



**RELACIÓN ENTRE COLOR Y LA MICRODUREZA DE DIENTES TRATADOS  
ENDODONTICAMENTE CON RETENEDORES INTRARADICULARES  
COLADOS: ESTUDIO *in-vitro***

**AUTORES**

**Bolaños Salazar María Camila  
Barrios Salcedo Paola Yiseth**

**DIRECTOR**

**EDGAR HERNÁN MENESES  
REHABILITADOR ORAL. DIRECTOR DE POSTGRADO EN  
REHABILITACIÓN ORAL**

**ASESOR CIENTÍFICO**

**CARLOS HUMBERTO MARTÍNEZ**

**ASESOR METODOLÓGICO**

**ADRIANA JARAMILLO ECHEVERRY**

**ASESOR ESTADÍSTICO**

**JULIAN ANDRÉS TAMAYO CARDONA**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO**

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA – UNICOC  
ESPECIALIZACIÓN EN REHABILITACIÓN ORAL**

Escriba el máximo título académico alcanzado y mencione la institución a la cual pertenece el autor o autores.

# RELACIÓN ENTRE COLOR Y LA MICRODUREZA DE DIENTES TRATADOS ENDODONTICAMENTE CON RETENEDORES INTRARADICULARES COLADOS: ESTUDIO *in-vitro*

Barrios Salcedo Paola Yisseth <sup>1</sup> Bolaños Salazar María Camila <sup>1</sup>, Edgar  
Hernán Meneses Silva <sup>2</sup>, Carlos Humberto Martínez Caja <sup>3</sup>. Adriana Jaramillo  
Echeverry <sup>4</sup>, Julián Andrés Tamayo Cardona <sup>5</sup>.

Estudiantes especialización en rehabilitación oral. 2. Especialista en rehabilitación oral, 3,  
Especialista en periodoncia y magister en Epidemiología, 4 Magister en Epidemiología, 5,  
Estadístico. Maestría en Logística Integral.

## Resumen

La corrosión de los dientes tratados endodónticamente es una situación clínica que siempre se intenta evitar debido a que estos generan un compromiso restaurador para el diente y un cambio en la microdureza. Este artículo tiene como **objetivo**, comparar los valores de dureza con respecto al cambio de color en dientes con tratados endodónticamente, dientes con retenedores intrarradiculares en níquel-cromo y dientes con retenedores intrarradiculares en oro. **Materiales y métodos**. Se utilizaron seis dientes premolares unirradiculares sanos extraídos por motivos ortodónticos, se limpiaron con cureta y se almacenaron en suero fisiológico al 0.9%, se tomaron radiografías periapicales, se realizó preparación biomecánica con Sistema Wave-One, se realizó obturación y se desobturaron dientes 1,3,4, y 6 con fresas peeso #1 y #2, se realizaron decoronaciones a 1mm coronal de la unión amelocementaria, se fabricaron patrones de núcleo con acrílico autopolimerizable (Pattern Resin LS) se enviaron para el colado en oro y níquel-cromo con la técnica de bebederos y material de revestimiento, para la cementación de los postes intraradiculares se tomaron radiografías para verificar longitudes, se arenaron con óxido de aluminio de 50um, se desinfectó el conducto con hipoclorito de sodio al 5.25% y se cementaron con ionómero de vidrio tipo I(GC Fuji plus) siguiendo las

recomendaciones del fabricante y se fabricaron coronas provisionales para evitar la degradación del cemento. **Resultados.** En comparación de los grupos níquel-cromo y oro el grupo de oro presentó mejores resultados a la corrosión y microdureza. **Conclusiones.** Al momento de elección del material para realizar núcleos colados es el Oro debido a que presenta un mejor comportamiento de los cambios térmicos en cavidad oral por sus propiedades, lo que indica un mayor microdureza y menor corrosión.

**Palabras clave:**

Pruebas de dureza, corrosión, técnica de perno muñon, endodoncia, aleaciones dentales.

