

Estudio preliminar sobre la repetibilidad *in vivo* de tres localizadores apicales electrónicos

Preliminary study about *in vivo* repeatability of three electronic apex locators

Vicente Reinaldo Fretes^{1*} <https://orcid.org/0000-0003-3457-9017>

Andrea Pedrozo¹ <https://orcid.org/0000-0002-2856-0806>

José Gamarra¹ <https://orcid.org/0000-0001-8125-3672>

Patricia María Escobar² <https://orcid.org/0000-0001-9004-9446>

Raúl Enrique Cubilla¹ <https://orcid.org/0000-0002-7118-2361>

Carlos Gabriel Adorno¹ <https://orcid.org/0000-0002-7118-2361>

¹ Universidad Nacional de Asunción. Facultad de Odontología. Paraguay.

² Instituto de Educación Continua en Odontología. Paraguay.

*Autor para la correspondencia: vicentefretes@hotmail.com

RESUMEN

Introducción: La mayoría de los estudios han evaluado y comparado la exactitud de los localizadores apicales electrónicos pero pocos evaluaron la repetibilidad del método de medición; de estos casi todos son *ex vivo*.

Objetivo: Comparar la repetibilidad *in vivo* de tres localizadores apicales electrónicos en dientes antero-superiores permanentes.

Métodos: Se realizó un estudio observacional analítico de corte transversal en 14 pacientes adultos sanos de ambos sexos con indicación de tratamiento de conductos en una pieza dentaria antero-superior. La selección fue por casos consecutivos. Se utilizaron tres localizadores apicales electrónicos (*Root ZX II*, *Canal Pro* y *RomiApex A-15*) para realizar las mediciones de los conductos. Dos operadores independientes realizaron dos mediciones con cada localizador apical electrónico. Los datos se analizaron por medio de la prueba de Bland-Altman para la repetibilidad y la prueba de Friedman para comparar los localizadores apicales.

Resultados: La edad media (desviación estándar) de los pacientes fue 28,79 (\pm 9,12) años; 8 (57,1 %) pacientes fueron del sexo femenino. La media de las diferencias (límites de concordancia) de las mediciones para *Root ZX*, *Canal Pro* y *RomiApex A-15* fueron 0,13 mm (\pm 0,42), 0,12 mm (\pm 0,88), y 0,18 (\pm 0,76) mm, respectivamente.

Conclusiones. El *Root ZX* presentó el mayor grado de repetibilidad, seguido por el *RomiApex*. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los localizadores en cuanto a las diferencias absolutas entre la 1ra y 2da mediciones.

Palabras clave: endodoncia; odontometría; tratamiento del conducto radicular.

ABSTRACT

Introduction: Most studies have evaluated and compared the accuracy of electronic apex locators, but few have addressed the repeatability of the measurement method, and most are *ex vivo*.

Objective: Compare the *in vivo* repeatability of three electronic apex locators in permanent upper front teeth.

Methods: An analytic observational cross-sectional study was conducted of 14 healthy adult patients of both sexes with root canal therapy indicated in an upper front tooth. The consecutive case method was used to select the patients. Three electronic apex locators (*Root ZX II*, *Canal Pro* and *RomiApex A-15*) were used for root canal measurement. Two independent operators performed two measurements with each electronic apex locator. Data were analyzed using the Bland-Altman test to assess repeatability and the Friedman test to compare the apex locators.

Results: Mean age (standard deviation) of the patients was 28.79 (\pm 9.12) years; 8 patients (57.1 %) were female. The mean differences (limits of agreement) of the measurements made by *Root ZX*, *Canal Pro* and *RomiApex A-15* were 0.13 mm (\pm 0.42), 0.12 mm (\pm 0.88) and 0.18 (\pm 0.76) mm, respectively.

Conclusions: *Root ZX* displayed the highest repeatability, followed by *RomiApex*. Statistically significant variations were not found between the locators as to absolute differences between the 1st and 2nd measurement.

Keywords: endodontics; odontometrics; root canal treatment.

Recibido: 16/02/2019.

Aceptado:15/06/19.

