

Actualización en quelantes, EDTA versus ácido cítrico: una revisión de alcance de estudios *in vitro*

Jandhira Perea-Vasquez,^{1*} César André Zevallos-Quiroz¹

¹Departamento de Endodoncia, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC), Lima, Perú.

RESUMEN

El acondicionamiento dentinario está diseñado para modificar la superficie dentinaria con el objetivo de optimizar la adhesión de cementos selladores y mejorar la efectividad de los tratamientos endodónticos. Entre los agentes más utilizados se encuentran el ácido etilendiaminetetraacético (EDTA) y el ácido cítrico (CA), ambos seleccionados por la capacidad que tienen para eliminar el barrillo dentinario, favoreciendo la exposición de los túbulos dentinarios. El EDTA es ampliamente reconocido por su capacidad quelante, permitiendo la remoción eficaz de calcio que se encuentra en la hidroxiapatita sin alterar significativamente la estructura de la dentina. Por su parte el CA ha ganado interés debido a su habilidad para descalcificar la superficie dentinaria promoviendo una correcta adhesión. Sin embargo, la elección del agente acondicionador más adecuado sigue siendo motivo de debate según el objetivo terapéutico. Se buscó en la base de datos PubMed, Scopus y Google Scholar. El propósito fue analizar y comparar las propiedades del EDTA y del CA como agentes acondicionadores dentinarios, evaluando sus efectos sobre la estructura dentinaria, su biocompatibilidad y su impacto en la adhesión de cementos selladores.

Palabras clave: agentes quelantes, endodoncia, EDTA, ácido cítrico, capa de barrillo.

ABSTRACT

Dentin conditioning is designed to modify the dentin surface with the goal of optimizing the adhesion of sealing cements and improving the effectiveness of endodontic treatments. Among the most commonly used agents are ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and citric acid (CA), both selected for their ability to remove the smear layer, promoting the exposure of dentin tubules. EDTA is widely recognized for its chelating capacity, allowing the effective removal of calcium found in hydroxyapatite without significantly altering the dentin structure. CA, for its part, has gained interest due to its ability to decalcify the dentin surface, promoting proper adhesion. However, the selection of the most appropriate conditioning agent remains a matter of debate depending on the therapeutic objective. The PubMed, Scopus and Google Scholar databases were searched. The aim was

to analyze and compare the properties of EDTA and CA as dentin conditioning agents, evaluating their effects on dentin structure, their biocompatibility, and their impact on the adhesion of sealing cements.

Keywords: chelating agents, endodontics, EDTA, citric acid, smear layer.

INTRODUCCIÓN

El objetivo principal del tratamiento de conductos radiculares es la eliminación de bacterias presentes. Para lograr una desinfección adecuada, es necesario emplear irrigantes capaces de disolver tanto la materia orgánica como la inorgánica. Las soluciones que eliminan la fracción inorgánica son los agentes quelantes, sustancias ácidas que quelan iones calcio de la hidroxiapatita (1). El acondicionamiento químico de la dentina radicular constituye un paso esencial en el tratamiento endodóntico, ya que facilita la eliminación del barrillo dentinario, mejora la apertura de los túbulos, optimiza la penetración del material de obturación y potencia la eficacia antimicrobiana de los irrigantes (2,3). Entre los agentes quelantes más estudiados se encuentran el ácido etilendiaminetetraacético (EDTA) y el ácido cítrico (CA), ambos capaces de quelar iones calcio y favorecer la remoción del componente inorgánico de la dentina (3).

Los agentes quelantes se introdujeron en el tratamiento endodóntico por Nygaard-Ostby en 1957, quien recomendó una solución de EDTA al 15 % con pH de 7,3 (4). Actualmente, el EDTA sigue siendo el agente

***Correspondencia:** Jandhira Perea-Vasquez
Departamento de Endodoncia, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas
Dirección postal: Calle Amauta 291, Chorrillos, 15067, Perú.
Chorrillos. Lima - Perú
Teléfono móvil: +51915053875
Correo electrónico: jandhira.0210.jp@gmail.com

ORCID

Jandhira Perea-Vasquez <https://orcid.org/0009-0001-6507-3281>
César André Zevallos-Quiroz <https://orcid.org/0000-0003-3861-3630>

quelante más utilizado. No obstante, otras sustancias también han demostrado eficacia en la eliminación del barrillo dentinario. El CA es un ácido orgánico débil con capacidad quelante, que se une a iones calcio para formar complejos solubles. Su pH oscila entre 0.8-1.9, según las diferentes concentraciones (5).

La presencia de barrillo dentinario puede interferir con la adaptación de los materiales de obturación a las paredes del conducto radicular, así como dificultar la penetración de irrigantes, selladores y medicamentos en los túbulos dentinarios (6,7). Por ello, su remoción es necesaria antes de la obturación, ya que impide el contacto íntimo entre el sellador y la dentina, comprometiendo la adhesión y la resistencia al desprendimiento (8). Diversos estudios han evaluado los efectos de los agentes quelantes sobre propiedades de la dentina como microdureza, rugosidad, remoción del barrillo dentinario, penetración del sellador y fuerza de adhesión (6,7,8). Algunos autores reportan que el CA puede inducir una mayor pérdida mineral y aumentar la rugosidad superficial en comparación con EDTA (9), mientras que otros estudios muestran resultados equivalentes entre ambos agentes según el tercio radicular o el método de medición empleado (10). A pesar del uso extendido de EDTA y CA, no existe consenso sobre cuál agente logra un equilibrio óptimo entre limpieza efectiva y preservación de la integridad dentinaria. Por ello, la presente revisión tuvo como objetivo analizar comparativamente los efectos de EDTA y CA sobre las propiedades fisicoquímicas de la dentina radicular, con énfasis en microdureza, rugosidad, remoción del barrillo dentinario, penetración del sellador, actividad microbacteriana, microfiltración apical y citotoxicidad.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta revisión de alcance (*scoping review*, en inglés) se basó en la Extensión PRISMA.

Criterio de elegibilidad

La pregunta de investigación a abordar fue: Durante el tratamiento endodóntico ¿qué agentes quelantes ofrecen características óptimas en términos de eficacia, baja erosión y citotoxicidad, ausencia de interacción con otros irrigantes, adhesión del material de obturación, alto efecto antimicrobiano?

Por lo tanto, en el presente estudio se usó PICOS (Población, Intervención, Comparación, Resultados, Diseño del estudio) y fueron medidos:

- P: Dientes permanentes humanos con formación radicular completa.
- I: Acondicionamiento con EDTA 17%.
- C: Acondicionamiento con CA 10%.

O: Evaluar sus efectos en la dentina dentro del sistema de conductos radiculares.

S: Revisión de literatura de estudios in vitro.

