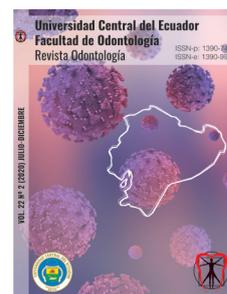


## Precisión de las impresiones digitales intraorales: una revisión de literatura

### Accuracy of intraoral impressions: a literature review

David Gerardo Carrillo Vaca<sup>1</sup>; Jaime Leonardo Astudillo Ortiz<sup>2</sup>



Odontología 23(2) (2021): e3446

Recibido: 20/06/2021 Revisado: 02/07/2021 Publicado: 30/07/2021

#### Resumen

Las impresiones digitales intraorales pueden variar en precisión y veracidad, dependiendo del escáner utilizado. Estos parámetros no han sido estudiados a profundidad. **Objetivo:** Analizar y comparar las características de exactitud (precisión y veracidad) de las impresiones digitales intraorales. **Materiales y métodos:** Se realizó la búsqueda bibliográfica en Pubmed y Cochcrane para identificar estudios relevantes sobre exactitud en impresiones digitales intraorales mediante superposición de imágenes, y modelos patrón para prótesis fija unitaria o arcos cortos, las características de los estudios fueron delimitadas por el sistema PICOS, recomendado por la guía PRISMA. **Resultados:** 3 estudios seleccionados cumplieron con todos los criterios de elegibilidad previamente establecidos. Los escáneres analizados y sus resultados de precisión y veracidad en los 3 estudios fueron: Bluecam: 12.7±2.6 um / 17.5±1.8 um, Omnicam: 12.5±3.7 um / 13.8±1.4 um. Carestream 3500: 0.014 mm / 13±1, Zfx Intrascan: 0.033 mm / 30±10-45, Bluecam: 0.029 mm / 22.5±25-30, Omnicam: 0.031 mm / 30±32.5-27.5, True definition: 0.011 mm / 10±2.5-7.5. E4D dentist: 97.6±109.2 um / 114.2±80.7 um, Fastscan: 26.0±24.4 um / 45.2±29.8 um, iTero: 25.8±22.5 um / 52.1±38.8 um, Trios: 13.0±12.1 / 49.7±36.6 um, Zfx Intrascan: 132.3±124.4 um / 89.4±64.2 um. **Conclusiones:** Los estudios seleccionados encontraron diferentes valores de precisión y veracidad según el tipo de escáner, los de mejor rendimiento fueron: En precisión: Bluecam, Trios, Carestream 3500. Mientras que en veracidad fueron: True Definition, Omnicam, Fastscan.

**Palabras Clave:** Exactitud de los datos, precisión de medición dimensional, veracidad, impresión digital intraoral, escáneres intraorales.

#### Abstract

Intraoral impressions can vary in precision and accuracy, depending on the scanner used. These parameters have not been studied in depth. **Objective:** To analyze and compare the characteristics of accuracy (precision and veracity) of intraoral digital impressions. **Materials and methods:** A bibliographic search was carried out in Pubmed and Cochcrane to identify relevant studies on accuracy in intraoral digital impressions by means of image superposition, and standard models for unitary fixed prostheses or short arches, the characteristics of the studies were delimited by the PICOS system, recommended by the PRISMA guide. **Results:** 3 selected studies met all previously established eligibility criteria. The scanners analyzed and their precision and accuracy results in the 3 studies were: Bluecam: 12.7 ± 2.6 um / 17.5 ± 1.8 um, Omnicam: 12.5 ± 3.7 um / 13.8 ± 1.4 um. Carestream 3500: 0.014mm / 13 ± 1, Zfx Intrascan: 0.033mm / 30 ± 10-45, Bluecam: 0.029mm / 22.5 ± 25-30, Omnicam: 0.031mm / 30 ± 32.5-27.5, True definition: 0.011mm / 10 ± 2.5-7.5. E4D dentist: 97.6 ± 109.2 um / 114.2 ± 80.7 um, Fastscan: 26.0 ± 24.4 um / 45.2 ± 29.8 um, iTero: 25.8 ± 22.5 um / 52.1 ± 38.8 um, Trios: 13.0 ± 12.1 / 49.7 ± 36.6 um, Zfx Intrascan: 132.3 ± 124.4 um / 89.4 ± 64.2 um. **Conclusions:** The selected studies found different values of precision and veracity according to the type of scanner, the ones with the best performance were: In precision: Bluecam, Trios, Carestream 3500. While in veracity they were: True Definition, Omnicam, Fastscan.

**Keywords:** Data Accuracy, Dimensional Measurement Accuracy, Trueness, Intraoral Digital Impression, Intraoral Scanners.

<sup>1</sup> Docente; Odontólogo Especialista en Rehabilitación Oral; Universidad Nacional de Chimborazo, Ecuador.

✉ david.carrillo@unach.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-4613-5264>

<sup>2</sup> Docente; Odontólogo especialista en Rehabilitación Oral. Universidad Estatal de Cuenca, Ecuador.