**RELATIONSHIP BETWEEN COLOR AND MICROHARDNESS IN TEETH WITH  
ENDODONTIC TREATMENT AND INTRARADICULAR RETAINERS IN BASE  
METAL AND NOBLE METAL – *in vitro* STUDY**

**Abstract**

Corrosion and microhardness of endodontically treated teeth is a clinical situation that is always sought to be avoided due to the restorative compromise it poses for the tooth. This article aims to compare hardness values concerning color change in teeth with root canal treatment, teeth with intraradicular retainers in nickel-chromium, and teeth with intraradicular retainers in gold. **Materials and methods:** Six healthy single-rooted premolar teeth extracted for orthodontic reasons were used. They were cleaned with a curette and stored in 0.9% physiological saline solution. Periapical radiographs were taken, working length was determined (Wave-One System), root canal instrumentation and obturation were performed, teeth 1, 3, 4, and 6 were deobturated with size #1 and #2 files, crown cuts were made leaving 1mm of coronal amelocemental junction, core patterns were made with self-polymerizing acrylic (Pattern Resin LS-YCC®), sent for gold and nickel-chromium casting using the sprue and investment material technique, for intraradicular post cementation radiographs

were taken to verify lengths, they were sandblasted with 50um aluminum oxide, the canal was disinfected with 5% sodium hypochlorite, and cemented with type I glass ionomer (GC Fuji plus casa- YCC®) following the manufacturer's recommendations, provisional crowns were made to prevent cement degradation. **Results:** In comparison between the nickel-chromium and gold groups, the gold group showed better corrosion and microhardness results. **Conclusions:** When choosing the material for cast cores, gold is preferred due to its superior behavior in oral cavity thermal changes, indicating higher microhardness and lower corrosion.

### **Keywords**

Hardness tests, corrosion, core post technique, endodontics, dental alloys.

## Introducción

La dentina constituye un sustrato único en la estructura dental, caracterizado por una composición no homogénea y la presencia de túbulos que se extienden desde la pulpa hasta la unión dentina-esmalte o dentina-cemento. Este tejido, que comprende la predentina y la dentina, desempeña un papel fundamental en la integridad y resistencia del diente. La predentina, una matriz orgánica no mineralizada que rodea la porción pulpar interna, y la dentina, un tejido duro, hidratado y mineralizado, forman la mayor parte del diente y están interconectadas dinámicamente. (5)(6)(8)

La irrigación del sistema de conductos radiculares desempeña un papel crucial en el éxito del tratamiento, permitiendo la adecuada desinfección. Sin embargo, la presencia de barrillo dentinario puede afectar negativamente la adaptación y retención de los materiales de obturación, lo que subraya la importancia de su eliminación para mejorar la adhesión y penetración de los cementos selladores. (5)

En cuanto a los retenedores intrarradiculares, cuando una gran parte de la corona clínica se ha perdido debido a situaciones clínicas como: caries extensa, fractura de corona complicada e incluso protocolos que no se sustentan bajo evidencia científica. Este diente es clasificado como tipo IV que se define como diente sin efecto ferrule. (9) a menudo es imposible conseguir un anclaje suficiente de una restauración en la dentina restante. En tales situaciones, se requiere un poste colado en el conducto radicular (13). Se ha observado que los postes colados ofrecen una mayor resistencia a la fractura en comparación con los postes prefabricados. Sin embargo, el desarrollo de nuevos materiales, como los postes de fibras y la cerámica de circonio, ha introducido alternativas estéticamente superiores y con propiedades mecánicas mejoradas. (11) (12) (14)

El uso de aleaciones metálicas en odontología, tanto nobles como no nobles, es común en diversas aplicaciones restaurativas. La composición y características de estas aleaciones influyen en su biocompatibilidad, resistencia a la corrosión y

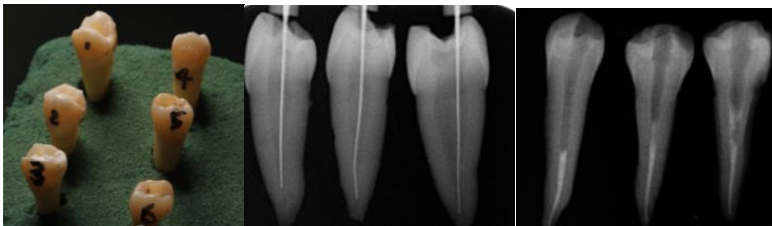
comportamiento mecánico, lo que debe ser considerado al seleccionar el material adecuado para cada caso clínico. (15)

