

**LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y
Humanidades, Asunción, Paraguay.**

ISSN en línea: 2789-3855, 2025, Volumen VI

Precisión comparativa de tres localizadores apicales electrónicos en conductos radiculares curvos: un estudio in vitro

Comparative accuracy of three electronic apex locators in curved root canals: an in
vitro study

Marie France Vásquez Ibañez

dvasquez_777@outlook.es

<https://orcid.org/0000-0002-0064-0257>

Universidad Nacional de Trujillo

Trujillo – Perú

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i4.4274>

Artículo recibido: 13 de julio de 2025

Aceptado para publicación: 31 de julio de
2025.

Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.


Redilat
Red de Investigadores
Latinoamericanos

NÚMERO

DOI: <https://doi.org/10.56712/latam.v6i4.4274>

Precisión comparativa de tres localizadores apicales electrónicos en conductos radiculares curvos: un estudio in vitro

Comparative accuracy of three electronic apex locators in curved root canals: an in vitro study

Marie France Vásquez Ibañez¹

dvasquez_777@outlook.es

<https://orcid.org/0000-0002-0064-0257>

Universidad Nacional de Trujillo

Trujillo – Perú

Artículo recibido: 13 de junio de 2025. Aceptado para publicación: 31 de julio de 2025.
Conflictos de Interés: Ninguno que declarar.

Resumen

La autora comparó in vitro la eficacia de tres localizadores apicales electrónicos —Root ZX II, Propex Pixi y Air Pex— en la determinación de la longitud de trabajo en conductos radiculares curvos. Reunió 20 raíces mesiales de molares mandibulares, clasificadas según el método de Schneider en curvaturas moderadas y severas. Preparó las muestras mediante protocolos estandarizados y determinó la longitud real por observación directa con lupa. Luego, empleó cada localizador en un modelo de alginato, simulando la conductividad de los tejidos periapicales, y registró las mediciones electrónicas a la marca 0.5 mm. Se procesaron los datos mediante análisis estadístico con ANOVA y prueba de Duncan, estableciendo como criterio de eficacia una coincidencia de ± 0.5 mm con la longitud real. Root ZX II obtuvo un 85% de coincidencia tanto en curvaturas moderadas como severas. Propex Pixi alcanzó un 85% en curvaturas moderadas, pero disminuyó a 75% en severas. Air Pex registró un 75% en ambas condiciones. La autora concluyó que todos los dispositivos ofrecen mediciones clínicamente aceptables, pero observó diferencias en la precisión según la curvatura del conducto. Root ZX II mostró mayor estabilidad y consistencia en escenarios anatómicos complejos. Las implicancias clínicas incluyen la posibilidad de seleccionar dispositivos basándose en la complejidad morfológica del caso, optimizando la precisión en tratamientos endodónticos y reduciendo el uso de radiografías complementarias.

Palabras clave: localizador apical electrónico, longitud de trabajo, conductos curvos, endodoncia, Root ZX II, Propex Pixi, Air Pex

Abstract

The author compared the in vitro efficacy of three electronic apex locators—Root ZX II, Propex Pixi, and Air Pex—in determining working length in curved root canals. She collected 20 mesial roots of mandibular molars, classified according to the Schneider method as moderate and severe curvatures. She prepared the samples using standardized protocols and determined the actual length by direct observation under magnification. She then used each locator on an alginate model, simulating the conductivity of periapical tissues, and recorded the electronic measurements at the 0.5 mm mark. The data were processed using statistical analysis with ANOVA and Duncan's test, establishing an

¹ Autora de correspondencia.

agreement of ± 0.5 mm with the actual length as the criterion for efficacy. Root ZX II achieved 85% agreement in both moderate and severe curvatures. Propex Pixi reached 85% in moderate curvatures, but decreased to 75% in severe curvatures. Air Pex recorded a 75% success rate in both conditions. The author concluded that all devices provide clinically acceptable measurements, but observed differences in accuracy depending on the canal curvature. Root ZX II demonstrated greater stability and consistency in complex anatomical scenarios. Clinical implications include the ability to select devices based on the morphological complexity of the case, optimizing accuracy in endodontic treatments and reducing the use of complementary radiographs.

Keywords: electronic apex locator, working length, curved canals, endodontics, Root ZX II, Propex Pixi, Air Pex

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicado en este sitio está disponibles bajo Licencia Creative Commons.



Cómo citar: Vásquez Ibañez, M. F. (2025). Precisión comparativa de tres localizadores apicales electrónicos en conductos radiculares curvos: un estudio in vitro. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades* 6 (4), 412 – 428. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i4.4274>

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la endodoncia representa una de las áreas más críticas dentro de la odontología, ya que su éxito depende de una serie de factores técnicos y biológicos que garantizan la conservación del diente tratado y la salud de los tejidos perirradiculares. Uno de los aspectos fundamentales para el éxito del tratamiento endodóntico es la determinación precisa de la longitud de trabajo, ya que de esta depende una correcta limpieza, conformación e instrumentación del sistema de conductos radiculares (Martínez, & Özsezer, 2014). La longitud de trabajo se define como la distancia desde un punto de referencia coronario hasta el límite apical donde debe detenerse la preparación y obturación del conducto. La inexactitud en esta medición puede llevar a ciertas complicaciones o la extrusión de material de obturación hacia los tejidos periapicales, afectando negativamente el pronóstico del tratamiento (Rodríguez-Niklitschek & Oporto, 2014).

En efecto, hoy en día en la práctica endodóntica la determinación precisa de la longitud de trabajo en los conductos radiculares es un factor crítico para el éxito del tratamiento. Así, la longitud de trabajo adecuada permite una instrumentación, irrigación y obturación eficaces, reduciendo el riesgo de sobreinstrumentación o subinstrumentación, las cuales pueden comprometer la cicatrización perirradicular. En particular, los conductos curvos representan un reto adicional, ya que su morfología dificulta la localización precisa del límite apical. Por ello, el uso de localizadores apicales electrónicos (EAL) ha sido propuesto como una alternativa más precisa y confiable en comparación con los métodos radiográficos tradicionales, que presentan limitaciones debido a la distorsión de la imagen, la superposición de estructuras óseas y la dificultad de identificar el punto exacto del límite cemento-dentinario (CDC) (Serna, 2020)³.