INTRODUCCIÓN

La longitud de trabajo (LT) del conducto radicular se define como la distancia entre un punto de referencia coronal de la pieza dentaria y el límite apical de la preparación y obturación. La constricción apical es el límite óptimo y la determinación y el mantenimiento de la LT durante la limpieza y modelado de los conductos es uno de los pasos fundamentales para el tratamiento de conducto exitoso, pues asegura que los procedimientos endodónticos no se extiendan más allá del sistema de conducto radiculares.⁽¹⁾ Sin embargo, estudios previos indicaron que la ubicación de la constricción apical no es constante y puede presentar diferentes configuraciones anatómicas.^(2,3)

La determinación de la LT se realiza tradicionalmente con el auxilio de imágenes radiográficas. Sin embargo, estas imágenes son susceptibles a distorsiones y sobreestimación de la LT. Además, las interpretaciones pueden variar de acuerdo con el observador.⁽⁴⁾ En este sentido los localizadores apicales electrónicos (LAEs) son más convenientes y eficientes para determinar la LT con buena exactitud, incluso durante las diferentes etapas de la preparación del conducto.^(5,6) Además, el uso clínico del LAE reduce la exposición del paciente a la radiación ionizante y mejora la determinación de la LT en comparación con la técnica radiográfica. Clínicamente, cuando se introduce en el conducto una lima conectada a un LAE y se aproxima al foramen apical menor, la resistencia eléctrica entre la lima y el foramen disminuye, porque la distancia efectiva de los materiales resistivos (dentina, tejidos y fluidos) disminuye.⁽⁷⁾ Cabe resaltar que los factores anatómicos pueden afectar la exactitud de los localizadores apicales.⁽⁸⁾

Es importante que un instrumento de medición sea exacto y preciso. Estas dos palabras son sinónimos y coloquialmente pueden usarse de forma indistinta, pero sus significados son distintos en el marco del método científico. La exactitud es la capacidad de un instrumento de acercarse al valor real de la magnitud; la precisión es la capacidad de un instrumento de dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones. Un LAE exacto podrá determinar correctamente el punto donde el conducto termina. Por otra parte, un LAE preciso podrá repetir ese mismo punto en varias mediciones. La repetibilidad y reproducibilidad se relacionan con la precisión. El primero se refiere a mediciones obtenidas bajo condiciones casi idénticas; el segundo se refiere a mediciones obtenidas

cuando hubo algún cambio en las condiciones, por ejemplo, cambio de operador, técnico, instrumento o laboratorio.⁽⁹⁾

La mayoría de los estudios citados previamente han evaluado la exactitud de los LAEs, pero muy pocos evaluaron su precisión. Aun si no existe diferencia estadística entre localizadores, las distancias entre las mediciones podrían variar de un localizador a otro. Para ello es necesario cuantificar y comparar esas mediciones. Hasta la fecha de envío del presente trabajo, no existe un estudio sobre la repetibilidad de los LAEs realizado en pacientes. Por tanto, el objetivo general del presente trabajo fue comparar la repetibilidad *in vivo* de tres localizadores apicales electrónicos.

MÉTODOS

Se realizó un estudio observacional, analítico de corte transversal para evaluar la repetibilidad de tres LAEs diferentes en pacientes adultos sanos de ambos sexos con indicación de tratamiento de conductos (diagnóstico pulpar de pulpitis irreversible o necrosis) en una pieza dentaria anterosuperior (caninos, incisivos central o lateral). La indicación del tratamiento fue confirmada por inspección clínica y radiográfica. Para incluirlos en el estudio, las piezas dentarias a ser tratadas debían contar con suficiente remanente coronario, definido como al menos 2 mm por encima del cuello anatómico, para poder asegurar el aislamiento absoluto. Las piezas dentarias que ya presentaban tratamientos de conductos, enfermedad periodontal y reabsorciones radiculares visibles radiográficamente fueron excluidas del estudio. Utilizando un muestreo no probabilístico por conveniencia, se incluyó en el estudio a 14 sujetos que acudieron en forma consecutiva a la clínica de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Asunción, Paraguay, entre abril y mayo de 2018, y que cumplían con los criterios de selección. La participación era voluntaria. El protocolo de investigación fue aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Asunción (Código: P026-2017).

Descripción del estudio

Una vez comprobados los criterios de selección y firmado el consentimiento informado, se realizó la anamnesis, anestesia, aislamiento absoluto y el acceso coronario. Caries y restos de obturaciones fueron eliminados completamente. Luego de la exploración inicial del conducto se eligió una superficie incisal plana que sirvió de referencia para las mediciones.

