante 30 segundos con el acondicionador autograbador (botella verde) utilizando un aplicador (micro applicator, DTM, USA), con puntas de papel (Meta Biomed, Corea del Sur) se retiraron excesos y se aireó durante 2 segundos, después de esto se preparó el adhesivo mezclando una gota del componente A con una gota del componente B, con un aplicador se frotó durante 30 segundos en el conducto radicular, con puntas de papel (Meta Biomed, Corea del Sur) se retiraron los excesos, se aireó durante 2 segundos. Utilizando las puntas de auto mezcla se llevó el cemento dual al interior de los canales radiculares, se introdujeron los postes, se retiraron excesos y se esperó la polimerización química por 5 minutos, luego se fotopolimerizó durante 40 segundos por cada lado.

**Preparación final de las muestras:** Las raíces de 15 milímetros se fijaron del ápice en una base metálica y con un disco de diamante (915DF.190. Jota Suiza) e irrigación con agua, se seccionaron perpendicularmente al eje longitudinal de la raíz, con un primer corte retirando el excedente del poste y resina en la parte superior de la raíz, un segundo corte a 5 milímetros del ápice y un tercer corte a 5 mm de la zona más coronal de la raíz, para dejar la muestra con una longitud de 5mm, correspondiente al tercio medio radicular.

**Prueba de empuje:** Cada espécimen fue colocado en un dispositivo de sujeción diseñado con un espacio de 9mm en la parte superior para colocar la muestra con 4 tornillos para fijar cada una de las muestras sin ejercer presión para evitar desplazamientos laterales, y un espacio de 4mm en la parte inferior que permite la salida del poste anatomizado al momento de realizar la prueba. Posteriormente, el dispositivo fue posicionado en la máquina universal de pruebas (Tinius Olsen, Horsham, Pensilvania, Estados Unidos, facultad de ingeniería, Universidad del Valle, Cali, Colombia). La prueba se realizó a una velocidad de 1 mm/min, la carga

se aplicó con una punta de acero sobre el poste y la resina en dirección apical a coronal, sin ejercer presión en la periferia del diente.

### **Descarte final de las muestras de dientes**

Finalizada la investigación, los dientes bovinos por ser considerados material de residuos peligrosos y de riesgo biológico, se descartaron en bolsa roja, trasladados al centro de residuos biológicos de la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC para su posterior descarte por la empresa encargada de la recolección de los residuos.

## **5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

El análisis estadístico de los datos se realizó a través del programa (IBM SPSS versión 26). En una primera instancia se analizó la resistencia al empuje de ambos grupos (con y sin arenado), a partir de medidas de tendencia central y dispersión. Posteriormente, se comprobó el supuesto de normalidad de los datos a partir de la prueba Shapiro-Wilk. Como hubo cumplimiento del supuesto de normalidad se utilizó la prueba T-Student para comparar las fuerzas de empuje entre ambos grupos. El nivel de significación que se utilizará es de 0.05 (5%).

## **5.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS**

Dado que el estudio se llevó a cabo en dientes de bovino, las consideraciones éticas se centraron en el uso responsable de los recursos biológicos y la investigación científica, tales como:

- Es fundamental garantizar que el origen de las muestras sea ético y legal. Las muestras de dientes de bovino deben obtenerse de manera ética y de fuentes que cumplan con las regulaciones locales y nacionales.
- Durante la preparación y realización de los procedimientos en las muestras de dientes de bovino, se debe garantizar el cuidado y el respeto

hacia los recursos biológicos utilizados. Los procedimientos deben llevarse a cabo de manera profesional y siguiendo las prácticas de bioseguridad adecuadas.

- Los resultados de la investigación deben comunicarse de manera transparente y precisa en publicaciones científicas, evitando cualquier distorsión de los hallazgos.
- La integridad de la investigación y el respeto hacia los recursos biológicos son aspectos fundamentales en la realización de estudios biomédicos.