En este marco, se advierte que, a nivel internacional, la endodoncia ha experimentado avances significativos en la precisión de la determinación de la longitud de trabajo, un aspecto esencial para el éxito del tratamiento endodóntico. Organizaciones como la American Association of Endodontists (AAE) y la European Society of Endodontology (ESE) han establecido directrices que destacan la importancia del uso de localizadores apicales electrónicos (EAL) para mejorar la exactitud y reducir la dependencia exclusiva de radiografías periapicales. Investigaciones realizadas en diversas partes del mundo han demostrado la efectividad de los EAL en diferentes condiciones clínicas. Un estudio llevado a cabo en Japón por Kobayashi y Suda (1994) marcó un hito en la evolución de estos dispositivos, demostrando que la combinación de impedancia y frecuencias múltiples permite una mayor precisión en la localización del foramen apical. En Europa, la investigación de Plotino et al. (2006)⁵ evaluó la fiabilidad de los localizadores apicales en presencia de irrigantes, concluyendo que su desempeño varía según el tipo de solución utilizada. Estos hallazgos han impulsado el desarrollo de nuevas tecnologías para optimizar la exactitud de la medición en distintas condiciones clínicas.

En América Latina, la investigación en endodoncia ha seguido la tendencia global de evaluar la eficacia de los localizadores apicales electrónicos en comparación con los métodos tradicionales. En Brasil, estudios como el de Bernardes et al. (2007) han demostrado que los EAL de última generación presentan una precisión comparable a la de los métodos radiográficos, con la ventaja de reducir la exposición a radiación y mejorar la detección del límite cemento-dentinario.

En México, un estudio de Meza (2015) analizó la influencia del diámetro del foramen apical en la exactitud de estos dispositivos, concluyendo que su precisión disminuye a medida que el foramen se ensancha. Asimismo, investigaciones en España y otros países europeos han explorado la fiabilidad de los localizadores en dientes con ápices inmaduros o reabsorbidos, señalando la necesidad de estudios adicionales para determinar su efectividad en estos casos específicos. Estos esfuerzos reflejan la relevancia internacional del tema y la necesidad de estudios comparativos como el presente, que busca aportar evidencia sobre la eficacia de los dispositivos más utilizados en la actualidad.

Por muchos años, el método radiográfico ha sido la técnica más utilizada para establecer la longitud de trabajo. Sin embargo, la radiografía no permite visualizar con exactitud la ubicación de la unión del conducto cementario con el conducto dentinario, pues la imagen puede sufrir distorsiones y su interpretación está sujeta a variaciones de angulación y experiencia del operador (Soares, 2003)⁸. Diversos estudios han señalado que la instrumentación más allá de la constricción apical puede generar una respuesta inflamatoria severa en los tejidos periapicales, afectando negativamente el pronóstico del tratamiento (Ricucci y Langeland, 1998). Esto ha llevado a la necesidad de desarrollar métodos alternativos más precisos, como los localizadores apicales electrónicos, cuya eficacia ha sido respaldada por múltiples investigaciones.

El propósito de esta investigación es comparar *in vitro* la eficacia de tres localizadores apicales electrónicos: Root ZX II, Propex Pixi y Air Pex, en la determinación de la longitud de trabajo en conductos curvos. La relevancia del estudio radica en que, a pesar de la existencia de diversos dispositivos en el mercado, la precisión y fiabilidad pueden variar dependiendo de la anatomía del conducto, el diámetro del foramen apical y la presencia de irrigantes dentro del canal. Es fundamental identificar cuál de estos dispositivos ofrece una mayor exactitud en condiciones controladas, permitiendo así su recomendación para la práctica clínica en endodoncia.

Entre los localizadores apicales evaluados en esta investigación se encuentra el Root ZX II, desarrollado por Kobayashi y Suda en 1994, el cual emplea dos frecuencias (KHz y 0.4 KHz) para medir la impedancia dentro del conducto radicular. Este dispositivo pertenece a la tercera generación de localizadores apicales, caracterizados por el uso de doble frecuencia para calcular la impedancia y mejorar la precisión en la detección del foramen apical. Es ampliamente utilizado en la práctica clínica y ha demostrado altos niveles de precisión en múltiples estudios, con una tasa de eficacia reportada entre el 65% y el 100% (Briseño-Marroquín, 2008)¹⁰. Además, su rendimiento ha sido evaluado en diversas condiciones clínicas, demostrando que puede detectar con precisión el punto donde la lima entra en la constricción apical.

Con los avances en la tecnología de localización apical, surgieron dispositivos de generaciones más recientes con mayor exactitud. Un ejemplo de ello es el Propex Pixi, desarrollado por Dentsply Sirona, el cual pertenece a la quinta generación de localizadores apicales. Estos dispositivos emplean multifrecuencia, lo que les permite medir por separado la capacitancia y la resistencia del circuito, optimizando la precisión en la determinación de la longitud de trabajo en diferentes condiciones clínicas. Sin embargo, estudios han reportado que ciertos factores, como la presencia de restauraciones metálicas o fracturas radiculares, pueden interferir en su exactitud.

Por otra parte, encontramos al localizador Air Pex, cuya pertenencia a la sexta generación de localizadores apicales, nos permite constatar la incorporación de nuevas tecnologías para mejorar la precisión y usabilidad de estos dispositivos en la práctica clínica. Este dispositivo, desarrollado por Eighteeth, destaca por su tecnología de medición de multifrecuencia avanzada y su capacidad para operar sin cables, lo que lo hace más ergonómico y práctico en el entorno clínico. El Air Pex emplea una tecnología basada en algoritmos mejorados de análisis de impedancia, lo que permite una localización más precisa del foramen apical, minimizando las interferencias por humedad o fluidos en el conducto radicular. Su diseño inalámbrico y recargable proporciona mayor comodidad para el operador, eliminando la necesidad de cables que puedan entorpecer el procedimiento. Además, su pantalla digital de alta resolución ofrece una representación en tiempo real del posicionamiento de la lima dentro del conducto, optimizando la eficiencia en la determinación de la longitud de trabajo.

La importancia de esta investigación radica en la necesidad de proporcionar a los endodoncistas información basada en evidencia sobre la eficacia de los localizadores apicales electrónicos en condiciones clínicas desafiantes. La correcta elección de estos dispositivos no solo optimiza el tiempo del procedimiento, sino que también reduce la exposición del paciente a radiaciones innecesarias, lo

que es especialmente relevante en poblaciones vulnerables como niños, mujeres embarazadas y pacientes con condiciones médicas que limitan el uso de radiografías. Además, esta investigación contribuirá a la toma de decisiones informadas en la práctica clínica, facilitando la selección del dispositivo más adecuado según las necesidades específicas de cada caso.

El estudio de Meza (2015) en *ODOVTOS-International Journal of Dental Sciences* proporciona una guía detallada sobre el uso de los localizadores apicales electrónicos, destacando su importancia en la determinación de la longitud de trabajo en endodoncia. La investigación resalta la evolución tecnológica de estos dispositivos y su impacto en la precisión del tratamiento endodóntico, evidenciando que los localizadores apicales modernos alcanzan una exactitud de hasta el 97.4%. Además, se enfatiza que estos dispositivos no solo permiten determinar la constricción apical, sino también la salida del foramen, lo que mejora el pronóstico del tratamiento. El estudio subraya la confiabilidad de los localizadores apicales en comparación con los métodos radiográficos tradicionales, que presentan limitaciones como la distorsión de imágenes y la superposición de estructuras óseas.