Criterios de inclusión

- Estudios publicados entre enero de 2020 y junio de 2025.
- Estudios publicados en idioma inglés y disponibles en texto completo.
- Artículos que incluyeran al menos uno de los siguientes agentes quelantes: EDTA al 17 % y CA al 10 %.
- Estudios in vitro con dientes humanos extraídos sin caries, ápice maduro y ausencia de reabsorción.

Criterios de exclusión

La revisión excluyó estudios publicados antes de 2020, estudios que involucren dientes humanos deciduos, artículos que no estuvieran en idioma inglés, que fueran artículos de revisión, cartas al editor, estudios clínicos, y reportes de caso o serie de casos.

Estrategia de búsqueda

Se realizaron búsquedas electrónicas en la base de datos Pubmed y Scopus desde enero del 2020 hasta julio del 2025. Se buscó literatura gris a través de Google Scholar. La estrategia de búsqueda utilizó una combinación de palabras clave y operadores booleanos como (AND) y (OR).

- **Pubmed:** (((((((((((chelating agents) OR (chelating solutions)) OR (decalcifying agents)) OR (smear layer))) OR (smear layer removal)) AND (root canal)) OR (Endodontics)) OR (root canal therapy)) AND (EDTA)) OR (ethylenediaminetetraacetic acid)) AND (citric acid)) AND (dentine)
- **Scopus:** (((((((((((chelating agents) OR (chelating solutions)) OR (decalcifying agents)) OR (smear layer))) OR (smear layer removal)) AND (root canal)) OR (Endodontics)) OR (root canal therapy)) AND (EDTA)) OR (ethylenediaminetetraacetic acid)) AND (citric acid)) AND (dentine)
- **Google Scholar:** (((((((((((chelating agents) OR (chelating solutions)) OR (decalcifying agents)) OR (smear layer))) OR (smear layer removal)) AND (root canal)) OR (Endodontics)) OR (root canal therapy)) AND (EDTA)) OR (ethylenediaminetetraacetic acid)) AND (citric acid)) AND (dentine)

Selección

Los artículos identificados en las bases de datos electrónicas PubMed, Scopus y Google Scholar fueron importados al gestor bibliográfico Zotero (Corporation for Digital Scholarship, Virginia, EE.UU.)

con el objetivo de organizar las referencias y detectar duplicados mediante la herramienta de comparación interna del software.

Una vez depurada la base de datos, los registros únicos se exportaron en formato RIS hacia la plataforma Rayyan (Rayyan Systems Inc., Qatar Computing Research Institute), que facilitó el proceso de revisión y selección de los artículos. En esta etapa, se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos, clasificando los estudios en "incluidos", "excluidos" o "en duda". Los artículos seleccionados fueron posteriormente analizados para la síntesis final.

Representación gráfica de los resultados

Los datos incluyeron la siguiente información: diseño del estudio; tamaño de la muestra, soluciones de irrigación usadas; concentración de la solución; resultados y los hallazgos principales.

Análisis de datos

La síntesis se centró en describir las soluciones irrigantes utilizadas, sus características, las propiedades analizadas y si las soluciones afectan las propiedades mecánicas de los dientes. Se realizó un análisis descriptivo que consideró el diseño del estudio, las características de los diferentes irrigantes y las propiedades analizadas.

RESULTADOS

La Figura 1 presenta el diagrama de flujo para la selección de estudios. La búsqueda arrojó inicialmente 435 estudios potencialmente relevantes (PubMed: n: 208; Scopus: n: 47; Google scholar: n: 180). Tras la eliminación de duplicados (103) y artículos irrelevantes (308), 24 estudios cumplieron los criterios de elegibilidad según el título y el resumen. Estos artículos se obtuvieron y se analizaron a texto completo, lo que resultó en la inclusión de solo 10 estudios restantes en el análisis (síntesis cualitativa). Las principales características de los estudios incluidos se presentan en la Tabla 1.

Sustancias evaluadas en los estudios incluidos

Las soluciones más utilizadas fueron EDTA al 17%, CA al 10%, NaOCl al 2.5%, NaOCl al 5%, solución salina como solución de control y clorhexidina (CHX) al 2 %.

Remoción de barrillo dentinario

Tres estudios evaluaron la eficacia de EDTA y ácido cítrico en la remoción de barrillo dentinario de la dentina radicular. En el estudio de Fortea et al. (11), se observó que la remoción de barrillo dentinario se daba con mayor efectividad en el tercio coronal del conducto, seguido de tercio medio y apical. Reportaron que el EDTA al 17% tiene una habilidad superior para

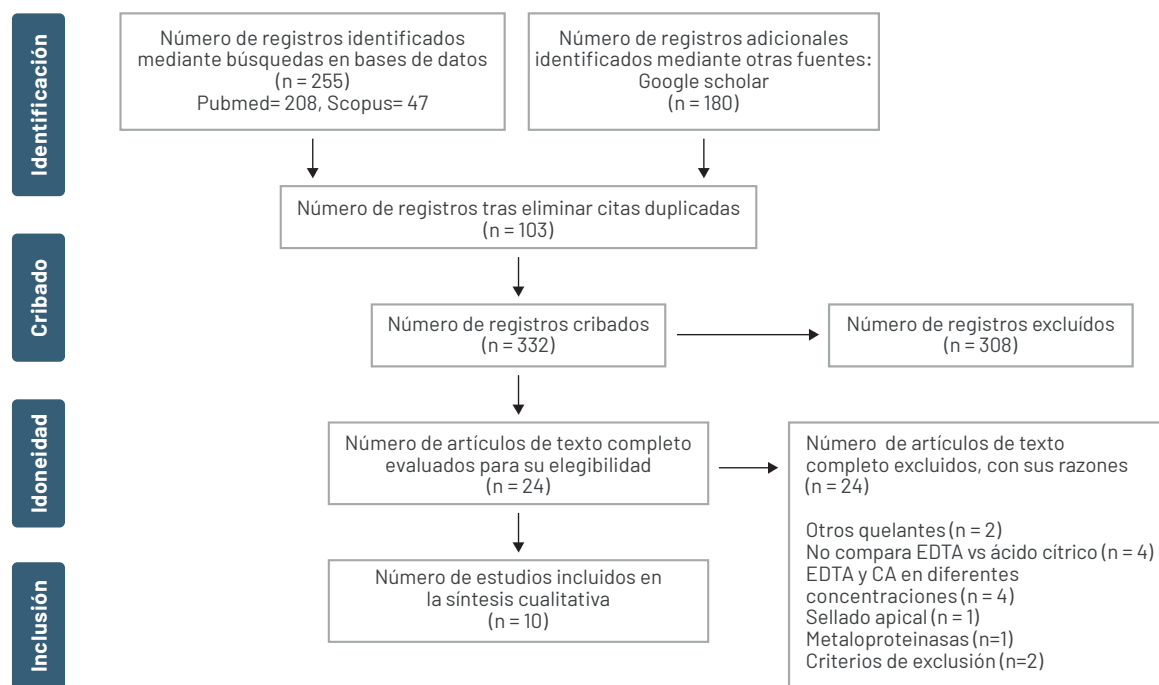


Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA de la revisión de alcance.