## **Materiales y métodos**

Mediante la prueba T-student se determinó la media de la muestra, donde se utilizaron 6 dientes premolares, 2 para grupo control (dientes con endodoncia), 2 para grupo de dientes con endodoncia y retenedores intrarradiculares en níquel-cromo y 2 para grupo de dientes con endodoncia y retenedores intrarradiculares en oro. Estos fueron extraídos por motivos ortodónticos en pacientes menores de 22 años con formación radicular completa y una longitud mínima de 20mm (imagen 1), se limpiaron con cureta y se almacenaron en suero fisiológico al 0.9%. Se tomaron radiografías periapicales, se definió longitud de trabajo (imagen 2), se realizó preparación biomecánica con sistema Wave-One-Gold, se irrigó con hipoclorito de sodio al 5,25% y obturación con ADSEAL usando técnica de condensación lateral, las endodoncias y desobturación se realizó por un especialista con más de 15 años de experiencia. Se realizó la desobturación para los dientes 1,3,4,5, y 6 (dientes que iban a recibir núcleo colado) con fresa peeso #1 y #2 (Imagen 3). Se realizó decoronación a 1mm coronal de la unión amelocementaria (Imagen 4) ,se fabricaron patrones de núcleo con acrílico autopolimerizable (Patter Resin LS- YCC®) (imagen 5). Posteriormente, se enviaron 43g de Oro y 3,8g de Níquel-cromo para el colado con la técnica de bebederos y material de revestimiento (imagen 6,7 y 8). Para la cementación de los postes intrarradiculares se tomaron radiografías periapicales para verificar adaptación y longitudes, se arenaron con óxido de aluminio de 50 um a 2 bar de presión con una

distancia de 10mm, se desinfectó el conducto irrigando por 1 minuto con hipoclorito de sodio al 5,25% y se neutralizó irrigando por 1 minuto con suero fisiológico al 0.9%. Luego, se secaron los conductos radiculares con puntas de papel estériles y se cementaron con ionómero de vidrio tipo I (GC Fuji plus) siguiendo las recomendaciones del fabricante (Imagen 9,10,11). Se fabricaron coronas provisionales conacrílico de autocurado para evitar la degradación del cemento (imagen 12).

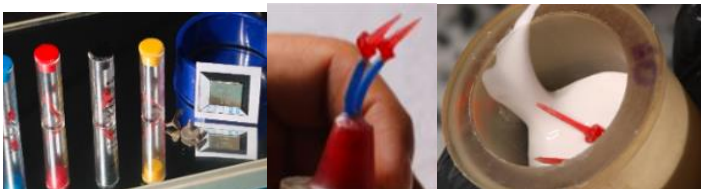
En el laboratorio de la Universidad Nacional de Colombia se realizó el termociclado de muestras a 5000 ciclos, Thermocycler 1100/1200, SD-Mechatronik, Westerham, Alema, parámetros relevantes (Tiempo de exposición: 20 s, tiempo de transferencia: 10 s, temperaturas: 5°C y 55°C) (imagen 14). Se realizaron cortes de dentina de 2mm de espesor con Isomet (Imagen 15) y se aplicaron valores en Cielab en zonas de indentación (M, V,D) para un total de la muestra final de 18 discos de dentina.



**Imagen 1** (dientes)    **Imagen 2** (LAI)    **Imagen 3** (desobturación)



**Imagen 4** (decoración)    **Imagen 5** (patrones de núcleo)



**Imagen 6,7 y 8** (colado de patrones de núcleo)





Imagen 9, 10 y 11 (cementación de núcleos)



Imagen 12 (corona provisional) Imagen 13 (termociclado) Imagen 14 (cortes con Isomet)

## Resultados

Los tres grupos de muestra (Grupo 1: dientes tratados endodónticamente, Grupo 2: dientes con postes colados en Níquel-Cromo y Grupo 3: dientes con postes colados en Oro) fueron conformados por 2 dientes cada uno, de los cuales se obtuvieron 3 segmentos por diente para un total de 18 cortes de dentina, se encontraron los siguientes resultados:

Tabla 1. Valores de la escala CIELAB en los grupos control, níquel-cromo y oro.