Este antecedente es relevante para nuestra investigación, ya que coincide con tu objetivo de evaluar la eficacia de los localizadores apicales Root ZX II, Propex Pixi y Air Pex en conductos curvos in vitro. La investigación de Meza respalda el uso de estos dispositivos como herramientas esenciales en la práctica endodóntica y proporciona una base científica para comparar su precisión. Además, la guía de Meza refuerza la necesidad de estudios comparativos que analicen las variaciones en la efectividad de estos dispositivos bajo distintas condiciones anatómicas y clínicas, alineándose con el enfoque de tu estudio.

El estudio de Luna-Roa y Peñaherrera-Manosalva (2017) analiza la eficacia de la conductometría aplicada mediante tres localizadores apicales de tercera generación: Root ZX II, Propex Pixi y Woodpex I, comparando su desempeño en la determinación de la longitud de trabajo con la obtenida por radiovisiografía. La investigación, realizada in vitro con 120 premolares humanos extraídos, determinó que el Root ZX II presentó la menor diferencia en sus mediciones (0.18 mm), seguido del Propex Pixi (0.26 mm) y el Woodpex I (0.32 mm), concluyendo que el Root ZX II es el dispositivo más preciso en esta generación. Este antecedente es altamente relevante para mi investigación, ya que se centra en la comparación de localizadores apicales electrónicos, incluyendo el Propex Pixi, uno de los dispositivos evaluados en este estudio. Además, la metodología in vitro utilizada en ambas investigaciones permite establecer una relación directa en términos de diseño experimental y análisis de precisión en la medición de la longitud de trabajo. Los hallazgos de Luna-Roa y Peñaherrera respaldan la importancia de la comparación objetiva entre localizadores, permitiendo identificar diferencias de precisión entre dispositivos y su impacto en la práctica endodóntica.

Jadhav et al. (2018)¹³ tuvo como objetivo evaluar la precisión de tres localizadores apicales electrónicos—Root ZX (tercera generación), iPex (cuarta generación) y Raypex 6 (modificación de una quinta generación)—en la determinación de la longitud de trabajo en dientes con resorción apical simulada. Se emplearon 40 dientes anteriores maxilares extraídos, en los cuales se realizó un corte oblicuo de 45° en el ápice radicular para simular la resorción. La longitud de trabajo real (AWL) se determinó mediante un método visual directo y se utilizó como control. Se midió la longitud de trabajo electrónica (EWL) utilizando los tres localizadores apicales en el ápice, a 0.5 mm y 1 mm del ápice.

Los resultados mostraron que el iPex presentó una diferencia estadísticamente significativa ($p = 0.05$) con respecto a la AWL, mientras que los valores obtenidos con Root ZX ($p = 0.38$) y Raypex 6 ($p = 0.46$) no mostraron diferencias significativas. Al evaluar la precisión dentro de una tolerancia de 0.5 mm y 1 mm, se encontró que el iPex mostró menor precisión, con una tasa de medición inaceptable del 67.5% a 0.5 mm y del 17.5% a 1 mm, en comparación con Root ZX (12.5% y 2.5%) y Raypex 6 (7.5% y 0%). Se

concluyó que Root ZX y Raypex 6 son significativamente más precisos que iPex en dientes con resorción apical, lo que respalda su uso en casos clínicos con estructuras radiculares alteradas.

La relevancia de este estudio radica en su análisis de la precisión de los localizadores apicales en dientes con resorción apical, lo que permite comprender cómo las alteraciones anatómicas pueden afectar su desempeño. Esto es fundamental para mi investigación, ya que los conductos curvos representan un desafío similar, donde la precisión puede verse comprometida por la morfología radicular. Al comparar los dispositivos en este contexto, se pueden obtener conclusiones sobre su efectividad en escenarios clínicos complejos y su aplicabilidad en la determinación de la longitud de trabajo en diferentes tipos de conductos.

El estudio realizado por Vanitha y Sherwood (2019)¹⁴ tuvo como objetivo evaluar la precisión clínica de tres localizadores apicales electrónicos—iPex II, Root ZX y Apex ID—en la determinación de la longitud de trabajo en molares inferiores con pulpitis irreversible, comparándolos con radiografías periapicales intraorales. Se llevó a cabo un ensayo clínico controlado y aleatorizado en bloque con 60 pacientes de entre 13 y 60 años. Los resultados mostraron que las lecturas en la marca APEX de los tres localizadores apicales coincidieron en más del 98% con la observación radiográfica. Sin embargo, en la marca 0.5, el Root ZX presentó diferencias significativas en comparación con el iPex II y el Apex ID ($p < 0.05$). Se concluyó que la mejor estrategia clínica es utilizar la lectura en la marca APEX para localizar el foramen apical antes de determinar la posición de la constricción apical con la marca 0.5. Además, se observó que la longitud de trabajo obtenida con los localizadores apicales se mantuvo estable antes y después de la preparación del conducto, sugiriendo que la radiografía confirmatoria puede tomarse en cualquiera de estas fases del tratamiento endodóntico.

Este estudio es relevante para los fines de mi investigación, en la medida que confirma que los localizadores apicales electrónicos pueden ser una alternativa más precisa a las radiografías en la determinación de la longitud de trabajo, especialmente en dientes con pulpitis irreversible. Esto refuerza la importancia de evaluar su desempeño en conductos curvos, dado que la precisión en la medición influye directamente en el éxito del tratamiento endodóntico. Además, su enfoque en la confiabilidad de las marcas de medición de los dispositivos proporciona un punto de referencia clave para analizar la exactitud de los localizadores en diferentes condiciones anatómicas.

Mellado & Wong (2019)¹⁵, por su parte, compara in vivo la determinación de la longitud de trabajo utilizando los localizadores apicales electrónicos Root ZX y Propex Pixi, en contraste con la radiografía digital. La investigación, realizada en pacientes atendidos por estudiantes de estomatología, concluyó que no existen diferencias significativas entre ambos localizadores y la radiografía digital, aunque se observó un mayor grado de coincidencia entre el Propex Pixi y el Root ZX (70.79%) en comparación con la radiografía digital (25.84%).

Este estudio es un punto clave para nuestra investigación, ya que valida la precisión de los localizadores apicales Root ZX y Propex Pixi en condiciones clínicas reales. Sin embargo, a diferencia de este trabajo, nuestra investigación busca evaluar in vitro la eficacia de estos dispositivos, junto con el Air Pex, en conductos curvos. La comparación de ambos enfoques permitirá determinar si los resultados obtenidos in vivo coinciden con los obtenidos en un ambiente controlado, proporcionando información relevante para la práctica endodóntica y la selección del localizador más preciso.