Tabla 1. Características generales de los estudios incluidos.

AUTOR	AÑO	DISEÑO DE ESTUDIO	TAMAÑO DE MUESTRA	IRRIGANTES USADOS Y SU CONCENTRACIÓN	RESULTADOS	PRINCIPALES HALLAZGOS
Dotto et al.	2020	Estudio <i>in vitro</i>	66	EDTA 17%, CHX 2%, NaOCl 5%, NaOCl 2.5 % y solución salina.	Evaluaron el efecto de al menos un irrigante sobre las propiedades mecánicas de los dientes tratados endodónticamente.	Presencia de efecto negativo en todas las soluciones irrigantes sobre las propiedades mecánicas de los dientes tratados endodónticamente. El uso de EDTA fue universalmente perjudicial ya que aumentó los niveles de rugosidad de la dentina. Reportaron resultados heterogeneos en relación con el EDTA al 17%, sin embargo, indicaron que su aplicación durante un máximo de dos minutos parece ser menos perjudicial para las propiedades mecánicas de la dentina.
Muana et al.	2020	Estudio <i>in vitro</i> en dientes humanos extraídos, incisivos maxilares	50	CA 10%, EDTA 17%, ácido fítico 1%, ácido fosfórico 37% y agua destilada.	Evaluaron el efecto del ácido fítico, EDTA al 17% y CA al 10% sobre la rugosidad de la superficie y la microdureza de la dentina del conducto radicular humano y lo compararon con otros agentes quelantes.	Reportó que el CA generó valores medios de rugosidad superficial superiores a los obtenidos con EDTA. Estos resultados reflejan una superficie más irregular, con mayor exposición de túbulos dentinarios en el grupo tratado con CA.
Atalay et al.	2021	Estudio <i>in vitro</i> en dientes extraídos humanos	25	CA 10%, EDTA 17%, ácido fítico 1%, ácido fosfórico 37% y agua destilada.	CA 10%, EDTA 17%, NaOCl 5%, ácido fítico 1%, y agua destilada. Examinar el efecto de diferentes agentes quelantes sobre la rugosidad de la dentina radicular mientras se analizan los cambios en el contenido mineral de la dentina radicular.	Analizó la composición mineral superficial, determinando los niveles de calcio y la relación calcio/fósforo (Ca/P). Los resultados mostraron que el CA produjo una reducción significativa en los valores de calcio y de la relación Ca/P en comparación con el EDTA, lo que indica una mayor desmineralización de la dentina y una pérdida más marcada de su componente inorgánico.
De Souza Matos et al.	2021	Estudio <i>in vitro</i> de dientes humanos extraídos, premolares mandibulares	441	Quitosano 0.2 %, CA 10%, EDTA 17%, ácido maleico 7 %, MTAD, QMix y tubulicid. NaOCl 5%, NaOCl 2.5% y solución salina.	Evaluaron la influencia de la irrigación final en la penetración del cemento sellador en la dentina.	Analizaron tanto el porcentaje como la profundidad máxima de penetración del sellador. Se observó que el CA produjo mayores valores de penetración en el tercio apical (24.2%) frente al EDTA (10.5%), mientras que el EDTA fue superior en los tercios medio (4% vs. 0.2%) y coronal (1.1% vs. 0.5%). En cuanto a la profundidad máxima de penetración, el CA alcanzó mayores valores en el tercio apical (3.2% vs. 0.5%), mientras que el EDTA presentó mejores resultados en el tercio medio (1.7% vs. 0.1%).
Gomez et al.	2023	Estudio <i>in vitro</i> usando dientes humanos extraídos. Disco de dentina humana. Ensayo clínico aleatorizado	44	CA 10% EDTA 17%, NaOCl 1%, NaOCl 2.5%, NaOCl 5%, CHX 2%	Evaluaron el efecto en la eliminación de la capa de barrillo dentinario, influencia en la resistencia de la unión del sellador, efecto de activación mediante dispositivos sónicos o ultrasónicos, efectos en la superficie de la dentina, actividad antibacteriana y aumento de la eficacia de los procedimientos regenerativos.	El CA ha demostrado ser eficaz en la eliminación del barrillo dentinario, con mejores resultados en los tercios coronal y medio radicular, mejorando su efecto al combinarse con la activación dinámica manual. Puede disminuir la microdureza de la dentina y causar descalcificación y erosión, especialmente cuando se utiliza antes del NaOCl.