|           | G1 Control |                    | G2 Cr-Co  |                    | G3 Oro   |                    |
|-----------|------------|--------------------|-----------|--------------------|----------|--------------------|
|           | Media±DE   | Me (IQR)           | Media±DE  | Me (IQR)           | Media±DE | Me (IQR)           |
| <b>MD</b> | 55,8±5,5   | 55,5 (50,2 ; 61,1) | 53,7±2,4  | 53,9 (51,6 ; 56,0) | 57,9±3,1 | 58,8 (56,1 ; 60,1) |
| <b>L*</b> | 63,1±9,5   | 60,7 (55,6 ; 69,0) | 61,6±12,5 | 63,9 (51,2 ; 71,8) | 77,5±9,8 | 80,4 (67,9 ; 85,4) |
| <b>a*</b> | 0,4±1,1    | 0,3 (-0,5 ; 1,0)   | 0,3±1,1   | 0,2 (-0,5 ; 1,1)   | 0,0±1,5  | 0,4 (-1,2 ; 1,3)   |
| <b>b*</b> | -2,4±3,1   | -2,3 (-3,5 ; -0,8) | -1,9±3,9  | -1,8 (-5,0 ; -0,4) | -3,1±2,9 | -2,7 (-5,1 ; -2,1) |

Tabla 2. Diferencia de medidas en unidades Vickers en grupo control, níquel-cromo y oro.

|       | Vickers* |        | L      |       | a*     |       | b*     |       |
|-------|----------|--------|--------|-------|--------|-------|--------|-------|
| G     | 2        | 3      | 2      | 3     | 2      | 3     | 2      | 3     |
| Intra | 0.0102   |        | 0.0001 |       | 0.7081 |       | 0.5544 |       |
| 1     | 0.0794   | 0.0531 | 0.904  | 0.001 | 0.976  | 0.702 | 0.912  | 0.781 |
| 2     | -        | 0.0012 | -      | 0.000 | -      | 0.825 | -      | 0.529 |
| 3     | -        | -      | -      | -     | -      | -     | -      | -     |

Como se encuentra en la tabla 1, en las columnas están los tres grupos de muestra Grupo Control: dientes con endodoncia, Grupo 2: dientes con postes intrarradiculares en Níquel-Cromo y Grupo 3: dientes con postes intrarradiculares en Oro, en la tabla los cuatro componentes evaluados que fueron: Microdureza, luminosidad, componente del color a\* (Tonalidades positivas rojas y tonalidades negativas verdes) y componente b\* (Tonalidades positivas amarillas y tonalidades negativas azules) los resultados obtenidos indican algunas diferencias. Respecto a la microdureza (MD) se logró identificar que el grupo 3 con postes intrarradiculares en Oro obtuvo un promedio de  $57,9 \text{ Vickers} \pm 3.1$  superando por 4 Vickers al grupo 2 Níquel-Cromo y por 2 Vickers al grupo 1 de dientes endodonciados, con respecto al componente de luminosidad se identificó que la mayor luminosidad se presentó en el grupo 3 (Oro) con una luminosidad promedio de 77,5 y una mediana de 80,4. Los componentes del color a\* y b\* tuvieron datos similares.

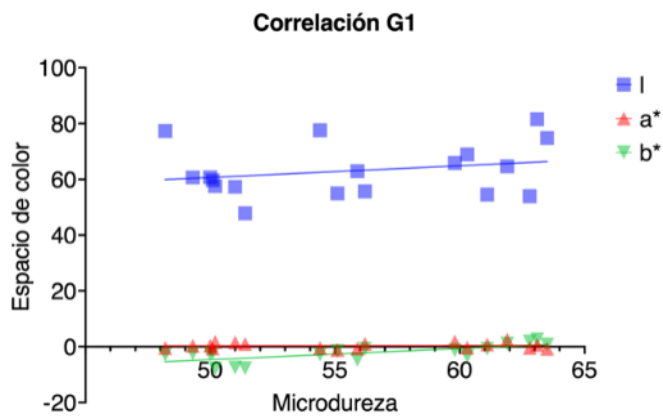
En la tabla 2 se obtuvieron las diferencias de microdureza Vickers y componentes del color, se observó que el componente de microdureza tuvo valor de 0.0102 lo que indica que hay resultados estadísticamente significativos, aplicando la prueba de Dunne se identificó que las diferencias existían entre el grupo 2 (Ni-Cr) y grupo 3 (Oro), el componente de luminosidad tuvo un valor de 0.0001 teniendo resultados estadísticamente significativos, al aplicar la prueba Dukey se observó que las diferencias se encontraban en el grupo 1 y grupo 3 y entre el grupo 2 y grupo 3.