## **6. RESULTADOS**

Se realizó la prueba de empuje en una máquina universal Tinius Olsen a una velocidad de 0.5 mm/min en 18 especímenes. En la Tabla 1, se observa que tras realizar la prueba de resistencia al empuje (push-out), el valor mínimo del grupo sin microarenado fue de 5.21 MPa y el máximo de 22.54 MPa, mientras que en el grupo con microarenado, el valor mínimo fue de 7.65 MPa y el máximo de 24.27 MPa. Estos datos indican que la resistencia a la tracción es similar entre ambos grupos, aunque el grupo con microarenado presenta una media ligeramente mayor (16.42 MPa frente a 14.97 MPa en el grupo sin microarenado). Además, se encontró que el grupo sin microarenado tuvo una mediana de 15.09 MPa, mientras que el grupo con microarenado presentó una mediana de 16.73 MPa, lo que sugiere una tendencia a una mayor resistencia en el grupo tratado con microarenado, aunque esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

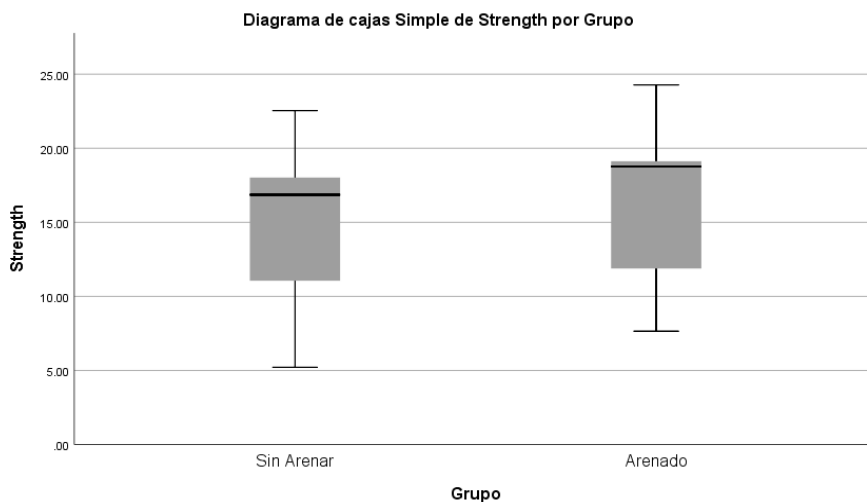
El análisis estadístico con la prueba t de Student para muestras independientes confirmó que el tratamiento de superficie con microarenado no tuvo un efecto significativo en la resistencia al empuje ( $p=0.601$ ). Por lo tanto, ambos grupos

presentan comportamientos mecánicos similares en términos de resistencia al empuje.

En el diagrama de cajas y bigotes (Figura 1), se puede apreciar que las distribuciones de los grupos arenado y sin arenar son similares en varios aspectos. Las medianas de ambos grupos están bastante próximas, lo que indica que la resistencia a la tracción en términos de tendencia central es comparable. Además, los rangos intercuartílicos muestran una dispersión ligeramente mayor en el grupo sin microarenado, lo que sugiere una mayor variabilidad en la resistencia al empuje en este grupo. Sin embargo, esta diferencia en la dispersión no parece tener un impacto significativo, ya que los rangos completos de ambos grupos se relacionan ampliamente. La similitud en las distribuciones visualizadas en el diagrama de cajas refuerza la conclusión de que el microarenado no genera una diferencia considerable en la resistencia medida, lo que está alineado con los resultados del análisis estadístico.

	Sin Arenar							Arenado							
	Míni mo	Máxi mo	Me dia	Desvia ción estándar	Medi ana	Perc entil 25	Perc entil 75	Míni mo	Máxi mo	Me dia	Desvia ción estándar	Medi ana	Perc entil 25	Perc entil 75	P- valo r
<b>Stren gth</b>	5,21	22,54	14,97	6,07	16,86	11,06	18,02	7,65	24,27	16,42	5,47	18,77	11,88	19,12	0,60

*Tabla 1.*



*Gráfica 1.*

## 7. DISCUSION

A lo largo de este proceso de aprendizaje, en el que se han explorado diversos conceptos y términos relacionados con los postes de fibra de vidrio y sus distintos tratamientos de superficie, se observaron datos que no cumplieron completamente con las expectativas iniciales. Los resultados del estudio no mostraron diferencias significativas en la resistencia al empuje (push-out) entre los postes de fibra de vidrio sometidos a microarenado con óxido de aluminio y los postes sin microarenado. Aunque la literatura existente sugiere que el microarenado incrementa la rugosidad superficial y, en consecuencia, mejora la adhesión, este efecto no se reflejó en un aumento de la resistencia al empuje en este estudio (25).