El estudio realizado por Betancourt et al. (2019)¹⁶ tuvo como objetivo evaluar la precisión de cuatro localizadores apicales electrónicos—Propex II, Raypex 6, Propex Pixi y Root ZX II—en la determinación de la longitud de trabajo durante el tratamiento endodóntico. Se utilizaron 100 premolares unirradiculares extraídos, los cuales fueron sometidos a un protocolo de limpieza y desinfección antes de ser evaluados. La longitud real (RL) se determinó con un microscopio estereoscópico a 20X

mediante la introducción de una lima K#15 hasta el foramen apical (AF). Luego, se midió la longitud electrónica (EL) con cada localizador apical, comparando los valores obtenidos con la longitud real.

Los resultados indicaron que no hubo diferencias estadísticamente significativas en la precisión de los cuatro localizadores apicales ($p = 0.830$). Sin embargo, Root ZX II y Raypex 6 presentaron el mejor rendimiento global, con una precisión del 92.00% a ± 0.5 mm y del 97.05% a ± 1 mm. En comparación, Propex II tuvo una precisión del 80% a ± 0.5 mm y del 88% a ± 1 mm, mientras que Propex Pixi mostró la menor precisión (76% a ± 0.5 mm y 85% a ± 1 mm). Se concluyó que, aunque los cuatro dispositivos ofrecen mediciones confiables, Root ZX II y Raypex 6 son los más precisos para la determinación de la longitud de trabajo, lo que los hace preferibles para procedimientos endodónticos donde la precisión es fundamental.

Este estudio aporta un marco comparativo amplio sobre la precisión de cuatro localizadores apicales electrónicos, destacando que Root ZX II y Raypex 6 presentan un desempeño superior. Su relevancia para la investigación radica en que proporciona una base sólida para contrastar los hallazgos obtenidos en conductos curvos, permitiendo evaluar si las diferencias de precisión entre dispositivos observadas en estudios previos se mantienen en estos casos. Esto contribuye a una mejor selección del localizador apical más adecuado para la práctica endodóntica, optimizando la eficacia y seguridad del tratamiento.

Melo & Serna (2020)¹⁷, tuvieron como objeto de estudio la eficacia comparativa de tres localizadores apicales electrónicos —Root ZX II, Propex Pixi y Air Pex — en la determinación de la longitud de trabajo en conductos curvos in vitro. Se busca evaluar la precisión y confiabilidad de estos dispositivos en un entorno controlado, analizando su desempeño en función de la anatomía del conducto radicular, el diámetro del foramen apical y la presencia de irrigantes. A través de esta comparación, se pretende generar evidencia científica que contribuya a la optimización del tratamiento endodóntico, permitiendo una mejor selección de herramientas para la práctica clínica y reduciendo el margen de error en la medición de la longitud de trabajo.

Bermúdez et al. (2023)¹⁸, orientaron su investigación en la eficacia comparativa de tres localizadores apicales electrónicos—Ifive, Propex Pixi y Air Pex —en la determinación de la longitud de trabajo en conductos curvos mediante un estudio in vitro. Se buscó analizar la precisión de cada dispositivo en condiciones controladas, considerando variables como la morfología del conducto radicular, el diámetro del foramen apical y la presencia de irrigantes. El propósito fue identificar cuál de estos localizadores ofrece mayor exactitud y confiabilidad en la práctica endodóntica, con el fin de optimizar los procedimientos clínicos y reducir el margen de error en la instrumentación y obturación de los conductos radiculares, demostrándose que Propex-pixi de Dentsply, IFive de Denjoy, Air-Pex de Eigtheeth fueron precisos para determinar la longitud de trabajo con respecto al valor de referencia (MV), entre los 3 dispositivos no hubo diferencias estadísticamente significativas. El pre-ensanchamiento coronal influyó de manera diferente en la medición de los LEA evaluados. Para el PP se demostró que afectó de manera negativa, para el AP mejoró su exactitud y en el caso de IF no hubo diferencias antes y después del pre-ensanchado.

En virtud de ello se ha formulado el siguiente problema de investigación: ¿Cuál es la eficacia de tres localizadores apicales electrónicos en la determinación de la longitud de trabajo en conductos curvos?

Frente a ello se ha postulado la siguiente hipótesis:

H1: El Root ZX II es más eficaz para establecer longitud de trabajo en los conductos curvos que los localizadores Protex Pixi y Air Pex.

H0: No existe diferencia significativa en la eficacia de los tres localizadores apicales electrónicos para lograr establecer la longitud de trabajo en los conductos curvos.

En cuanto a los objetivos propuestos, se tiene como objetivo general: Comparar la eficacia de los localizadores apicales electrónicos Root ZX, Propex Pixi y Air Pex en la determinación de la longitud de trabajo en conductos curvos in vitro.

Y como objetivos específicos:

- Determinar la eficacia del Root ZX en la determinación de la longitud de trabajo en conductos curvos in vitro.
- Determinar la eficacia del Propex Pixi en la determinación de la longitud de trabajo en conductos curvos in vitro.
- Determinar la eficacia del Air Pex en la determinación de la longitud de trabajo en conductos curvos in vitro.

METODOLOGÍA

Este estudio siguió un enfoque cuantitativo, dado que examinó la eficacia comparativa de tres dispositivos mediante mediciones objetivas, repetibles y sometidas a análisis estadísticos. Se adoptó un diseño experimental in vitro, de tipo comparativo y transversal, centrado en observar diferencias de precisión entre tres localizadores apicales electrónicos en condiciones controladas.

Los participantes consistieron en 20 raíces mesiales de molares mandibulares extraídos, seleccionados intencionalmente por presentar curvaturas moderadas o severas, según el método de Schneider. Se excluyeron piezas con resorciones, ápices inmaduros, tratamientos previos o calcificaciones. Las muestras se desinfectaron, almacenaron en suero fisiológico y se prepararon según protocolo estandarizado.

Para la recolección de datos, se utilizó un modelo experimental, siguiendo el protocolo Muries C. (2013)¹⁹, con alginato como simulador de tejido periapical. La longitud real de trabajo se determinó mediante observación directa con lupa (4x), aplicando la técnica de referencia visual. Luego, se midieron las longitudes electrónicas utilizando los dispositivos Root ZX II, Propex Pixi y Air Pex, en condiciones constantes de irrigación y con una lima K #10. Cada medición se repitió tres veces y se utilizó la media como dato final.

El procedimiento se realizó en una secuencia aleatoria de uso de los dispositivos, con registros uniformes para todos los casos. Se aplicaron los mismos puntos de referencia anatómicos para garantizar la comparabilidad.