No se identificaron diferencias estadísticamente significativas con respecto al componente del color a\* y b\* y el comportamiento de la variable del componente a\*

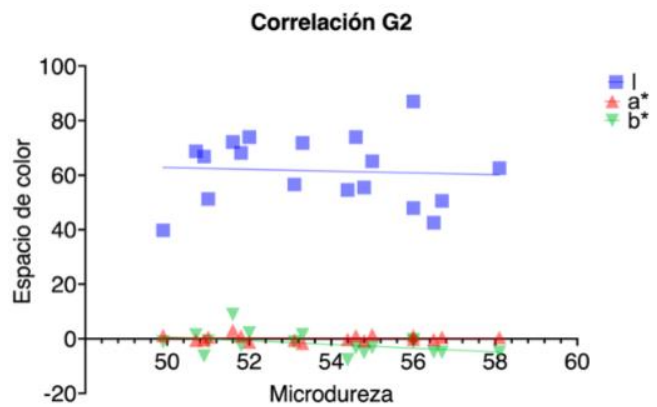
es similar entre los grupos, mientras que en el componente  $b^*$  el valor mayor hacia los valores negativos de identificó en el grupo 3 (Oro).

### *Correlación de color y microdureza entre los grupos*

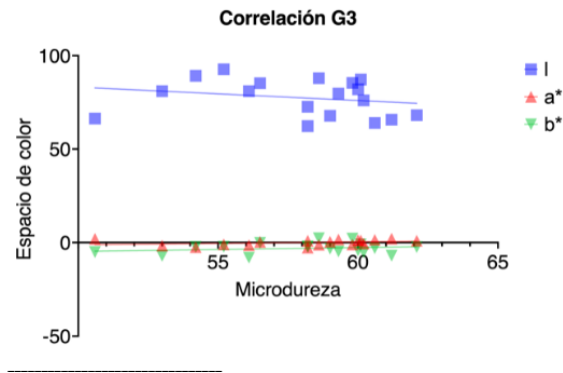
*Imagen 1*



*Imagen 2*



*Imagen 3*



### Correlación Grupo 1: Dientes con endodoncia

Al analizar el coeficiente de Spearman se observa que para el componente de luminosidad arroja 0.1125, a mayor luminosidad aumenta la microdureza, para el componente  $a^*$  (0.0423) hay correlaciones bajas ya que la línea se mantiene casi paralela al eje x, y para el componente  $b^*$  hay resultado del coeficiente de Spearman de 0.6842, que sigue siendo baja, casi nula.

### Correlación grupo 2: Dientes con poste colado en Níquel-Cromo

Al analizar el coeficiente de Pearson se observó que para el componente de luminosidad tenemos valores de -0.06322 lo que se interpretó, que a medida que disminuye la luminosidad aumenta la microdureza, para el componente  $a^*$  se obtuvo resultados de -0.02342 que son correlaciones bajas, y para el componente  $b^*$  resultados de -0.4287, a medida que disminuyen las tonalidades amarillo/azul aumenta la microdureza, para los tres componentes las correlaciones son bajas.

### Correlación grupo 3: Dientes con poste colado en Oro.

Respecto al coeficiente de Pearson, se analizó que para el componente de luminosidad con datos de -0.2252 a medida que disminuye la luminosidad aumenta la microdureza, para el componente  $a^*$  con datos de 0.32 a medida que aumentan las tonalidades rojas/verdes aumenta la microdureza, y para el componente  $b^*$  con datos de 0.2255 aumenta la microdureza pero con correlaciones muy bajas.

## **Discusión**

En este estudio se describió un método para evaluar si el cambio de color en los dientes tratados endodónticamente afecta su microdureza. Se observó una correlación muy baja entre el cambio de color y la microdureza, lo que sugiere la necesidad de estudiar este fenómeno en dientes con mayor tiempo de envejecimiento teniendo en cuenta que en este estudio se realizaron 5000 ciclos equivalentes a 6 meses de envejecimiento. La presente investigación logró comparar la dureza de la dentina con respecto al cambio de color en los dientes con tratamiento de conducto y presencia de retenedores intrarradiculares colados, fabricados con diferentes aleaciones. Se logró identificar que, en los dientes con núcleos colados, especialmente en aleaciones Níquel-Cromo hubo mayor cambio de color, por lo tanto, mayor corrosión (la acción química, bioquímica o electroquímica que provoca la degradación de los tejidos vivos) y menor microdureza (Capacidad física propia y definida que tiene la superficie dental para soportar determinadas cargas). Breschi et al. En el 2009 refirió que cuando se utilizan aleaciones como la plata y el níquel-cromo son más propensos a presentar corrosión debido a que son más sensibles al ataque electroquímico que se presenta en el medio oral (8).