Se irrigó el conducto con una solución de hipoclorito de sodio al 2,5 % y se introdujo una lima K #10 o 15 para eliminar tejidos vitales o necróticos de las porciones coronal y media del conducto.

Tres LAEs fueron utilizados: *Root ZX II* (J. Morita MFG Corp, Kyoto, Japón), *Canal Pro* (Coltene-Endo, Cuyahoga Falls, OH, EE UU) y *RomiApex A-15* (Romidan Ltd, Kiryat Ono, Israel). La LT se definió como la porción más apical del conducto en donde se registrase el marcador “0,0” en la pantalla del localizador y fue determinada por medio de la medición electrónica del diente. Para la determinación de la LT con los LAEs se siguieron las instrucciones de los fabricantes. El conducto radicular se irrigó con hipoclorito de sodio dejando un reservorio en la cámara pulpar. Una lima-K (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland) conectada al LAE por medio del *clip* de la lima, se introdujo en el conducto con movimientos de cateterismo. Se cerró el circuito con el *clip* labial metálico colocado en la comisura labial del paciente. La lima fue introducida en sentido apical dentro del conducto hasta que se registró la llegada a la marca que indicaba “0,0” en la pantalla del LAE y se mantuvo estable por 5 s. Se utilizó la lima K de mayor diámetro que ajustaba a la LT. Luego se ajustó el tope de goma con respecto a la referencia incisal y se retiró la lima del conducto.

La medición en milímetros desde la punta de la lima hasta la superficie del tope de silicona más próxima a la punta del instrumento se obtuvo por medio de un calibrador digital de precisión $\pm 0,01$ mm (Sankin; Mitutoyo Co, Kanagawa, Japón). Dos operadores recolectaron los datos, el primero realizó el procedimiento clínico de la medición con los LAEs y el segundo operador realizó la medición con calibrador digital y anotó la medición en la hoja de recolección de datos. Antes de devolver la lima al primer operador, el tope de goma se colocó a la altura del mango de la lima. Las mediciones electrónicas se realizaron en el mismo diente dos veces consecutivas por cada localizador apical, anotándose como medición 1 y medición 2, y se obtuvo en total 6 mediciones por diente. Una vez tomadas las mediciones se procedió a completar el tratamiento de conducto.

Gestión y análisis de datos

La repetibilidad fue evaluada por medio del análisis de Bland-Altman,⁽¹⁰⁾ que consiste en representar gráficamente las diferencias entre dos mediciones frente a su media. Este método cuantifica la diferencia media entre ambas mediciones (bias o sesgo) representado en la figura 1 por la línea punteada. Si la concordancia fuese perfecta todas las diferencias entre ambas mediciones, y por ende la diferencia media, serían cero (línea continua, Fig. 1). Este

método proporciona además unos límites de concordancia (línea discontinua, Fig. 1) a partir del cálculo del intervalo de confianza para la diferencia de dos mediciones. La interpretación de los límites de concordancia es que para un sujeto seleccionado al azar se espera que la diferencia de cada dos mediciones realizadas se encuentre entre esos límites con un 95 % de probabilidad. Cuanto menor sea el rango entre los límites, mayor será la repetibilidad. Un rango alto entre ambos límites de concordancia implicaría una baja repetibilidad del EAL. Se consideró que los límites de concordancia clínicamente aceptables para la diferencia entre mediciones realizadas por el mismo LAE fuese $\pm 0,5$ mm, es decir, una distancia de 1 mm entre los límites.

Los datos se transfirieron a una planilla electrónica. La variable independiente fue el LAE y la independiente fueron las mediciones. Se utilizó la prueba t de Student para determinar si existían diferencias entre cada par de mediciones realizadas por cada LAE. La precisión de cada localizador fue evaluada por medio del análisis de Bland-Altman. Se consideró que los límites de concordancia clínicamente aceptables para la diferencia entre mediciones realizadas por el mismo LAE fuese $\pm 0,5$ mm. Para comparar los localizadores entre sí se consideró el valor absoluto de la diferencia entre la 1ra y 2da mediciones para cada par de mediciones realizadas con los LAE. Se verificó el cumplimiento de normalidad de datos por medio de la prueba de Shapiro Wilk y los datos fueron analizados por medio de la prueba de Friedman. Se utilizó el paquete estadístico R 3.3.1.⁽¹¹⁾ para todos los análisis estadísticos con un nivel de significancia del 5 %.