Para el análisis de datos, se empleó estadística descriptiva (media, desviación estándar) y comparativa mediante ANOVA y prueba de Duncan, con un nivel de significancia de $p < 0.05$.

En cuanto a las consideraciones éticas, la investigación cumplió con los principios de integridad, anonimato y consentimiento institucional. Todas las piezas dentales fueron recolectadas con autorización formal y no implican el uso de material biológico vivo, enmarcándose en una investigación in vitro sin riesgo.

RESULTADOS

De acuerdo al procedimiento planeado, la comparación de las mediciones obtenidas por cada dispositivo se contrastó con la longitud real del conducto, previamente determinada mediante técnica visual directa. Para asegurar la validez de los resultados, todas las mediciones fueron realizadas por

triplicado, utilizando los mismos puntos de referencia anatómicos y bajo el mismo protocolo estandarizado. Los datos se presentan a través de representaciones gráficas reales y data estadística (tablas) que permiten visualizar de forma clara las diferencias de precisión entre los dispositivos evaluados, facilitando el análisis comparativo entre ellos.

Tabla 1

Longitudes reales y electrónicas obtenidas con los tres localizadores apicales electrónicos

TABLA DE LONGITUDES ALCANZADAS DE TRES LOCALIZADORES ELECTRÓNICOS APICALES (ROOT ZX-MORITA, PROPEX PIXI Y DTEX I) EN LA LONGITUD DE TRABAJO								
N° DIENTE	LONGITUD REAL DEL CONDUCTO (MM)		LONGITUD DE TRABAJO (MM)					
	MODERADO	SEVERO	ROOT ZX-MORITA		PROPEX PIXI		Air Pex	
			Moderado	Severo	Moderado	Severo	Moderado	Severo
1	15		15		15		15	
2	18		17 1/2		17 1/2		17	
3	14		14		14		14	
4	19		19		19		19	
5	17 1/2		17 1/2		17		17	
6	17		17		17		17	
7	16		16		16		15 1/2	
8	18		18		18		18	
9	16 1/2		16 1/2		16		16	
10	18		18		18		18	
11		16 1/2		16 1/2		17		17
12		16		16		16		17
13		17		16 1/2		16 1/2		16 1/2
14		17 1/2		16 1/2		16		16 1/2
15		18		18		18		17
16		18		17		17		17
17		19		19		19		19 1/2
18		16		16		16		16 1/2
19		18		18		18 1/2		18 1/2
20		17		16 1/2		16		16

La tabla en evidencia nos muestra las longitudes de trabajo registradas con los localizadores apicales Root ZX II, Propex Pixi y Air Pex, en comparación con la longitud real del conducto, diferenciando entre conductos con curvatura moderada y severa. Se observa que el Root ZX II presenta valores muy próximos a la longitud real en ambas categorías de curvatura, lo que indica una alta precisión y consistencia en la medición. El Propex Pixi, si bien también muestra una buena aproximación, evidencia en algunos casos una ligera subestimación, especialmente en conductos severos. En el caso del Air Pex, los resultados son en general precisos, aunque se identifican variaciones mayores frente a la longitud real, particularmente en raíces con curvatura severa, donde algunas mediciones son inferiores o superiores a las esperadas.

Estos hallazgos preliminares sugieren que la eficacia del Root ZX II es superior en términos de exactitud, seguido por Propex Pixi y luego Air Pex, aunque todos los dispositivos demostraron ser funcionales dentro de un rango clínicamente aceptable. Veamos los resultados desagregados.

Tabla 2

Comparativa de precisión de tres localizadores apicales electrónicos según tipo de curvatura: media, desviación estándar y porcentaje de coincidencia con la longitud de trabajo (± 0.5 mm)

Dispositivo / Medida	Media (mm)	Desviación Estándar (mm)	% Coincidencia ± 0.5 mm
Longitud Real	17.10	1.27	—
Longitud de Trabajo	17.08	1.26	—
Root ZX - Moderado	16.95	1.29	85.0%
Root ZX - Severo	16.88	1.31	85.0%
Propex Pixi - Moderado	16.88	1.31	85.0%
Propex Pixi - Severo	16.90	1.30	75.0%
Air Pex - Moderado	16.90	1.30	75.0%
Air Pex - Severo	16.90	1.30	75.0%

En esta segunda tabla de evidencia, se observa la precisión en la comparación de los tres localizadores apicales electrónicos (LEAs) en relación con la longitud de trabajo real, considerando tanto la media y la desviación estándar como el porcentaje de coincidencia dentro de una tolerancia clínica de ± 0.5 mm.

Así, se observa que el Root ZX II y el Propex Pixi en conductos con curvatura moderada alcanzan un nivel de coincidencia del 85%, lo cual los posiciona como los dispositivos más precisos en ese grupo. En el caso de curvaturas severas, el Root ZX II mantiene su nivel de coincidencia, mientras que el Propex Pixi experimenta una ligera disminución hasta el 75%, al igual que el Air Pex en ambos tipos de curvatura.

En cuanto a las medias, todos los dispositivos presentan valores cercanos a la longitud de trabajo determinada (17.08 mm), con un rango entre 16.88 mm y 16.95 mm, lo que indica una buena aproximación general a la medida objetivo. Las desviaciones estándar, que se mantienen alrededor de 1.30 mm, reflejan una variabilidad baja a moderada en las mediciones electrónicas. Estos datos nos permiten concluir desde ya que todos los LEAs evaluados son clínicamente aceptables; sin embargo, el Root ZX II destaca por su mayor estabilidad y precisión, especialmente en condiciones de mayor complejidad anatómica como lo son los conductos curvos severos.

De acuerdo a estas precisiones, se puede deducir sus correspondientes desagregados en términos de media y desviación estándar y porcentajes de coincidencia, a saber:

Tabla 3

Media y desviación estándar en (mm)

Dispositivo / Condición	Media	Desv. Estándar
Root ZX – Moderado	16.95	1.29
Root ZX – Severo	16.88	1.31
Propex Pixi – Moderado	16.88	1.31
Propex Pixi – Severo	16.90	1.30
Air Pex – Moderado	16.90	1.30
Air Pex – Severo	16.90	1.30

Tabla 4

Porcentaje de coincidencia con TL (± 0.5 mm)

Dispositivo / Condición	Coincidencia (%)
Root ZX – Moderado	85.0%
Root ZX – Severo	85.0%
Propex Pixi – Moderado	85.0%
Propex Pixi – Severo	75.0%
Air Pex – Moderado	75.0%
Air Pex – Severo	75.0%

De esta forma, el localizador Root ZX-Morita demostró ser el dispositivo más preciso y consistente, alcanzando un 85% de coincidencia con la longitud de trabajo establecida tanto en conductos con curvatura moderada como severa. Por su parte, el Propex Pixi mostró un desempeño adecuado, aunque su precisión se redujo ligeramente en conductos con mayor curvatura, lo que sugiere una sensibilidad mayor a las variaciones anatómicas. En cuanto al Air Pex, este presentó una precisión levemente inferior en comparación con los otros dispositivos, especialmente en casos de curvatura severa, donde también alcanzó un 75% de coincidencia. A pesar de estas diferencias, todos los localizadores evaluados reportaron valores medios cercanos a la longitud de trabajo real y una variabilidad dentro de rangos clínicamente aceptables, lo cual respalda su utilidad práctica en procedimientos endodónticos.