En un estudio realizado en el 2014 por Gholami et al. evaluaron la resistencia a la fractura en dientes con postes colados en aleaciones Ni-Cr y Oro no precioso. Ésta pudo evidenciar que la aleación de Oro no precioso presentaba mayor resistencia a la fractura que el Ni-Cr. Con respecto al presente trabajo de investigación, se encontró una mayor microdureza de la dentina en los dientes que fueron restaurados con postes colados fabricados en Oro (30). Se cree que se obtuvo ese resultado debido a que el Oro es un material que no tiene otras combinaciones de aleaciones.

En relación a la resistencia con referencia a la corrosión, se encontró que las diferentes aleaciones presentan mejor desempeño, por ejemplo en el estudio de Goel et al. en el 2016 investigó que las aleaciones altamente nobles como Ni-Cr son altamente biocompatibles y presentan alta resistencia a la corrosión, tienen buenas

propiedades físicas, mayor dureza a comparación de otras aleaciones, alta resistencia a la tracción y bajo costo, esta aleación (Ni-Cr) se ve favorecida por su menor peso y propiedades más aceptables. Las aleaciones Ni-Cr previamente fundidas son utilizadas por los laboratoristas para reducir costos y para mezclarlas nuevamente con metales nuevos para fabricar restauraciones para prótesis fija.

Las aleaciones previamente refundidas pueden presentar impurezas y contaminaciones que cambian la microestructura, composición química, citotoxicidad de las aleaciones, dimensiones del grano y pueden presentar mayor índice de corrosión. (31) Por otra parte, Shen en el 2022 refiere que las aleaciones refundidas son defectuosas y generan la disminución de microdureza de la dentina y aumento de la rugosidad de la superficie, además pueden inhibir el asentamiento adecuado de la pieza fundida y afectar las características físicas. Otro factor que puede influir en la corrosión es usar aleaciones refundidas, lo cual no se hizo en este estudio. Cabe destacar que este es un estudio novedoso ya que dentro de las aplicabilidades clínicas permitirá brindarle un pronóstico al diente para ser o no indicado para exodoncia. Dentro de las limitaciones de este estudio, se pudo evidenciar el tamaño de muestra y el número de ciclos de termociclaje.

## **Conclusiones**

Se concluye que se puede caracterizar el color en dentina en dientes tratados endodónticamente, restaurados con aleaciones metal base y noble, el grupo B redujo el valor de L y el tercio medio del grupo de A presentó un aumento en el valor de L, siendo un punto de partida para futuros estudios donde aumentar el número de muestras o comparar 10.000 ciclos pudiendo relacionar esta información con variables microestructurales.

Se obtuvo mayor cambio de color para el grupo de níquel-cromo lo que indica mayor corrosión para éste. También, que el oro es el material más indicado si se requiere un núcleo colado debido a que presenta un mejor comportamiento de los cambios térmicos en cavidad oral por sus propiedades, lo que indica un mayor microdureza y menor corrosión.

## **Recomendaciones**

A partir de los resultados, se sugiere estudiar la corrosión del remanente dental posterior al desalojo de los núcleos colados, y para futuros estudios se sugieren modificaciones en la desadaptación de las coronas cementadas simulando las condiciones consultadas. Por otra parte, se puede tener en cuenta el aumento de ciclos de termociclaje en los dientes para simular más envejecimiento. Por último, se puede tener en cuenta según la fisiología del diente para evaluar la resistencia del material.

## **Agradecimientos**

Agradecemos a nuestros compañeros de tesis, director y personas que fueron parte del proceso para llevar a cabo con los resultados esperados. Gracias a ellos se pudo cumplir el objetivo como se esperaba.

## **Conflicto de interés**

Apartado opcional. Deben declarar si existe o no conflicto de interés.