AUTOR	AÑO	DISEÑO DE ESTUDIO	TAMAÑO DE MUESTRA	IRRIGANTES USADOS Y SU CONCENTRACIÓN	RESULTADOS	PRINCIPALES HALLAZGOS
Shekhar et al.	2023	Estudio in vitro en dientes extraídos humanos, premolares mandibulares	32	EDTA 17%, CA 10%, ácido maleico 7% y solución salina	Compararon el efecto de EDTA, ácido maleico (MA), CA y solución salina, en la eliminación del barrillo dentinario y medir la profundidad de penetración del sellador biocerámico en los túbulos dentinarios en las regiones coronal, media y apical del tercio del conducto radicular.	Evidenciaron que la profundidad de penetración del sellador dependía del tercio radicular evaluado. No se observó una diferencia estadísticamente significativa en la profundidad de penetración del sellador biocerámico entre EDTA y CA en tercio coronal. En cambio en los tercios medio y apical se observó una diferencia estadísticamente significativa entre ambas soluciones, indicando que el CA fue más activo que el EDTA en la eliminación de la capa de barrillo dentinario y eso permitió una mayor penetración del sellador biocerámico en los túbulos dentinarios.
Fortea et al.	2024	Estudio in vitro en dientes extraídos humanos, premolares mandibulares	56	EDTA 17%, HEDP 9% y 18%, CA 10% y 20%, ácido peracético 2% y 2.25%, ácido maleico 7%.	Evaluaron la eficacia y la erosión de la dentina, interacción con otros irrigantes endodónticos, efecto antimicrobiano, citotoxicidad, adhesión de materiales de relleno y liberación de factores de crecimiento.	Se observó que la remoción de barrillo dentinario se daba con mayor efectividad en el tercio coronal del conducto, seguido de tercio medio y apical. Reportaron que el EDTA al 17% tiene una habilidad superior para remover barrillo dentinario comparada al CA al 20%.
Tasan et al.	2024	Estudio in vitro en dientes extraídos humanos, premolares mandibulares	80	EDTA 17%, CA 10%, HEDP 18% y agua destilada.	Evaluaron el impacto de los agentes quelantes, EDTA 17 %, CA 10 % y ácido etidróico (HEDP) 18 %, en el contenido mineral de la dentina radicular.	El EDTA mostró valores superiores de adhesión en los tres tercios radiculares en comparación con el CA, destacando una mayor fuerza de unión en el tercio coronal.
Agarwal et al.	2024	Estudio in vitro en dientes humanos extraídos de una sola raíz.	44	EDTA 17%, EDTAC 17% MTAD, Qmix, CA 10% y 40%, Quitosano 0.2%, CHX 2%, NaOCl 5%, NaOCl 2.5% y solución salina.	Evaluaron el efecto de diferentes soluciones de irrigación, así como su combinación y modos de activación sobre la microdureza de la dentina.	La concentración de NaOCl y EDTA, así como el tiempo de contacto con los componentes orgánicos e inorgánicos de la dentina, desempeñan un papel importante en la reducción de la microdureza. Reportaron que el grupo tratado con EDTA al 17% presentó valores medios de microdureza de 57.8 ± 4.83 VHN, mientras que el grupo tratado con CA al 10% mostró valores significativamente menores, de 49.37 ± 3.89 VHN ($p < 0.05$). Estos resultados indican una mayor pérdida de resistencia dentinaria asociada al ácido cítrico.
Drukteinis et al.	2024	Estudio in vitro en dientes extraídos humanos, premolares mandibulares	9	EDTA 17 %, CA 10 % y 20%.	Evaluaron los cambios estructurales en la dentina tratado con EDTA 17 %, CA 10% y 20%.	EDTA provocó ensanchamiento de los túbulos dentinarios, con cierta erosión y exposición de fibras de colágeno. No se observaron cambios estructurales evidentes en la dentina tratada con CA al 10%. Mientras tanto, el CA al 20% resultó en una erosión peritubular e intertubular relativamente mínima, asociada con orificios rugosos y más anchos de algunos túbulos dentinarios. Sin embargo, ninguno de los grupos evaluados mostró daño severo a la integridad de la dentina ni a la estructura superficial.

remover el barrillo dentinario comparada al CA al 20%. Sin embargo en el estudio de Gomez-Delgado et al. (12), el CA mostró mejores resultados cuando fue comparado con el EDTA, aunque las diferencias no fueron estadísticamente significativas. Del mismo modo, Drukteinis et al. (13), evaluaron los efectos morfológicos del EDTA y CA sobre la superficie dentinaria mediante microscopía de barrido. Los resultados mostraron que el EDTA produjo una exposición notable de la dentina, caracterizada

por un ensanchamiento de los túbulos dentinarios, acompañado de cierta erosión y exposición de fibras de colágeno, por otro lado el CA al 10% no generó cambios estructurales evidentes. Las superficies tratadas con CA presentaron contornos relativamente regulares y lisos en la mayoría de los túbulos dentinarios, lo que sugiere una acción más controlada y menos agresiva sobre la estructura dentinaria (13). Estos hallazgos indican que, aunque ambos agentes son eficaces en la remoción del barrillo dentinario, el

EDTA puede provocar una mayor desmineralización y exposición colágena, mientras que el CA tiende a conservar la integridad estructural de la dentina.

Rugosidad de la dentina radicular

Cuatro estudios evaluaron la rugosidad superficial de la dentina radicular tras el uso de agentes quelantes. Tres de ellos analizaron los efectos del EDTA y del CA sobre la superficie dentinaria, aunque emplearon metodologías diferentes, mientras que sólo un estudio evaluó exclusivamente el impacto del EDTA. El primer estudio de Atalay et al. (14), analizó la composición mineral superficial, determinando los niveles de calcio y la relación calcio/fósforo (Ca/P). Los resultados mostraron que el CA produjo una reducción significativa en los valores de calcio y de la relación Ca/P en comparación con el EDTA, lo que indica una mayor desmineralización de la dentina y una pérdida más marcada de su componente inorgánico. El segundo estudio de Muana et al. (15), evaluó los cambios morfológicos de la superficie mediante perfilometría, evidenciando que el CA generó valores medios de rugosidad superficial (Ra) de $0.44 \pm 0.05 \mu\text{m}$, superiores a los obtenidos con EDTA ($0.24 \pm 0.03 \mu\text{m}$). Estos resultados reflejan una superficie más irregular, con mayor exposición de túbulos dentinarios en el grupo tratado con CA. El tercer estudio, realizado por Gomez-Delgado et al. (12), observó una disminución de los niveles de calcio en la dentina tras la irrigación con CA. Por otra parte Dotto et al. (16), reportaron que el uso de EDTA fue universalmente perjudicial ya que aumentó los niveles de rugosidad de la dentina. Todos los estudios coinciden en que el CA ocasiona alteraciones químicas y topográficas más pronunciadas que el EDTA, manifestadas por una mayor pérdida mineral y un aumento de la rugosidad superficial.

Microdureza de la dentina

Cuatro estudios evaluaron la microdureza de la dentina radicular tras la aplicación de agentes quelantes. Tres de ellos compararon el efecto del EDTA y del CA, mientras que uno analizó exclusivamente el uso de EDTA. Los resultados mostraron que ambos agentes produjeron una disminución significativa en los valores de microdureza, en comparación con el grupo control. Sin embargo, la disminución fue mayor con el CA que con el EDTA. Agarwal et al. (17), reportaron que el grupo tratado con EDTA al 17 % presentó valores medios de microdureza de 57.8 ± 4.83 , mientras que el grupo tratado con CA al 10 % mostró valores significativamente menores, de 49.37 ± 3.89 . Estos resultados indican una mayor pérdida de resistencia dentinaria asociada al CA. De manera similar, Muana et al. (15), encontraron que el EDTA mantuvo valores promedio de 49.00 ± 2.20 , en tanto que el CA redujo los valores a 44.46 ± 1.73 , confirmando su efecto más

agresivo sobre la matriz dentinaria. Del mismo modo, Gomez-Delgado et al. (12), indicó que el CA no solo disminuye la microdureza dentinaria, sino que también ocasiona una mayor erosión de las zonas peritubulares e intertubulares, evidenciando una desmineralización más profunda y una alteración estructural más severa en comparación con el EDTA. Por otra parte, aunque la mayoría de los estudios coinciden en la disminución de la microdureza tras el uso de agentes quelantes, Dotto et al. (16), reportaron resultados heterogéneos en relación con el EDTA al 17%, sin embargo, indicaron que su aplicación durante un máximo de dos minutos parece ser menos perjudicial para las propiedades mecánicas de la dentina.