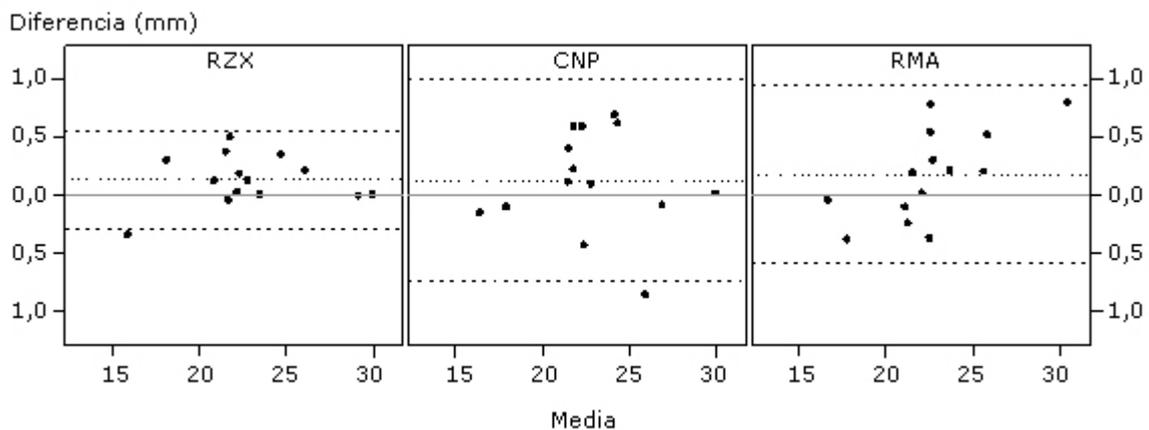
RESULTADOS

La edad media de los pacientes fue 28,79 ($\pm 9,12$) años; 8 (57,1 %) pacientes correspondieron al sexo femenino. Utilizando la prueba t de Student no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre cada par de mediciones realizadas por los LAEs RZX (p= 0,924), CNP (p= 0,922) y RMA (p= 0,888). La media de las diferencias entre ambas mediciones, así como los límites de concordancia superior e inferior con sus respectivos intervalos de confianzas de acuerdo con cada LAE se muestran en la tabla. Se observó que el *Root ZX II* fue el LAE que presentó menor desvío de los límites de concordancia clínicamente aceptables definidos *a priori* (Fig. 1).

Tabla - Media de las diferencias entre ambas mediciones clínicas, límites superior e inferior con sus respectivos intervalos de confianzas de acuerdo con cada localizadores apicales electrónicos

	<i>Root ZX II</i>	<i>Canal Pro</i>	<i>Romi Apex</i>
Media (CI 95%)	0,13 (0,01 – 0,26)	0,12 (-0,13 – 0,39)	0,18 (-0,05 – 0,41)
Límite superior (CI 95%)	0,55 (0,34 – 0,78)	1,00 (0,55 – 1,44)	0,94 (0,56 – 1,34)
Límite inferior (CI 95%)	-0,29 (-0,50 – -0,07)	-0,75 (-1,19 – -0,30)	-0,59 (-0,98 – -0,20)

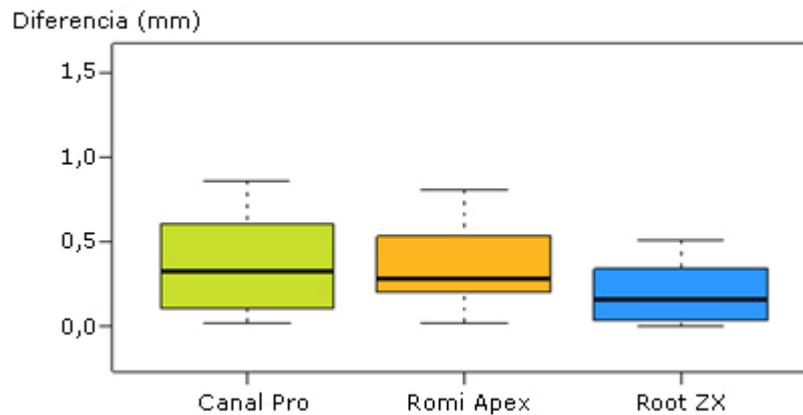
Los valores negativos indican que la 1ra medición fue menor que la 2da medición.