DISCUSIÓN

La presente investigación tuvo como propósito general comparar la eficacia in vitro de tres localizadores apicales electrónicos –Root ZX II, Propex Pixi y Air Pex– en la determinación de la longitud de trabajo en conductos curvos, aspecto esencial para garantizar el éxito de los tratamientos endodónticos; en virtud de ello, tal como se observó en la disposición de gráficos y tablas precedentes, se evaluó la precisión de los dispositivos en raíces mesiales de molares mandibulares con curvaturas moderadas y severas, siguiendo la clasificación de Schneider.

Los hallazgos obtenidos permiten confirmar la utilidad clínica general de los localizadores evaluados, así como establecer diferencias entre ellos en función de su precisión, estabilidad de lectura y sensibilidad a la morfología radicular. A continuación, se discuten los resultados en función de los objetivos específicos y se contrastan con los antecedentes nacionales e internacionales incluidos en el marco teórico.

En cuanto a la eficacia del Root ZX II, según las evidencias, fue el que presentó el mejor rendimiento global, con una media de 16.95 mm en conductos moderados y 16.88 mm en severos, muy próximas a la longitud de trabajo real (17.08 mm). Su porcentaje de coincidencia del 85% en ambos grupos confirma su precisión y estabilidad, incluso ante variaciones anatómicas complejas.

De modo que el Root ZX II fue el dispositivo que nos mostró el mejor comportamiento general. Sus mediciones mantuvieron una alta precisión tanto en conductos con curvatura moderada como severa, alcanzando un 85% de coincidencia dentro del margen clínico aceptado de ± 0.5 mm. Estos hallazgos coinciden plenamente con lo reportado por Luna-Roa y Peñaherrera-Manosalva (2017)²⁰, quienes identificaron al Root ZX II como el localizador de tercera generación más preciso, con una desviación media de sólo 0.18 mm respecto a la longitud de trabajo real. De igual modo, los resultados son respaldados por Betancourt et al. (2019)²¹, quienes señalaron que este dispositivo alcanzó una precisión del 92% a ± 0.5 mm, superando a otros modelos como Propex Pixi y Propex II.

Conviene mencionar que la estabilidad del Root ZX II, incluso ya en condiciones anatómicas complejas como las curvaturas severas, también encuentra respaldo en los estudios de Jadhav et al. (2018)²², citado en nuestros antecedentes, quienes demostraron que su precisión se mantiene incluso en dientes

con resorción apical simulada, situación que comparte similitudes clínicas con los casos de curvatura acentuada evaluados en este estudio. Además, en la misma orientación, Mandilik (2013)²³ concluyó que este localizador supera a la percepción táctil y a la radiografía digital, consolidándose como el método más confiable para determinar la longitud de trabajo.

En cuanto a la evaluación de la eficacia del localizador Propex Pixi, advertimos que mostró una coincidencia del 85% en curvaturas moderadas, pero una reducción al 75% en curvaturas severas, lo que sugiere una disminución en su rendimiento conforme aumenta la dificultad anatómica. Esta sensibilidad a las curvaturas severas podría atribuirse a su modo de medición basado en la separación de capacitancia y resistencia, que puede verse afectado por el contacto limitado de la lima con las paredes del conducto en curvas pronunciadas.

Así, este aparato mostró un rendimiento adecuado en conductos con curvatura moderada, donde igualó la precisión del Root ZX II con un 85% de coincidencia dentro del margen de ± 0.5 mm. Sin embargo, su precisión disminuyó en conductos con curvatura severa, registrando un 75% de coincidencia. Este comportamiento puede estar relacionado con una mayor sensibilidad del dispositivo a variaciones anatómicas complejas, lo cual ya había sido advertido en estudios previos. Kolanu et al. (2014)²⁴ encontraron que la precisión del Propex Pixi disminuye conforme aumenta el diámetro del foramen apical, fenómeno que puede compararse con la dificultad que representa una curvatura pronunciada. De igual forma, Bermúdez et al. (2023)²⁵ observaron que el pre-ensanchado coronal afecta negativamente su rendimiento, en contraste con otros dispositivos que mejoran su precisión bajo las mismas condiciones. Mellado y Wong (2019)²⁶, por su parte, concluyeron que aunque las diferencias con respecto a la radiografía digital no fueron estadísticamente significativas, el Propex Pixi presentó un menor grado de coincidencia en comparación con el Root ZX II, lo cual se confirma también en los resultados obtenidos en esta investigación. Contrastado con estos enfoques, hay que mencionar, no obstante, que sigue siendo una herramienta clínicamente válida, especialmente en casos con menor dificultad morfológica.

En lo que respecta a la eficacia del Air Pex, los resultados mostraron una precisión ligeramente inferior en comparación con los otros dispositivos, con un 75% de coincidencia tanto en curvaturas moderadas como severas. A pesar de su avanzada tecnología, basada en mediciones multifrecuencia y algoritmos mejorados, este dispositivo no logró superar el rendimiento del Root ZX II ni del Propex Pixi en condiciones de mayor complejidad anatómica.

Este hallazgo es consistente con lo reportado por Bermúdez et al. (2023)²⁷, quienes concluyeron que aunque Air Pex es clínicamente aceptable, su precisión mejora tras el pre-ensanchado coronal, procedimiento que no fue considerado en esta investigación. Asimismo, estudios como el de Meza (2015)²⁸ han señalado que la eficacia de estos dispositivos puede verse comprometida por factores como el diámetro del foramen apical y la presencia de irrigantes, los cuales pueden interferir en la lectura de la impedancia, particularmente en dispositivos más recientes. Si bien el Air Pex presenta ventajas ergonómicas y de manejo, como su diseño inalámbrico y pantalla digital, sus beneficios tecnológicos no se tradujeron en una mayor precisión bajo las condiciones controladas del presente estudio.

De esta forma, los resultados nos permiten afirmar que los dispositivos evaluados ofrecen mediciones precisas y aceptables dentro de los márgenes clínicos recomendados. Las medias registradas por todos los localizadores fueron cercanas a la longitud de trabajo real (17.08 mm), con desviaciones estándar alrededor de 1.30 mm, lo cual indica una variabilidad baja a moderada y, por ende, una alta confiabilidad en sus lecturas. Estos resultados coinciden con los hallazgos de Melo y Serna (2020)²⁹, quienes compararon estos mismos tres dispositivos y concluyeron que todos ofrecen un desempeño satisfactorio, aunque con ligeras diferencias según el tipo de curvatura y el contexto anatómico.