Microfiltración apical

En el estudio de Gómez-Delgado et al. (12), se evaluó el efecto del EDTA y del CA sobre la microfiltración apical posterior a la obturación del conducto radicular. Se emplearon soluciones de CA al 6% y al 10%, observándose en ambos casos valores más bajos de filtración apical y una adaptación más estrecha del material obturador a las paredes del conducto. Asimismo, los autores reportaron que tanto el EDTA al 17% como el CA al 10% presentaron una filtración apical significativamente menor, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos.

Efectos Antimicrobianos

Dos estudios evaluaron la actividad antimicrobiana de los agentes quelantes sobre la dentina radicular. En el estudio de Gómez-Delgado et al. (12), se observaron resultados contradictorios respecto al efecto del CA frente a *Enterococcus faecalis*. Si bien la irrigación con CA por sí sola no mostró una reducción significativa del número de microorganismos viables, la combinación de NaOCl al 1% con CA al 15% demostró una eficacia superior en la disminución bacteriana en comparación con el uso exclusivo de NaOCl al 1%. Además, el empleo conjunto de NaOCl, CA y activación del irrigante mediante el sistema XP-Endo Finisher produjo una reducción significativamente mayor de *E. faecalis*, evidenciando el beneficio potencial de la combinación y activación de los irrigantes en la desinfección del conducto radicular. Por su parte, Fortea et al. (11), reportaron que el EDTA al 17% presentó una actividad antimicrobiana moderada cuando se aplicó de forma aislada, logrando eliminar aproximadamente el 44% de las bacterias. Sin embargo, al emplear NaOCl 2.5% posterior al EDTA, la eficacia aumentó significativamente, alcanzando una eliminación bacteriana entre 70.3% y 100%. Asimismo, se observó que la combinación de EDTA al 17% e NaOCl 2.5% mostró una mayor acción antimicrobiana en comparación con el EDTA solo, y que dicha reducción fue más notable en dentina joven

que en dentina esclerótica, lo que sugiere que las características estructurales de la dentina influyen en la eficacia de los irrigantes.

Citotoxicidad de los agentes quelantes

En el estudio de Fortea et al. (11), se evaluó la citotoxicidad de diferentes agentes quelantes. Los resultados mostraron que el EDTA al 17% presentó un efecto citotóxico más evidente en comparación con el CA. Estos hallazgos sugieren que, aunque ambos agentes poseen capacidad desmineralizante, el CA podría considerarse menos agresivo frente a los tejidos biológicos.

Penetración del sellador en los túbulos dentinarios

Cinco estudios evaluaron los efectos del EDTA y del CA sobre la penetración del sellador en los túbulos dentinarios, empleando diferentes metodologías y tipos de agentes irrigantes. En el estudio de Tasan et al. (18), el EDTA mostró valores superiores de adhesión en los tres tercios radicales en comparación con el CA, destacando una mayor fuerza de unión en el tercio coronal. De manera similar, Fortea et al. (11), observaron que la eliminación del barrillo dentinario favoreció la penetración del material de relleno, con mayor infiltración en el tercio coronal y una disminución progresiva hacia el ápice; sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el EDTA y el CA. Por su parte, Gómez-Delgado et al. (12), reportaron que la penetración del sellador fue más pronunciada en los tercios coronal y medio, y menor en el tercio apical, sin diferencias significativas entre ambos agentes. Los autores señalaron además que tanto el EDTA al 17% como el CA 10% produjeron los porcentajes más altos de penetración del sellador en los túbulos dentinarios. En el estudio de Shekar et al. (19), se halló que la profundidad de penetración del sellador dependía del tercio radicular evaluado. No se observó una diferencia estadísticamente significativa en la profundidad de penetración del sellador biocerámico entre EDTA y CA en tercio coronal. En cambio en los tercios medio y apical se observó una diferencia estadísticamente significativa entre ambas soluciones, indicando que el CA fue más activo que el EDTA en la eliminación de la capa de barrillo dentinario y eso permitió una mayor penetración del sellador biocerámico en los túbulos dentinarios. Finalmente, De Souza et al. (20), analizaron tanto el porcentaje como la profundidad máxima de penetración del sellador. Se observó que el CA produjo mayores valores de penetración en el tercio apical (24.2%) frente al EDTA (10.5%), mientras que el EDTA fue superior en los tercios medio (4% vs. 0.2%) y coronal (1.1% vs. 0.5%). En cuanto a la profundidad máxima de penetración, el CA alcanzó mayores valores en el tercio apical (3.2% vs. 0.5%),

mientras que el EDTA presentó mejores resultados en el tercio medio (1.7% vs. 0.1%). En conjunto, estos hallazgos sugieren que ambos agentes quelantes favorecen la penetración del sellador, aunque su eficacia varía según la región del conducto radicular. El EDTA tiende a generar una penetración más uniforme y controlada en los tercios coronal y medio, mientras que el CA parece ejercer una acción más intensa en el tercio apical, probablemente debido a su mayor capacidad desmineralizante (20).

DISCUSIÓN

Remoción de barrillo dentinario

Existen evidencias claras de que el uso de EDTA al 17% en asociación con NaOCL al 2.5% durante 1 minuto permite eliminar significativamente el barrillo dentinario (21). Qian et al. (22), observaron que la erosión de la dentina peritubular e intertubular ocurre cuando se emplea EDTA como irrigante inicial durante 1 minuto, seguido de NaOCL al 5,25%. Por otro lado, Mello et al. (23), reportaron un mayor desprendimiento de la capa de barrillo dentinario tras la irrigación de NaOCL durante 3 minutos, señalando que el tiempo de exposición en su estudio no provocó cambios estructurales significativos en la dentina. Los estudios analizados coinciden en que tanto EDTA como CA son capaces de remover la capa de barrillo dentinario; sin embargo, la eficacia relativa varía según la región del conducto, con menor impacto en el tercio apical respecto al coronario, posiblemente debido a la menor cantidad de túbulos, diámetro y renovación de fluidos en dicha región (11,24). Drukteinis et al. (13), demostraron que el EDTA genera mayor exposición de túbulos, erosión y fibrillas colágenas expuestas, mientras que CA al 10% no produce cambios estructurales evidentes y mantiene contornos más regulares. Además, Fortea et al. (11) y Gómez-Delgado et al. (12), encontraron que la remoción del barrillo mejora la adaptación del material de obturación, pero en muchos casos no hallaron diferencias significativas entre EDTA y CA cuando se emplean en concentraciones y tiempos clínicamente habituales.