Estudios previos han demostrado que el microarenado de postes de fibra de vidrio puede mejorar las propiedades adhesivas y la resistencia mecánica. Por ejemplo, Radovic et al. (8) y Goracci et al. (32) informaron que el microarenado con óxido de aluminio mejoró la resistencia adhesiva de los postes de fibra de vidrio. Sin embargo, los resultados del presente estudio no concuerdan con estos hallazgos, ya que no se observó una diferencia significativa entre los grupos con y sin tratamiento de superficie. Esta discrepancia podría explicarse por varios factores, como las diferencias en los protocolos experimentales, los tipos de cementos utilizados o las condiciones de prueba. La literatura ha demostrado que el uso del microarenado mejora las fuerzas adhesivas cuando se arena directamente la superficie del poste, como lo hizo en un estudio el Dr. Server Mutluay Ünal donde evaluó el efecto de diferentes tratamientos de superficie en la fuerza de unión de los postes de fibra a varios materiales de núcleo, y encontró que los postes arenados con óxido de aluminio y cementados con el cemento dual CORE FLO DC de la casa comercial BISCO exhibió la mayor resistencia de unión (132.84 MPa) , estos resultados difieren con el presente estudio donde no se encontraron diferencias significativas entre los postes de fibra que fueron arenado

comparados con los que no se arenaron, con la diferencia que los postes de fibra de vidrio del presente estudio fueron anatomizados con resina (33).

La similitud en los resultados observados en este estudio podría estar relacionada con fallas mecánicas que ocurrieron en las muestras durante la descementación de los postes de fibra de vidrio anatomizados, especialmente en aquellos tratados con microarenado de óxido de aluminio. Esto sugiere que, aunque se lograron buenas fuerzas adhesivas, estas superaron la resistencia de los especímenes, impidiendo registrar valores más altos en el grupo arenado. Otra posible explicación puede estar vinculada con la preparación mecánica interna, realizada para estandarizar el diámetro de los conductos, la cual pudo debilitar las paredes de los especímenes. Otros factores, como la técnica de cementación, la cantidad de cemento y las propiedades del cemento utilizado, podrían haber influido de cierta manera en los resultados obtenidos. La evidencia científica nos dice que el cemento debe fluir hacia el espacio entre la superficie del poste y la dentina, y eliminar la adsorción de aire en la interfaz para producir un efecto de unión. Por lo tanto, al introducir el poste de fibra de vidrio es un factor importante en la interfaz de unión; la superficie limpia de los postes de fibra formados por el microarenado con óxido de aluminio nos ayuda a mejorar significativamente el ángulo de contacto de la superficie del polímero y reducir la energía interfacial de la interfaz (34). Esto nos quiere decir que es una técnica muy sensible al error que puede repercutir en los cambios considerablemente y verse reflejado en los resultados.

Además, es importante señalar que, aunque se observó una ligera diferencia en las medias de resistencia entre los dos grupos (16.42 MPa para el grupo microarenado y 14.97 MPa para el grupo sin microarenado), esta diferencia no fue estadísticamente significativa ( $p = 0.601$ ). Esto sugiere que, bajo las condiciones de este estudio, el microarenado no proporcionó una ventaja significativa en términos de resistencia al empuje. Esto coincide con el estudio realizado por el dr Machry et al 2020 donde realizaron fuerzas de empuje y microtracción en postes de fibra de vidrio anatomizados, donde encontraron que no hubo diferencias

estadísticamente significativas en el tratamiento de superficie en las muestras donde se realizaron las pruebas de empuje. (30)

## **8. RECOMENDACIONES**

Se recomienda realizar estudios adicionales con un mayor tamaño de muestra para confirmar los resultados de este estudio y evaluar otros parámetros clínicos relevantes. Además, Implementar el uso del termociclado para simular los efectos del estrés térmico que los materiales odontológicos experimentan en la cavidad oral y por último realizar estudios similares en dientes humanos.

## **9. CONCLUSIONES**

El microarenado de óxido de aluminio, aunque exhibió fuerzas adhesivas más altas, no parece influir considerablemente en la resistencia al empuje de los postes de fibra de vidrio anatomizados. Por lo tanto, ambos tipos de tratamiento de superficie podrían considerarse opciones viables en rehabilitación oral para dientes tratados endodónticamente en términos de resistencia mecánica.