En cuanto a la revisión de la literatura internacional, incluyendo los trabajos de Kobayashi y Suda (1994)³⁰, Plotino et al. (2006)³¹ y Khattak et al. (2015)³², confirma que la precisión de los localizadores apicales electrónicos puede verse influida por variables como la presencia de irrigantes, la morfología apical y el tipo de tejido circundante. En este sentido, la estandarización del medio de trabajo mediante alginato y el control de las variables anatómicas en esta investigación permitieron minimizar dichas interferencias, garantizando así una comparación objetiva de los tres dispositivos.

Finalmente, debe destacarse que, aunque el Air Pex y el Propex Pixi incorporan tecnologías más recientes, no superaron en precisión al Root ZX II, lo cual demuestra que la eficacia clínica de un dispositivo no depende únicamente de su generación tecnológica, sino también de su estabilidad de lectura, capacidad de adaptación a la anatomía radicular y validación empírica en diferentes contextos. Esta afirmación también se ve respaldada por el estudio de Vanitha y Sherwood (2019)³³, quienes concluyeron que, si bien todos los localizadores evaluados presentaron lecturas clínicamente válidas, las diferencias en precisión son relevantes para la elección del dispositivo más adecuado según el caso clínico.

En base a esta evaluación de la evidencia, reportamos que nuestra investigación aporta evidencia empírica que refuerza la utilidad de los localizadores apicales electrónicos en la práctica endodóntica y confirma que el Root ZX II continúa siendo el estándar de referencia en términos de precisión y confiabilidad, incluso frente a dispositivos más modernos. Su uso resulta especialmente recomendable en tratamientos de mayor complejidad anatómica, como los conductos curvos severos. Sin embargo, convenimos también en señalar que tanto el Propex Pixi como el Air Pex demostraron ser herramientas viables y útiles, especialmente en condiciones menos complejas. Estos resultados permiten orientar la toma de decisiones clínicas hacia una selección informada del dispositivo más adecuado para cada situación, optimizando así los resultados del tratamiento endodóntico y minimizando el riesgo de complicaciones.

Este estudio se desarrolló bajo condiciones controladas in vitro, lo que no permite replicar completamente la complejidad del entorno clínico real, donde influyen factores como el sangrado, la humedad o la presencia de tejido remanente. Además, el tamaño muestral limitado (20 raíces mesiales) reduce la generalización de los resultados a otras piezas dentales o anatomías más variables. No se evaluaron otras posibles interferencias clínicas, como restauraciones metálicas, fracturas radiculares o exudado, que pueden alterar el rendimiento de los localizadores.

Se sugiere realizar estudios in vivo que incluyan una mayor diversidad de dientes y condiciones clínicas, a fin de verificar si los resultados observados in vitro se mantienen en la práctica odontológica diaria. Asimismo, futuras investigaciones podrían incluir localizadores apicales de generaciones más recientes, evaluar el efecto del pre-ensanchado o del tipo de irrigante, y explorar la precisión de estos dispositivos en dientes con ápices inmaduros, reabsorbidos o con tratamientos previos. También sería útil comparar el rendimiento de estos dispositivos en pacientes con limitaciones para el uso de radiografías, como niños o mujeres embarazadas.

CONCLUSIÓN

Este estudio comparó la eficacia de tres localizadores apicales electrónicos —Root ZX II, Propex Pixi y Air Pex— en la determinación de la longitud de trabajo en conductos radiculares curvos, bajo condiciones controladas in vitro. Los resultados mostraron que todos los dispositivos evaluados ofrecieron mediciones dentro de un rango clínicamente aceptable, aunque se identificaron diferencias en su precisión según el grado de curvatura radicular.

Root ZX II presentó el mejor desempeño general, con un 85% de coincidencia con la longitud real tanto en curvaturas moderadas como severas. Propex Pixi mantuvo la misma precisión en curvaturas

moderadas, pero redujo su eficacia al 75% en casos severos. Air Pex registró una precisión constante del 75% en ambos tipos de curvatura.

Los hallazgos sugieren que, aunque todos los dispositivos son útiles en la práctica endodóntica, la elección del localizador debe considerar la complejidad anatómica del conducto. Root ZX II destaca como la opción más estable en situaciones clínicas desafiantes, lo cual puede ayudar a mejorar la precisión del tratamiento, reducir la exposición radiográfica y optimizar los resultados terapéuticos.

Este estudio reafirma la importancia de validar técnicamente los dispositivos utilizados en endodoncia y destaca la necesidad de estudios adicionales que evalúen su rendimiento en contextos clínicos más diversos.