Rugosidad de la dentina radicular

Los agentes quelantes pueden modificar las propiedades físicas y químicas de la dentina radicular, lo que conlleva un incremento potencial de la rugosidad superficial (25). El CA, es un ácido orgánico débil, con un pH más bajo que el EDTA, produce una desmineralización más profunda, una mayor pérdida de calcio y una superficie dentinaria más irregular (26). Los estudios revisados muestran resultados variables respecto al efecto comparativo entre ambos agentes. Atalay et al. (14), observaron

que ambos agentes incrementan la rugosidad dentinaria, aunque el CA produjo valores de rugosidad media aritmética (Ra) más elevados, evidenciando una desmineralización más pronunciada y una superficie con mayor irregularidad. De manera concordante, Muana et al. (15), reportaron que el CA, debido a su pH más bajo, genera una textura más rugosa y una mayor exposición tubular que el EDTA, particularmente en el tercio apical. De igual forma, Gómez-Delgado et al. (12), indicaron que el CA provoca una mayor disminución en los niveles de calcio de la dentina, lo que sugiere un proceso de desmineralización más agresivo y una posible alteración de la superficie. En contraste, el EDTA mostró un efecto menos intenso, preservando mejor la estructura mineral dentinario. Sin embargo, algunos resultados se mantienen controversiales, ya que Dotto et al. (16), informaron que el EDTA fue universalmente perjudicial para las propiedades mecánicas de la dentina, lo que podría asociarse con una pérdida de resistencia y un deterioro estructural más significativo que el provocado por el CA. En conjunto, varios estudios coinciden en que el ácido cítrico tiende a generar superficies más irregulares que el EDTA, lo que podría favorecer la retención micromecánica de los selladores. No obstante, esta mayor rugosidad también podría comprometer la integridad de la dentina si la desmineralización es excesiva. Por tanto, el equilibrio entre la eficacia de limpieza y la preservación de la estructura dentinaria depende tanto de la concentración como del tiempo de aplicación del agente quelante empleado.

Microdureza de la dentina

Los agentes quelantes eliminan los iones de calcio del tejido mineral, alterando la microdureza de la dentina y favoreciendo la eliminación de la capa de barrillo dentinario. Este proceso facilita la penetración de soluciones irrigadoras y selladores en los túbulos dentinarios. Sin embargo, estos cambios pueden inducir erosión dentinaria, aumentando el riesgo de fractura dental (27). Algunos estudios han reportado que el CA produce una mayor disminución de la microdureza dentinaria y una mayor erosión, en comparación con otros agentes desmineralizantes. No obstante, estos efectos fueron observados principalmente cuando el CA fue aplicado antes del NaOCl (28). La dentina posee una red de colágeno recubierta por una capa externa inorgánica; la acción de los agentes desmineralizantes puede exponer esta red interna, la cual es vulnerable a la degradación por parte del NaOCl, exacerbando la erosión dentinaria (29). Bossaid et al. (30), también observaron que la mayor reducción en el contenido mineral y en los valores de microdureza con el uso del 10% de CA probablemente se deba a su alta afinidad por los iones calcio en comparación con el EDTA. De manera

similar Muana et al. (15) y Agarwal et al. (17), reportaron una disminución significativa en la microdureza de la dentina (VHN) para ambos agentes, siendo más pronunciada con AC que con EDTA. En concordancia, Gómez-Delgado et al. (12), indicaron que el CA genera una desmineralización más extensa del componente inorgánico de la dentina, lo que explicaría la mayor reducción de microdureza observada. Por otro lado, Dotto et al. (16), reportó heterogeneidad y sugirió que exposiciones cortas de EDTA (máximo ~2 min) reducen el impacto negativo sobre la microdureza. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar no solo el tipo de agente quelante utilizado, sino también su concentración, tiempo de exposición y secuencia de aplicación durante la irrigación endodóntica.

Microfiltración apical

Un sellado apical óptimo es fundamental para el éxito del tratamiento endodóntico, ya que previene la migración de bacterias y subproductos hacia el ápice radicular (31). Kustarci et al. (31), observaron que las soluciones de EDTA y CA mostraron resultados comparables y eficaces en el sellado apical. De manera similar, Gokturk et al. (32), reportaron que el CA y el gel de EDTA mostraron resultados similares, aunque el CA evidenció una ligera superioridad frente a la solución de EDTA, probablemente atribuida a su acción semejante en la eliminación del barrillo dentinario. Gómez-Delgado et al. (12), evaluaron la influencia del uso de EDTA y CA sobre la microfiltración apical, observando que ambos agentes lograron una adecuada adaptación del sellador a las paredes dentinarias, sin diferencias estadísticamente significativas entre ellos. La microfiltración apical depende directamente de la calidad de limpieza y del acondicionamiento dentinario, factores que influyen en la penetración del sellador dentro de los túbulos y en la adhesión del material obturador. Así, aunque el estudio de Gómez-Delgado et al. (12), no encontró diferencias significativas, la literatura indica que un exceso de desmineralización puede generar irregularidades y debilitar la unión del sellador, mientras que una dentina más homogénea, libre de barrillo, favorece el sellado apical y reduce la filtración. Por tanto, los hallazgos del estudio respaldan la idea de que tanto el EDTA como el CA, en concentraciones y tiempos controlados, pueden mantener un equilibrio adecuado entre limpieza y preservación de la integridad dentinaria, lo que repercute en una microfiltración apical mínima y un sellado clínicamente aceptable.

Efectos Antimicrobianos

La reducción o eliminación de microorganismos en el sistema de conductos radiculares es decisiva para el éxito del tratamiento endodóntico. Aunque la evidencia disponible es heterogénea, coincide

en que los agentes quelantes por sí solos no actúan como desinfectantes primarios; su función principal es facilitar el acceso de los irrigantes y potenciar la acción de soluciones como el NaOCl. Las propiedades antimicrobianas del NaOCl y su capacidad para disolver la materia orgánica han sido ampliamente demostradas (33). Sin embargo, el uso alternado de soluciones descalcificantes, como el CA, se ha propuesto como una estrategia complementaria para optimizar la desinfección del sistema de conductos (34). Dornelles et al. (35) y Nakamura et al. (36) emplearon metodologías experimentales similares, aunque con resultados opuestos. Dornelles et al. (35), observaron que la combinación de NaOCl y CA mostró una actividad antibacteriana inferior en comparación con el uso exclusivo de NaOCl. En contraste, Nakamura et al. (36), reportaron una reducción significativamente mayor de microorganismos viables al utilizar alternadamente NaOCl al 1% y ácido cítrico al 15%. De forma complementaria, Gómez-Delgado et al. (12) también hallaron resultados contradictorios respecto al uso de CA por sí solo frente a *E. faecalis*; sin embargo, la combinación NaOCl 1% + CA 15% produjo una reducción bacteriana más marcada que NaOCl 1% solo. Además, la asociación de NaOCl y CA con activación mediante XP-Endo Finisher, obtuvo la mayor reducción bacteriana. Por otro lado, Fortea et al. (11) demostraron que el EDTA 17% eliminó aproximadamente el 44% de bacterias cuando se utilizó de forma aislada, mientras la secuencia EDTA → NaOCl 2.5% incrementó la eliminación bacteriana a valores entre el 70% y el 100%. En conjunto, estos hallazgos respaldan que la eficacia antimicrobiana depende no solo del tipo de irrigante, sino también de la secuencia y la activación empleada, destacando el papel sinérgico de los quelantes en la optimización de la desinfección endodóntica.