Las diferencias entre la 1ra y 2da mediciones se representan gráficamente frente a la media de ambas mediciones. La línea punteada indica la diferencia media. Las líneas discontinuas, los límites de concordancia superior e inferior.

Fig. 1 - Diagramas de Bland-Altman de las mediciones de los tres localizadores.

Los diagramas de caja y bigotes (Fig. 2) sugirieron que los datos no estaban normalmente distribuidos. Esto fue corroborado por medio de la prueba de Shapiro-Wilk ($p= 0,0052$). La prueba de Friedman no encontró diferencias estadísticamente significativas entre los localizadores ($p= 0,4244$) en cuanto a las diferencias absolutas entre la 1ra y 2da mediciones.



Cada punto indica una observación. Las líneas horizontales gruesas dentro de las cajas indican la mediana. Las cajas están delimitadas por debajo por el cuartil 1 (Q1) y por encima por el cuartil 3 (Q3). Los casos cuyos valores son inferiores a Q1 y superiores a Q3 se encuentran en los bigotes inferior y superior, respectivamente.

Fig. 2 - Diagramas de caja y bigotes de los valores absolutos de las diferencias entre la 1ra y 2da mediciones según el localizador apical electrónico.

DISCUSIÓN

El presente estudio evaluó la repetibilidad de tres LAEs en dientes anteriores superiores de pacientes adultos de ambos sexos. El *Root ZX* es el estándar actual con el que se comparan los nuevos LAEs⁽¹²⁾ y, de acuerdo con los resultados del presente estudio, el de mayor repetibilidad entre los evaluados. El *Canal Pro* y el *Romi Apex A-15* son relativamente nuevos y hay pocos estudios acerca de estos. Una limitación de la metodología utilizada fue que no se pudo determinar la longitud real de los conductos; consecuentemente, la exactitud no fue evaluada. Sin embargo, varios estudios^(5,13) informaron que la exactitud del *Root ZX* y de los LAEs en general es alta. Para la determinación de la LT se utilizó la lima de mayor diámetro que ajustaba pasivamente en el conducto considerando que los LAEs pueden identificar el punto más estrecho del conducto aun en ausencia de la constricción apical, aunque en conductos muy amplios las mediciones hechas por diferentes LAEs pueden discrepar.⁽¹⁴⁾ Se utilizó una misma lima con los tres localizadores en el mismo paciente para realizar las mediciones. Por otra parte, el operador 1 estaba enmascarado a las mediciones

tomadas por el operador 2. La influencia del estado de la pulpa dental sobre las mediciones no fue evaluada en este estudio, pero varios estudios sugieren que no existe influencia.^(4,15) Como fue mencionado anteriormente, la mayoría de los estudios previos evaluaron la exactitud de los LAEs y lo hicieron calculando la media de dos o más mediciones y utilizando ese valor para comparar los LAEs. Ese procedimiento reduce el efecto del error aleatorio sobre las mediciones, pero se pierde información sobre la precisión del instrumento. Los resultados del presente estudio resaltan la importancia de calcular y comparar la precisión (diferencia que existe entre mediciones realizadas por el mismo LAE), sobre todo cuando no se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre los LAEs. Asimismo, el diagrama de Bland-Altman (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**) reveló que los límites de concordancia del 95% del *Root ZX* eran los más estrechos y los que más se acercaron a lo clínicamente relevante, establecido *a priori*. La interpretación de los límites de concordancia es que se espera que la diferencia de cada dos mediciones realizadas se encuentre entre esos límites con un 95 % de probabilidad. Esto significa que según estos resultados se esperaría menor diferencia entre diferentes mediciones, o sea, mayor repetibilidad utilizando el *Root ZX*. Esto es clínicamente relevante porque muchos estudios señalan que no hay diferencias entre los localizadores, pero no informan sobre la precisión de estos. Al respecto, el presente estudio no encontró diferencias entre los localizadores electrónicos en cuanto a los valores absolutos de las diferencias entre la 1ra y 2da mediciones, pero se observó menos dispersión para el *Root ZX* en el diagrama de cajas (**¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**).