## **Bibliografía**

1. Murgueitio R, Avila-Ortiz G. A novel diagnostic and prognostic classification for the clinical management of endodontically treated single anterior teeth. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2012 Dec;32(6):713-20. PMID: 23057060.
2. Montoya C, Arango S. Effect of aging on the microstructure, hardness and chemical composition of dentin. 2015;1811-20.
3. Grippo JO, Simring M, Coleman TA. Abfraction, abrasion, biocorrosion, and the enigma of noncarious cervical lesions: A 20-year perspective. *J Esthet Restor Dent*. 2012;24(1):10–23.
4. Gnjato S. Addition to the methodology of research into permanent teeth hardness. *Arch Biol Sci*. 2010;62(3):739–46.

5. Montoya Mesa C, Alexander E, Henao O. Composición Química Y Microestructura De La Dentina De Pacientes Colombianos. Rev Colomb Mater N. 2013;5:73–8.
6. Fuentes Fuentes M<sup>a</sup> V.. Propiedades mecánicas de la dentina humana. Av Odontoestomatol [Internet]. 2004 Abr [citado 2024 Mayo 06] ; 20( 2 ): 79-83. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0213-12852004000200003&lng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852004000200003&lng=es)
7. Bersezio C, Oliveira Junior OB, Vildósola P, Martín J, Fernández E, Angel P, et al. Instrumentación para el registro del color en odontología. Rev Dent Chile. 2013;105(July):8–12.
8. Breschi L, Mazzoni A, De Stefano Dorigo E, Ferrari M. Adhesion to intraradicular dentin: A review. J Adhes Sci Technol. 2009;23(7–8):1053–83.
9. Murgueitio R. Propuesta de una clasificación para medir los defectos de extensión de dientes anteriores con tratamiento de conducto Classification Proposal to measure extension defects of endodontically treated anterior teeth. Rev Estomatol. 2007;15(2):32–6.
10. KISHEN A. Mechanisms and risk factors for fracture predilection in endodontically treated teeth. Endod Top. 2006;13(1):57–83.
11. Ekambaram M, Yiu CKY, Matinlinna JP. Bonding of adhesive resin to intraradicular dentine: A review of the literature. Int J Adhes Adhes [Internet]. 2015;60:92–103. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jadhadh.2015.04.003>
12. Ruiz-Matorel M, Pardo-Betancourt MF, Jaimes-Monroy G, Muñoz-Martínez E P-MJ. Resistencia a la fractura de postes de fibra de vidrio vs postes colados en dientes anteriores. Revisión sistemática(Fracture Resistance of fiberglass post vs cast post in anterior teeth. Systematic review). CES Odontol [Internet]. 2019;29(1):45–56. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0120-](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-)



[971X2016000100006](#)

13. Heydecke G, Peters MC. The restoration of endodontically treated, single-rooted teeth with cast or direct posts and cores: A systematic review. *J Prosthet Dent*. 2002;87(4):380–6.
14. Giraldo OL. Metales y aleaciones en odontología . *Rev la Fac Odontol la Univ Antioquía*. 2004;15(2):53–63.
15. Rao SB, Chowdhary R. Evaluation on the Corrosion of the Three Ni-Cr Alloys with Different Composition. *Int J Dent*. 2011;2011:1–5.
16. Shimizu H, Takeuchi Y. Bonding behavior and chemical and mechanical properties of silver-based dental alloys. *Jpn Dent Sci Rev* [Internet]. 2021;57:97–100. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.jdsr.2021.05.005>
17. Ansarifard E, Farzin M, Zohour Parlack A, Taghva M, Zare R. Comparing Castability of Nickel-Chromium, Cobalt-Chromium, and Non-Precious Gold Color Alloys, Using two Different Casting Techniques. *J Dent (Shiraz, Iran)* [Internet]. 2022;23(1):7–12. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/35291681%0Ahttp://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=PMC8918635>
18. Schmid-Schwap M, Graf A, Preinerstorfer A, Watts DC, Piehslinger E, Schedle A. Microleakage after thermocycling of cemented crowns - A meta-analysis. *Dent Mater* [Internet]. 2011;27(9):855–69. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.dental.2011.05.002>
19. Gale MS, Darvell BW. Thermal cycling procedures for laboratory testing of dental restorations. *J Dent*. 1999;27(2):89–99.
20. Ernst CP, Canbek K, Euler T, Willershausen B. In vivo validation of the historical in vitro thermocycling temperature range for dental materials testing. *Clin Oral Investig*. 2004;8(3):130–8.
21. Teixeira GS, Pereira GKR, Susin AH. Aging Methods-An Evaluation of Their Influence on Bond Strength. *Eur J Dent*. 2021;15(3):448–53.
22. Consideración C, Odontología EN, Para EI, Registro EL. Caso Clínico color:

consideración en odontología e instrumentos para el registro. 2016;10–5.