Citotoxicidad de los agentes quelantes

El EDTA ha demostrado una mayor citotoxicidad y respuesta inflamatoria más intensa en comparación con el ácido maleico al 7% y el CA al 10% (37). Fortea et al. (11) reportaron que la solución de EDTA 17% presentó un efecto citotóxico más marcado que el CA. Aunque los mecanismos celulares específicos no siempre han sido detallados, estos hallazgos sugieren la necesidad de precaución frente a la posible extrusión del irrigante o su contacto directo con los tejidos periapicales, dado el potencial inflamatorio que podría desencadenarse.

Penetración del sellador en los túbulos dentinarios

Independientemente del agente quelante utilizado, la mayor penetración del sellador se produjo en el tercio coronal, disminuyendo consecutivamente hasta el tercio apical (38). La mejor eliminación del barrillo

dentinario en los tercios coronales, en comparación con los tercios apicales, se debe a la mayor cantidad de túbulos dentinarios en la porción coronal; además, el diámetro de los túbulos coronarios es mayor que el de los apicales (39). Los cinco estudios sobre penetración mostraron tendencias mixtas pero coherentes con los ítems anteriores: Tasan et al. (18), observó que EDTA produjo mayor fuerza de adhesión en los tres tercios (valores MPa superiores a CA en coronal, medio y apical). Fortea et al. (11), y Gómez-Delgado et al. (12), nos refiere que la eliminación de la capa de barrillo favorece una penetración mayor en tercio coronal y medio; en general no hallaron diferencias significativas entre EDTA y CA. Shekar et al. (19) y De Souza et al. (20), indicaron que los resultados dependen del tercio radicular evaluado. El CA mostró mayor penetración en apical en algunos estudios (De Souza: % penetración y % máxima profundidad más altos con CA en apical), mientras que EDTA fue superior en medio/coronal. El CA puede favorecer una mayor penetración a nivel apical mientras que EDTA promueve una superficie más homogénea que favorece la adhesión mecánica en tercios coronales y medios.

CONCLUSIÓN

Los estudios *in vitro* analizados sugieren que tanto el EDTA como el CA actúan como agentes quelantes eficaces para la eliminación del barrillo dentinario. En general, se observa que el CA presenta una mayor capacidad de desmineralización en tercio apical, mientras que el EDTA demuestra una desmineralización efectiva en los tercios coronal y medio, favoreciendo además la preservación estructural de la dentina. No obstante, las diferencias en las metodologías, concentraciones, tiempo de aplicación y técnicas de evaluación entre los estudios incluidos constituyen fuentes de sesgo que limitan la comparación directa y la extrapolación de los resultados. Por tratarse de evidencia derivada exclusivamente de estudios *in vitro*, las inferencias hacia la práctica clínica deben considerarse con cautela. Futuras investigaciones *in vivo* y ensayos clínicos aleatorizados serán necesarios para validar la relevancia clínica de estos hallazgos y establecer protocolos más estandarizados para el acondicionamiento dentinario.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cobankara FK, Erdogan H, Hamurcu M. Effects of chelating agents on the mineral content of root canal dentin. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 2011;112(6):e149-54.
2. Morago A, Ordinola-Zapata R, Ferrer-Luque CM, Baca P, Ruiz-Linares M, Arias-Moliz MT. Influence of smear layer