Piasecki y otros⁽¹⁶⁾ informaron que no hubo diferencias entre el *Canal Pro* y el *Root ZX*; considerando un error de $\pm 0,5$ mm, ambos pudieron localizar el foramen apical y la constricción apical en conductos de las raíces mesiales de molares inferiores en más del 70 % de los casos, revelando alta exactitud de ambos localizadores. Por otra parte, realizando una medición con cada localizador y comparando esas mediciones entre sí, *Miletic* y otros⁽¹⁾ informaron una alta reproducibilidad de los LAEs en pacientes. Los mismos autores encontraron que la diferencia absoluta media (desviación estándar) entre mediciones entre el *RomiApex* y el *Root ZX* fue 0,73 ($\pm 0,72$) mm. Además, los límites de concordancia fueron $\pm 2,01$ mm según el análisis de Bland-Altman. Comparar los resultados obtenidos en el presente estudio con estudios anteriores es difícil por los diferentes objetivos de estudio y las diferentes metodologías empleadas. En efecto, en estudios previos *ex vivo*, los LAEs presentaron una alta repetibilidad en localizar la constricción apical⁽¹⁷⁾ y en la detección de

perforaciones del conducto.⁽¹⁸⁾ De acuerdo con los resultados del presente estudio, el *Root ZX* fue el LAE más preciso y el *Canal Pro* el menos preciso.

Las marcas “0,5” y “,0” en la pantalla de los localizadores son unos supuestos indicadores de que la punta de la lima se encuentra a nivel de la constricción apical o a nivel del foramen apical, respectivamente. Sin embargo, es recomendable considerar a los números en la pantalla de los LAEs como indicadores arbitrarios de la posición más coronal u apical de la punta de la lima dentro del conducto en lugar de distancias exactas de la punta del instrumento hasta el foramen apical.⁽¹⁹⁾ Varios estudios informaron que la marca “0,5” no indica exactamente la constricción apical sino un punto intermedio entre la constricción apical y el foramen apical, ligeramente coronal a este último.⁽²⁰⁾ Teniendo en cuenta que las limitaciones técnicas de los LAEs no permiten una calibración exacta de un “punto coronal al foramen apical”, *Gulabivala* y *Ng* sugirieron que se utilice la marca “0,0”, o sea, a nivel del foramen apical, para una mayor exactitud de las mediciones.⁽²¹⁾ *Oliveira* y otros, utilizando un modelo *ex vivo*, informaron que los resultados más exactos se obtienen cuando se realizan las mediciones en “0,0”.⁽²²⁾ Sobre la base de los hallazgos de un estudio *ex vivo*, *Jung* y otros sugirieron usar las marcas “0,5” y “0,0” del RZX de forma indistinta pues las diferencias entre las distancias medias entre el foramen apical mayor y la punta de la lima eran clínicamente insignificantes.⁽²³⁾ Los mismos autores informaron una muy alta precisión del LAE, en consonancia con el presente estudio. Teniendo en cuenta que algunos clínicos preconizan determinar la LT a partir de la marca “0,5”, la precisión de las mediciones tomadas en esta marca debe ser explorada en futuros estudios.

Conclusiones

No hubo diferencias entre los localizadores en cuanto a las diferencias absolutas entre la 1ra y 2da mediciones. El *Root ZX* presentó el mayor grado de repetibilidad, seguido por *RomiApex*. Se debe tener precaución al extrapolar los datos de este estudio preliminar, por el tamaño reducido de la muestra.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Miletic V, Beljic-Ivanovic K, Ivanovic V. Clinical reproducibility of three electronic apex locators. *Int Endod J*. 2011;44(8):769-76.
2. Olson DG, Roberts S, Joyce AP, Collins DE, McPherson JC. Unevenness of the apical constriction in human maxillary central incisors. *J Endod*. 2008;34(2):157-9.