23. Dydyk N, Hrynyshyn O. Prevalence of root filled teeth in an adult population (Iviv, ukraine) found on digital panoramic radiographs. *Wiad Lek.* 2020;73(4):691–5.
24. García RD. Instrumentos que revolucionaron la química: la historia del espectrofotómetro. *Av en química [Internet]*. 2018;3(13):79–82. Available from: [www.saber.ula.ve/avancesenquimicaAvancesenQuímica,13](http://www.saber.ula.ve/avancesenquimicaAvancesenQuímica,13).
25. Tejada-Casado M, Ghinea R, Martínez-Domingo MÁ, Pérez MM, Cardona JC, Ruiz-López J, et al. Validation of a Hyperspectral Imaging System for Color Measurement of In-Vivo Dental Structures. *Micromachines*. 2022;13(11):13–5.
26. Marending M, Zehnder M. Influence of mechanical dentine properties on chemical root canal treatment. *Endod Pract Today*. 2008;2(1):21–32.
- Miori Pascon F, Rosamilia Kantovitz K, Franciele Gaspar J, De Paula AB, Puppin-Rontani RM. Effects of chemical agents on physical properties and structure of primary pulp chamber dentin. *Microsc Res Tech*. 2014;77(1):52–6.
28. Amaral CCF, Ormiga F, Boldrini LC, Miranda PG, Mendonça TA, Granjeiro JM, et al. Evaluation of the effects of the solution used for electrochemical dissolution of nickel–titanium endodontic files on dentine structure, microhardness and cell viability. *Int Endod J*. 2018;51(12):1434–45.
29. Lewinstein I, Grajower R. Root dentin hardness of endodontically treated teeth. *J Endod*. 1981;7(9):421–2.
30. Haghighi ZB, Jahromy PAMF. Comparison of Fracture Strength of Endodontically Treated Teeth Restored with Two Different Cast Metallic Post Systems. *J Dent Biomater*. 2014;1(2):45–9.
31. Das G, chaturvedi S, Naqash TA, Hussain MW, Saquib S, Suleman G, et al. Comparative in-vitro microscopic evaluation of vertical marginal discrepancy, microhardness, and surface roughness of nickel–chromium in new and recast alloy. *Sci Rep*. 2023;13(1):1–22.

## Anexos - Tablas

Tabla 2. Resultado en Vickers según su corte y cara de los dientes control, níquel-cromo y oro.

|         | Muestra | V    | M    | D    |
|---------|---------|------|------|------|
|         |         |      |      |      |
| Grupo A | A1C     | 55,9 | 51,4 | 50,1 |
|         | A1M     | 63,5 | 59,8 | 61,9 |
|         | A1A     | 60,3 | 61,1 | 56,2 |
|         | A2C     | 54,4 | 51,0 | 50,0 |
|         | A2M     | 48,2 | 50,2 | 49,3 |
|         | A2A     | 63,1 | 55,1 | 62,8 |
| Grupo B | B1C     | 53,3 | 54,4 | 54,8 |
|         | B1M     | 51,6 | 51,0 | 53,1 |
|         | B1A     | 50,7 | 49,9 | 56,0 |
|         | B2C     | 54,6 | 56,7 | 58,1 |
|         | B2M     | 56,0 | 55,0 | 51,8 |
|         | B2A     | 52,0 | 56,5 | 50,9 |
| Grupo C | C1C     | 56,5 | 59,0 | 58,2 |
|         | C1M     | 60,1 | 60,6 | 62,1 |
|         | C1A     | 59,8 | 61,2 | 50,6 |
|         | C2C     | 54,2 | 56,1 | 53,0 |
|         | C2M     | 58,6 | 60,0 | 59,3 |
|         | C2A     | 55,2 | 58,2 | 60,2 |

Grupo A: dientes con endodoncia, grupo B: núcleos en níquel-cromo y grupo C: núcleos en oro.