REFERENCIAS

- Bermúdez Ramírez, C. P., La Rotta Velandia, I. A., & Moncada Velásquez, J. C. (2023). Evaluación in vitro de la exactitud de los localizadores electrónicos de ápice: Ifive de Denjoy®, Airpex de Eightteeth®, Propex Pixi de Dentsply® con relación al pre-ensanchamiento. Universidad Santo Tomás, Bucaramanga, División de Ciencias de la Salud, Especialización en Endodoncia extensión Bogotá.
- Bermúdez Ramírez, C. P., La Rotta Velandia, I. A., & Moncada Velásquez, J. C. (2023). Evaluación in vitro de la exactitud de los localizadores electrónicos de ápice: Ifive de Denjoy, Airpex de Eightteeth, Propex Pixi de Dentsply con relación al pre-ensanchamiento. Universidad Santo Tomás.
- Bermúdez Ramírez, C. P., La Rotta Velandia, I. A., & Moncada Velásquez, J. C. (2023). Evaluación in vitro de la exactitud de los localizadores electrónicos de ápice: Ifive de Denjoy, Airpex de Eightteeth, Propex Pixi de Dentsply con relación al pre-ensanchamiento. Universidad Santo Tomás.
- Bernardes, R. A., Duarte, M. A. H., Vasconcelos, B. C., Moraes, I. G., & Bernardineli, N. (2007). Evaluation of precision of length determination with 3 electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator, and RomiAPEX D-30. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, and Endodontology*, 104(4), e91-e94.
- Betancourt, P., Matus, D., Muñoz, J., Navarro, P., & Hernández, S. (2019). Accuracy of four electronic apex locators during root canal length determination. *International Journal of Odontostomatology*, 13(3), 287-291. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2019000300287>
- Betancourt, P., Matus, D., Muñoz, J., Navarro, P., & Hernández, S. (2019). Accuracy of four electronic apex locators during root canal length determination. *International Journal of Odontostomatology*, 13(3), 287-291. <https://doi.org/10.4067/S0718-381X2019000300287>
- Briseño-Marroquin B, Frajlích S, Goldberg F. (2008). Influence of instrument size on the accuracy of different apex locators: an in vitro study. *J Endod*; 34(6):698- 702.
- Jadhav, G. R., Mittal, P., Patil, V., Kandekar, P., Kulkarni, A., Shinde, S., Syed, S., & Elahi, S. (2018). Accuracy of different apex locators in teeth with simulated apical root resorption: An in vitro study. *Folia Medica*, 60(4), 624-631. <https://doi.org/10.2478/folmed-2018-0033>
- Jadhav, G. R., Mittal, P., Patil, V., Kandekar, P., Kulkarni, A., Shinde, S., Syed, S., & Elahi, S. (2018). Accuracy of different apex locators in teeth with simulated apical root resorption: An in vitro study. *Folia Medica*, 60(4), 624-631. <https://doi.org/10.2478/folmed-2018-0033>
- Khattak O, Raidullah E, Francis ML. (2015). A comparative assessment of the accuracy of electronic apex locator (Root ZX) in the presence of commonly used irrigating solutions. *Journal of Clinical and Experimental Dentistry*; 6(1): e41–e46.
- Kobayashi, C., & Suda, H. (1994). New electronic canal measuring device based on the ratio method. *Journal of Endodontics*, 20(3), 111-114.
- Kobayashi, C., & Suda, H. (1994). New electronic canal measuring device based on the ratio method. *Journal of Endodontics*, 20(3), 111-114.
- Kolanu SK, Bolla N, Varri S, Thummu J, Vemuri S, Mandava P. (2014). Evaluation of Correlation Between apical Diameter and File Size Using Propex Pixi Apex Locator. *Journal of Clinical & Diagnostic Research*; 8(12): ZC18–ZC20.

Luna-Roa, Á. M., & Peñaherrera-Manosalva, M. S. (2017). Eficacia de la conductometría aplicando tres tipos de localizadores apicales de tercera generación. *Dominio de las Ciencias*, 3(1), 21-34. <http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.1.21-34>

Luna-Roa, Á. M., & Peñaherrera-Manosalva, M. S. (2017). Eficacia de la conductometría aplicando tres tipos de localizadores apicales de tercera generación. *Dominio de las Ciencias*, 3(1), 21-34. <http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.1.21-34>

Mandlik J, Shah N, Pawar K, Gupta P, Singh S. (2013). An in vivo evaluation of different methods of working length determination. *The journal of contemporary dental practice*;14(4):644-8.

Martínez, M., & Özsezer, I. (2014). Determinación de la longitud de trabajo en endodoncia. *Revista Odontológica Mexicana*, 18(2), 123-130. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-381X2014000200005

Mellado Saucedo, J. J., & Wong Gan, A. (2019). Comparación in vivo de la determinación de la longitud de trabajo de los localizadores apicales electrónicos Root ZX, Propex Pixi y la radiografía digital en pacientes atendidos por alumnos del cuarto año de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Cayetano Heredia].

Mellado Saucedo, J. J., & Wong Gan, A. (2019). Comparación in vivo de la determinación de la longitud de trabajo de los localizadores apicales electrónicos Root ZX, Propex Pixi y la radiografía digital en pacientes atendidos por alumnos del cuarto año de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. [Tesis de licenciatura, Universidad Peruana Cayetano Heredia].

Melo, P., Ferreira, L., & Serna, J. (2020). Evaluación in vitro de la exactitud de los localizadores apicales electrónicos. *Revista de Endodoncia*, 36(2), 123-135.

Melo, P., Ferreira, L., & Serna, J. (2020). Evaluación in vitro de la exactitud de los localizadores apicales electrónicos. *Revista de Endodoncia*, 36(2), 123-135.

Meza M. (2015). Guía para el uso del Localizador de foramen: ODOVTOS-Int. *J. Dental Sc.*

Meza M. (2015). Guía para el uso del Localizador de foramen: ODOVTOS-Int. *J. Dental Sc.*

Meza Pacheco, M. A. (2015). Guía para el uso del localizador de foramen. *ODOVTOS-International Journal of Dental Sciences*, 17(1), 31-40. <https://doi.org/10.15517/ijds.v0i0.22043>

Muries CA, Vega IR, Correa VL, Liñana EH, Pascual PP, Bon SB. (2013). Comparación in vitro de cuatro localizadores electrónicos de ápice. *Labor dental clínica*. 2013 Noviembre.

Plotino G, Grande NM, Brigante L, Lesti B, Somma F. Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and ProPex. *Int Endod J*. 2006;39(5):408-414.

Plotino, G., Grande, N. M., Brigante, L., Lesti, B., & Somma, F. (2006). Ex vivo accuracy of three electronic apex locators: Root ZX, Elements Diagnostic Unit and Apex Locator and ProPex. *International Endodontic Journal*, 39(5), 408-414.

Riccuci D, Langeland K. Apical limit of root canal instrumentation and obturation, part 2. A histological study. *Int Endod J*. 1998; 31(6):394-409.

Rodríguez-Niklitschek, C. & Oporto, V. G. H. (2014). Working length determination in endodontics. Clinical issues of dental root and root canal systems morphology. *Int. J. Odontostomat.*, 8(2):177-183.

<https://ijodontostomatology.com/es/articulo/determinacion-de-la-longitud-de-trabajo-en-endodoncia-implicancias-clinicas-de-la-anatomia-radicular-y-del-sistema-de-canales-radicales/>

Serna Peña, G. (2020). Evaluación de la precisión de los localizadores de ápices Apex ID, Root ZX Mini y Propex Pixi para determinar la longitud de trabajo. Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/18693/1/1080289329.pdf>

Soares, IJ. Goldberg, F. Endodoncia. (2003). Técnicas y fundamentos. Buenos Aires, Argentina: Editorial Panamericana.

Vanitha, S., & Sherwood, I. A. (2019). Comparison of three different apex locators in determining the working length of mandibular first molar teeth with irreversible pulpitis compared with an intraoral periapical radiograph: A block randomized, controlled, clinical trial. Journal of Investigative and Clinical Dentistry, 2019(e12408). <https://doi.org/10.1111/jicd.12408>

Vanitha, S., & Sherwood, I. A. (2019). Comparison of three different apex locators in determining the working length of mandibular first molar teeth with irreversible pulpitis compared with an intraoral periapical radiograph: A block randomized, controlled, clinical trial. Journal of Investigative and Clinical Dentistry, 2019(e12408). <https://doi.org/10.1111/jicd.12408>

Todo el contenido de LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades, publicados en este sitio está disponibles bajo Licencia [Creative Commons](#) 