3. Marceliano-Alves MF, de Lima CO, Augusto CM, Almeida Barbosa AF, Vieira Bruno AM, Rosa AM, et al. The internal root canal morphology of single-rooted mandibular canines revealed by micro-computed tomography. *J Conserv Dent* 2018;21(6):588-91.
4. Keratiotis G, Kournetas N, Agrafioti A, Kontakiotis EG. A comparative evaluation of two working length determination methods. *Aust Endod J* 2018. Oct 22. doi: 10.1111/aej.12321.
5. Yılmaz F, Kamburoğlu K, Şenel B. Endodontic working length measurement using cone-beam computed tomographic images obtained at different voxel sizes and field of views, periapical radiography, and apex locator: a comparative *ex vivo* study. *J Endod.* 2017;43(1):152-6.
6. Vasconcelos BC, Bastos LM, Oliveira AS, Bernardes RA, Duarte MAH, Vivacqua-Gomes N, et al. Changes in root canal length determined during mechanical preparation stages and their relationship with the accuracy of Root ZX II. *J Endod.* 2016;42(11):1683-6.
7. Nekoofar MH, Ghandi MM, Hayes SJ, Dummer PMH. The fundamental operating principles of electronic root canal length measurement devices. *Int Endod J.* 2006;39(8):595-609.
8. Piasecki L, Carneiro E, da Silva Neto UX, Westphalen VPD, Brandão CG, Gambarini G, et al. The Use of Micro-Computed Tomography to Determine the Accuracy of 2 Electronic Apex Locators and Anatomic Variations Affecting Their Precision. *J Endod.* 2016;42(8):1263-7.
9. Trajković G. Measurement: Accuracy and Precision, Reliability and Validity. In: Kirch W, editor. *Encyclopedia of Public Health*. Springer Holanda; 2008.
10. Cardemil F. Análisis de comparación y aplicaciones del método de Bland-Altman: ¿concordancia o correlación? *Medwave.* 2017;17(01):e6852.
11. R Core Team. *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing; 2016.
12. Aguiar BA, Reinaldo RS, Frota LMA, do Vale MS, de Vasconcelos BC. Root ZX Electronic Foramen Locator: An *Ex Vivo* Study of Its Three Models' Precision and Reproducibility. *Int J Dent.* 2017;2017:5893790
13. Sübay RK, Kara Ö, Sübay MO. Comparison of four electronic root canal length measurement devices. *Acta Odontol Scand.* 2017;75(5):325-31.

14. Orosco FA, da Silva GF, Weckwerth PH, Lopes MTM, Garcia AMR, Duarte MAH, et al. Influence of different sized files on the accuracy of two electronic apex locators. *Aust Endod J.* 2018;44(3):251-4.
15. Ravanshad S, Adl A, Anvar J. Effect of working length measurement by electronic apex locator or radiography on the adequacy of final working length: a randomized clinical trial. *J Endod.* 2010 Nov.;36(11):1753-6.
16. Piasecki L, José Dos Reis P, Jussiani EI, Andrello AC. A micro-computed tomographic evaluation of the accuracy of 3 electronic apex locators in curved canals of mandibular molars. *J Endod.* 2018;44(12):1872-7.
17. D'Assunção FLC, Albuquerque DS, Salazar-Silva JR, Dos Santos VC, Sousa JCN. *Ex vivo* evaluation of the accuracy and coefficient of repeatability of three electronic apex locators using a simple mounting model: a preliminary report. *Int Endod J.* 2010;43(4):269-74.
18. D'Assunção FLC, Sousa JCN, Felinto KCA, de Medeiros TC, Leite DT, de Lucena RB, et al. Accuracy and repeatability of 3 apex locators in locating root canal perforations: an *ex vivo* study. *J Endod.* 2014;40(8):1241-4.
19. Higa RA, Adorno CG, Ebrahim AK, Suda H. Distance from file tip to the major apical foramen in relation to the numeric meter reading on the display of three different electronic apex locators. *Int Endod J.* 2009;42(12):1065-70.
20. Connert T, Judenhofer MS, Hülber-J M, Schell S, Mannheim JG, Pichler BJ, et al. Evaluation of the accuracy of nine electronic apex locators by using Micro-CT. *Int Endod J.* 2018;51(2):223-32.
21. Gulabivala K, Ng YL. *Endodontics* 4ta ed. St. Louis: Mosby; 2014.
22. Oliveira TN, Vivacqua-Gomes N, Bernardes RA, Vivan RR, Duarte MAH, Vasconcelos BC. Determination of the accuracy of 5 electronic apex locators in the function of different employment protocols. *J Endod.* 2017;43(10):1663-7.
23. Jung I-Y, Yoon B-H, Lee S-J, Lee SJ. Comparison of the reliability of «0.5» and «APEX» mark measurements in two frequency-based electronic apex locators. *J Endod.* 2011 Jan.;37(1):49-52.

Conflicto de intereses

Los autores declaramos que la elaboración de este proyecto de investigación no presenta conflicto de intereses.

Financiación

El presente estudio se realizó con fondos procedentes de la Convocatoria 2018 para proyectos de investigación de la Dirección General de Investigación Científica y Tecnológica (DGICT) de la Universidad Nacional de Asunción.