El uso del arenado debe ser considerado dependiendo de las condiciones clínicas y el beneficio costo-tiempo del procedimiento de postes de fibra de vidrio anatomizados.

## 10. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Marinescu AG, Abuabboud O, Zimbru Ștefana D, Cîrligeriu LE, Piț BA, Borcean IA, et al. Influence of the Fiber Post Length on the Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth. *Medicina (B Aires)*. 2023 Oct 9;59(10):1797.
2. Wang X, Shu X, Zhang Y, Yang B, Jian Y, Zhao K. Evaluation of fiber posts vs metal posts for restoring severely damaged endodontically treated teeth: a systematic review and meta-analysis. *Quintessence Int* [Internet]. 2019;50(1):8–20. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30600326>
3. Saad KB, Bakry SI, AboElhassan RG. Fracture resistance of endodontically treated teeth, restored with two post-core systems in different post space diameters (in vitro study). *BMC Oral Health*. 2023 Dec 1;23(1).
4. Estrada M. Reconstrucción del diente endodonciado con postes colados o espigas de fibra. Revisión bibliográfica Reconstruction of tooth endodontic posts with fiber cast or ears. Literature review. Vol. 32, Av. *Odontoestomatol*. 2016.
5. Lloyd PM, Palik JF. The philosophies of dowel diameter preparation: A literature review.
6. Lara CL, Alvarado-Menacho S, Terán-Casafranca L, Angulo De La Vega G, Castro JJ, Cisneros Cotrina A, et al. Estado actual de los postes de fibra de vidrio. *Odontol Sanmarquina*. 2015;18(2):111.
7. França FMG, Santos AJS, Lovadino JR. Influence of air abrasion and long-term storage on the bond strength of self-etching adhesives to dentin. *Oper Dent*. 2007 May;32(3):217–24.
8. Radovic I, Monticelli F, Goracci C, Cury ÀH, Coniglio I, Vulicevic ZR, et al. The effect of sandblasting on adhesion of a dual-cured resin composite to methacrylic fiber posts: Microtensile bond strength and SEM evaluation. *J Dent*. 2007 Jun;35(6):496–502.
9. Mohsen CA. Evaluation of push-out bond strength of surface treatments of two esthetic posts. *Indian Journal of Dental Research*. 2012 Sep;23(5):596–602.

10. Heydecke G, Dent M, Butz F, Hussein A, Strub JR. Fracture strength after dynamic loading of endodontically treated teeth restored with different post-and-core systems. Vol. 87, THE JOURNAL OF PROSTHETIC DENTISTRY.
11. Heydecke G, Dent M, Peters MC. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: A systematic review.
12. Goracci C, Ferrari M. Current perspectives on post systems: A literature review. Aust Dent J. 2011 Jun;56(SUPPL. 1):77–83.
13. Heboyan A, Vardanyan A, Karobari MI, Marya A, Avagyan T, Tebyaniyan H, et al. Dental Luting Cements: An Updated Comprehensive Review. Vol. 28, Molecules. MDPI; 2023.
14. Driscoll Carl F FMA. The Glossary of Prosthodontic Terms: Ninth Edition. J Prosthet Dent. 2017 May 1;117(5):e1–105.
15. Mazzitelli C, Paolone G, Sabbagh J, Scotti N, Vichi A. Color Stability of Resin Cements after Water Aging. Polymers (Basel). 2023 Feb 1;15(3).
16. Maravić T, Mazzitelli C, Mancuso E, Del Bianco F, Josić U, Cadenaro M, et al. Resin composite cements: Current status and a novel classification proposal. Vol. 35, Journal of Esthetic and Restorative Dentistry. John Wiley and Sons Inc; 2023. p. 1085–97.
17. Eshrak Sofan, Afrah Sofan, Gaspare Palaia, Gianluca Tenore, Umberto Romeo, Guido Migliau. Classification review of dental adhesive systems: from the IV generation to the universal type. Annali di Stomatologia. 2017;1–17.
18. Van Meerbeek B, Yoshihara K, Van Landuyt K, Yoshida Y, Peumans M. From Buonocore's Pioneering Acid-Etch Technique to Self-Adhering Restoratives. A Status Perspective of Rapidly Advancing Dental Adhesive Technology. J Adhes Dent [Internet]. 2020;22(1):7–34. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/32030373>
19. Gustavo Moncada, Renata García Fonseca, Osmir B. de Oliveira, Eduardo Fernández, Javier Martín, Patricio Vildósola. Rol del 10-metacriloxidecilsfosfato dihidrogenado en el cambio de paradigma de los sistemas adhesivos integrados en la dentina. Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral. 2014;194–9.