- on the antimicrobial activity of a sodium hypochlorite/etidronic acid irrigating solution in infected dentin. *J Endod*. 2016;42(11):1647-50.
3. Zancan RF, Hadis M, Burgess D, Zhang ZJ, Di Maio A, Tomson P, et al. A matched irrigation and obturation strategy for root canal therapy. *Sci Rep*. 2021;11(1):1-13.
 4. Basrani B, Haapasalo M. Update on endodontic irrigating solutions. *Endod Topics*. 2012;27:74-102.
 5. Haznedaroğlu F. Efficacy of various concentrations of citric acid at different pH values for smear layer removal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2003;96(3):340-4.
 6. Violich DR, Chandler NP. The smear layer in endodontics – a review. *Int Endod J*. 2010;43(1): 2-15.
 7. Shahravan A, Haghdoust A-A, Adla, Rahimi H, Shadifar F. Effect of smear layer on sealing ability of canal obturation: a systematic review and meta-analysis. *J Endod*. 2007;33(2):96-105.
 8. KaraTuncer A, Tuncer S. Effect of different final irrigation solutions on dentinal tubule penetration depth and percentage of root canal sealer. *J Endod*. 2012;38(6):860-3.
 9. Cruz-Filho AM, Sousa-Neto MD, Savioli RN, Silva RG, Vansan LP, Pécora JD. Effect of chelating solutions on the microhardness of root canal lumen dentin. *J Endod*. 2011;37(3):358-62.
 10. Jardine AP, Rosa RAD, Santini MF et al. The effect of final irrigation on the penetrability of an epoxy resin-based sealer into dentinal tubules: a confocal microscopy study. *Clin Oral Investig*. 2016;20(1):117-23.
 11. Fortea L, Sanz-serrano D, Luz L batista, Bardini G, Mercade M. Update on chelating agents in endodontic treatment: A systematic review. *J Clin Exp Dent* 2024;16(4):e516-e538.
 12. Gómez-Delgado M, Camps-Font O, Luz L, Sanz D, Mercade M. Update on citric acid use in endodontic treatment: a systematic review. *Odontology*. 2023;111(1):1-19.
 13. Drukteinis S, Bilvinaite G, Sakirzanovas S. The impact of citric acid solution on hydraulic calcium silicate-based sealers and root dentin: a preliminary assessment. *Materials*. 2024;17(6):1351.
 14. Atalay I, Adigüzel M, Kaptan RF. Evaluation of the effects of different chelating agents on root dentin roughness. *Restor Dent Endod*. 2022;47(4):e44.
 15. Muana HL, Nassar M, Dargham A, Hiraishi N, Tagami J. Effect of smear layer removal agents on the microhardness and roughness of radicular dentin. *Saudi Dent J*. 2021;33(7):661-5.
 16. Dotto L, Onofre RS, Kalil G, Pereira R. Effect of root canal irrigants on the mechanical properties of endodontically treated teeth: a scoping review. *J Endod*. 2020;46(5):596-604.
 17. Agarwal S, Mishra L, Singh NR, Behera R, Kumar M, Nagaraja R, et al. Effect of different irrigating solutions on root canal dentin microhardness – a systematic review with meta-analysis. *J Funct Biomater*. 2024;15(5):132.
 18. Taşan A, Özlek E. Effects of ethylenediaminetetraacetic acid, citric acid, and etidronic acid on root dentin mineral content and bond strength of a bioceramic-based sealer: a scanning electron microscopy-energy dispersive spectroscopy study. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2024;18(1):37-43.
 19. Shekhar S, Mallya PL, Shenoy R. To evaluate and compare the effect of 17% EDTA, 10% citric acid, and 7% maleic acid on the dentinal tubule penetration depth of bioceramic root canal sealer using confocal laser scanning microscopy: an in vitro study F1000Res. 2022;11:1561.
 20. De Souza Matos F, Rosatto CMP, Cunha TC, Vidigal MTC, Blumenberg C, Paranhos LR, Moura CCG. Influence of chelating solutions on tubular dentin sealer penetration: a systematic review with network meta-analysis. *Aust Endod J*. 2021;47(3):715-730.
 21. Ballal NV, Jain I, Tay FR. Evaluation of the smear layer removal and decalcification effect of QMix, maleic acid and EDTA on root canal dentine. *J Dent*. 2016;51:62-8.
 22. Qian W, Shen Y, Haapasalo M. Quantitative analysis of the effect of irrigant solution sequences on dentin erosion. *J Endod*. 2011;37(10):1437-41.
 23. Mello I, Kammerer BA, Yoshimoto D, Macedo MCS, Antoniazzi JH. Influence of final rinse technique on ability of ethylenediamine-tetraacetic acid of removing smear layer. *J Endod*. 2010;36(3):512-4.
 24. Wu L, Mu Y, Deng X, Zhang S, Zhou D. Comparison of the effect of four decalcifying agents combined with 60°C 3% sodium hypochlorite on smear layer removal. *J Endod*. 2012;38(3):381-4.
 25. Hu X, Ling J, Gao Y. Effects of irrigation solutions on dentin wettability and roughness. *J. Endod*. 2010;36(6):1064-7.
 26. Prado M, Gusman H, Gomes BP, Simão RA. Scanning electron microscopic investigation of the effectiveness of phosphoric acid in smear layer removal when compared with EDTA and citric acid. *J Endod*. 2011;37(2):255-8.
 27. Baldasso FER, Roletto L, da Silva VD, Morgental RD, Kopper PMP. Effect of final irrigation protocols on microhardness reduction and erosion of root canal dentin. *Braz Oral Res*. 2017;31: e40.
 28. Baldasso FER, Cardoso LR, da Silva VD, Morgental RD, Kopper PMP. Evaluation of the effect of four final irrigation protocols on root canal dentin components by polarized light microscopy and scanning electron microscopy. *Microsc Res Tech*. 2017;80(12):1337-43.
 29. Wilkoński W, Jamróz-Wilkońska L, Zapotoczny S, Opiła J, Grandino L. Real-time co-site optical microscopy study on the morphological changes of the dentine's surface after citric acid and sodium hypochlorite: a single-tooth model. *BMC Oral Health*. 2021;21(1):454.
 30. Bosaid F, Aksel H, Makowka S, Azim AA. Surface and structural changes in root dentine by various chelating solutions used in regenerative endodontics. *Int Endod J*. 2020;53(10):1438-45.
 31. Kuşarci A, Arslan D, Kaya B. Effects of three different irrigating solutions and KTP laser irradiation on apical leakage: an electrochemical study. *Acta Odontol Scand*. 2012;70(5):37783.
 32. Gokturk H, Ozkocak I, Aydin U, Serefli ED. Effect of different chelating agents and their surface tension on the amount of apically extruded debris. *J Dent Sci*. 2021;16(1):195-200.
 33. Prada I, Micó-Muñoz P, Giner-Lluesma T, Micó-Martínez P, Muwaquet-Rodríguez S, Alberio-Monteagudo A. Update of the therapeutic planning of irrigation and intracanal medication in root canal treatment. A literature review. *J Clin Exp Dent*. 2019;11(2):e185-93.
 34. Arias-Moliz MT, Ferrer-Luque CM, Espigares-Rodríguez E, Liébana-Ureña J, Espigares-García M. Bactericidal activity of phosphoric acid, citric acid, and EDTA solutions against *Enterococcus faecalis*. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod*. 2008;106(2):e84-89.
 35. Dornelles-Morgental R, Guerreiro-Tanomaru JM, de Faria-Júnior NB, Hungaro-Duarte MA, Kuga MC, Tanomaru-Filho M. Anti-bacterial efficacy of endodontic irrigating solutions and their combinations in root canals contaminated with *Enterococcus*

- faecalis. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2011;112(3):396-400.
36. Nakamura VC, Cai S, Candeiro GTM, Ferrari PH, Caldeira CL, Gavini G. Ex vivo evaluation of the effects of several root canal preparation techniques and irrigation regimens on a mixed microbial infection. Int Endod J. 2013;46(3):217-24.
 37. Zaccaro Scelza MF, da Silva Pierro VS, Chagas MA, da Silva LE, Scelza P. Evaluation of inflammatory response of EDTA, EDTA-T, and citric acid in animal model. J Endod. 2010;36(3):515-9.
 38. Machado R, Garcia LdFR, da Silva Neto UX, Cruz Filho AdMd, Silva RG, Vansan LP. Evaluation of 17% EDTA and 10% citric acid in smear layer removal and tubular dentin sealer penetration. Microsc Res Tech. 2018;81(3):275-82.
 39. Neelakantan P, Subbarao C, Subbarao CV, De-Deus G, Zehnder M. The impact of root dentine conditioning on sealing ability and push-out bond strength of an epoxy resin root canal sealer. Int Endod J. 2011;44(6):491-8.

CITAR ESTE ARTÍCULO COMO: Perea-Vasquez J, Zevallos-Quiroz CA. Actualización en quelantes, EDTA versus ácido cítrico: Una revisión de alcance de estudios in vitro. Rev Endod Per. 2025; 2(2): 24-34. doi: 10.67257/106.

CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES:

Escritura del borrador: *Perea-Vasquez J, Zevallos-Quiroz CA*. Escritura, revisión y edición del manuscrito final: *Perea-Vasquez J, Zevallos-Quiroz CA*.

FINANCIAMIENTO: El presente trabajo fue autofinanciado.

FECHA DE RECEPCIÓN: 10 setiembre 2025

FECHA DE ACEPTACIÓN: 14 octubre 2025



© Los autores 2025. Este artículo de acceso abierto se ha distribuido bajo la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).