20. de Carvalho MA, Lazari-Carvalho PC, Polonial IF, de Souza JB, Magne P. Significance of immediate dentin sealing and flowable resin coating reinforcement for unfilled/lightly filled adhesive systems. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*. 2021 Jan 1;33(1):88–98.
21. Hooshmand T, Van Noort R, Keshvad A. Storage effect of a pre-activated silane on the resin to ceramic bond. *Dental Materials*. 2004 Sep;20(7):635–42.
22. Hooshmand T, Van Noort R, Keshvad A. Bond durability of the resin-bonded and silane treated ceramic surface. *dental materials* [Internet]. 2002;179–88. Available from: [www.elsevier.com/locate/dental](http://www.elsevier.com/locate/dental)
23. de Carvalho MFF, Yamauti M, de Magalhães CS, Bicalho AA, Soares CJ, Moreira AN. Effect of ethanol-wet bonding on porosity and retention of fiberglass post to root dentin. *Braz Oral Res*. 2020;34.
24. Wang C, Fang Y, Zhang L, Su Z, Xu J, Fu B. Enamel microstructural features of bovine and human incisors: A comparative study. *Annals of Anatomy*. 2021 May 1;235.
25. Möhring S, Cieplik F, Hiller KA, Ebensberger H, Ferstl G, Hermens J, et al. Elemental Compositions of Enamel or Dentin in Human and Bovine Teeth Differ from Murine Teeth. *Materials*. 2023 Feb 1;16(4).
26. Hiraishi N, Gondo T, Shimada Y, Hill R, Hayashi F. Crystallographic and Physicochemical Analysis of Bovine and Human Teeth Using X-ray Diffraction and Solid-State Nuclear Magnetic Resonance. *J Funct Biomater*. 2022 Dec 1;13(4).
27. Soares FZM, Follak A, da Rosa LS, Montagner AF, Lenzi TL, Rocha RO. Bovine tooth is a substitute for human tooth on bond strength studies: A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. Vol. 32, *Dental Materials*. Elsevier Inc.; 2016. p. 1385–93.
28. de Carvalho MFF, Leijôto-Lannes ACN, Rodrigues MCN de, Nogueira LC, Ferraz NKL, Moreira AN, et al. Viability of Bovine Teeth as a Substrate in Bond Strength Tests: A Systematic Review and Meta-analysis. *J Adhes Dent*

[Internet]. 2018;20(6):471–9. Available from:  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30564794>

29. Meena KK, Sharma V, Jaiswal RK, Madaan R, Gupta M, Jaswal S. An In Vitro Study Comparing the Diametral Tensile Strength of Composite Core Build-Up Material With Three Different Prefabricated Post Systems. *Cureus*. 2022 Sep 25;
30. Machry RV, Fontana PE, Bohrer TC, Valandro LF, Kaizer OB. Effect of different surface treatments of resin relined fiber posts cemented with self-adhesive resin cement on push-out and microtensile bond strength tests. *Oper Dent*. 2020 Jul 1;45(4):E185–95.
31. Matinlinna JP, Lung CYK, Tsoi JKH. Silane adhesion mechanism in dental applications and surface treatments: A review. Vol. 34, *Dental Materials*. Elsevier Inc.; 2018. p. 13–28.
32. Goracci C, Raffaelli O, Monticelli F, Balleri B, Bertelli E, Ferrari M. The adhesion between prefabricated FRC posts and composite resin cores: Microtensile bond strength with and without post-silanization. *Dental Materials*. 2005 May;21(5):437–44.
33. Ünal SM. Effect of different surface treatments on the bond strength of fiber posts to various core materials. *Journal of Dental Materials and Techniques*. 2023 Jun 1;12(2):61–7.
34. Liu C, Liu H, Qian YT, Zhu S, Zhao SQ. The influence of four dual-cure resin cements and surface treatment selection to bond strength of fiber post. *Int J Oral Sci*. 2014;6(1):56–60.

ANEXOS