✉ jaime14astudillo@hotmail.com

 <https://orcid.org/0000-0002-6491-7956>

\*Autor de correspondencia:  
david.carrillo@unach.edu.ec

#### ODONTOLOGÍA

<https://revistadigital.uce.edu.ec/index.php/odontologia/index>

ISSN-e: 1390-9967

ISSN: 1390-7468

Periodicidad: semestral

vol. 23, núm. 2, 2021

fod.revista@uce.edu.ec

DOI: <https://doi.org/10.29166/odontologia.vol23.n2.2021-e3446>



Esta obra está bajo una licencia internacional Creative Commons Atribución-NoComercial

## Introducción

La impresión es un procedimiento que transfiere la situación intraoral del paciente a un modelo de yeso o a un sistema de diseño digital para la fabricación de restauraciones indirectas. La exactitud de los modelos o de las imágenes obtenidas por medio de dichas impresiones, va a influenciar el acoplamiento adecuado y la longevidad de la restauración final<sup>1</sup>.

Las impresiones en odontología pueden ser de tipo convencional utilizando materiales en estado plástico con capacidad de escurrimiento, o también pueden ser impresiones digitales utilizando escáneres intraorales<sup>2,3</sup>.

Las impresiones convencionales pueden verse afectadas por varios factores, entre ellos la presencia de líquido crevicular y sangre en las zonas a impresionar que impiden el escurrimiento adecuado del material, además, una técnica de manipulación incorrecta que puede alterar el resultado final de la impresión, la presencia de cambios dimensionales producto de un tiempo prolongado entre la impresión y el vaciado de esta, entre otros<sup>2,3</sup>.

Por el contrario, las impresiones digitales intraorales no sufren de estas alteraciones debido a que, en primer lugar, precinden de materiales de impresión, evitando aquellos factores negativos propios de la manipulación del material, además ya no sería necesario el envío de la impresión al laboratorio evitando todos los cambios dimensionales que este proceso acarrearía; por otra parte, disminuyen el riesgo de contaminación cruzada ya que no serían necesarios todos los procesos de desinfección que son obligatorios en las impresiones convencionales y finalmente disminuyen los tiempos de trabajo operatorio, permitiendo diseñar las restauraciones definitivas incluso en una sola cita, aumentando así la satisfacción del paciente<sup>4,5</sup>.

La impresión dental debe ser exacta para ser adecuada, criterio que a su vez depende de dos parámetros: veracidad y precisión. La veracidad mide la cantidad de coincidencias de varias impresiones de un modelo patrón. Mientras que la precisión es la cantidad de coincidencias que existe entre las mediciones. Con estos parámetros es posible conocer cuál de las técnicas de impresión, convencionales o digitales, es la más exacta y conseguirá los mejores resultados al momento de copiar las estructuras de la cavidad bucal.

En la actualidad se comercializan varias marcas y tipos de escáneres intraorales, presentando actualizaciones en cuanto su diseño funcional, software, facilidad de manipulación, ergonomía, etc. Sin embargo, no suelen precisarse datos en cuanto a la exactitud de las imágenes obtenidas por medio de dichos sistemas. Es por este motivo que se planteó la realización del presente estudio cuyo principal objetivo fue realizar una revisión sistemática de la literatura científica disponible, sobre la exactitud (precisión y veracidad) de los diferentes escáneres intraorales utilizados para la toma de impresiones digitales.

## Materiales y métodos

Esta revisión sistemática utilizó la guía PRISMA (Preferred Reporting Items of Systematic reviews and Meta-analysis) para asegurar la calidad de la información. Se empleó además el sistema PICOS (Patient, Intervention, Comparison, Outcomes, Study design) como criterio de elegibilidad en la selección de los artículos<sup>22</sup>.

- **Participantes:** modelos patrón (metálicos, ivorina, PMMA, etc) que estén preparados para prótesis fijas unitarias y/o plurales.
- **Intervención:** Escaneo digital intraoral.
- **Comparación:** Diferentes tipos de escáneres intraorales. Ejemplo: Cerec omnicam, bluecam, 3shape, iTero, true definitions, zfx intrascan, PlanScan, Trios, FastScan, E4D dentist, CS 3500. Entre otros.
- **Resultados:** Exactitud (precisión y veracidad).
- **Diseño de los estudios:** Experimentales in vitro.

La búsqueda se realizó en las bases de datos PubMed y Cochcrane en los meses de julio y agosto del 2018.

la estrategia de búsqueda fue la combinación de palabras clave MeSH (Medical Subject Headings) vocabulario controlado por Librería Nacional de Medicina, que se utiliza para la indexación de artículos científicos.

Las palabras clave y las diferentes estrategias de búsqueda utilizadas, se describen a continuación:

- (“Dental Impression Technique”[Mesh]) OR ( “Dental Impression Technique/classification”[Mesh] OR

“Dental Impression Technique/history”[Mesh] OR “Dental Impression Technique/methods”[Mesh] OR “Dental Impression Technique/utilization”[Mesh] ) and in vitro

Resultado 81 artículos tras aplicar los filtros de artículos de los últimos 5 años “abstract”, “full text”.

- (((“Computer-Aided Design”[Mesh]) OR ( “Computer-Aided Design/classification”[Mesh] OR “Computer-Aided Design/history”[Mesh] OR “Computer-Aided Design/instrumentation”[Mesh] OR “Computer-Aided Design/utilization”[Mesh] )) AND ( full text[sb] AND hasabstract[text] ) AND “last 5 years”[P-Dat])) AND intraoral) NOT implants

Resultado 104 artículos tras aplicar los filtros de artículos de los últimos 5 años “abstract”, “full text”.

- (((Computer-Aided Design) AND dental impression technique)) NOT implants

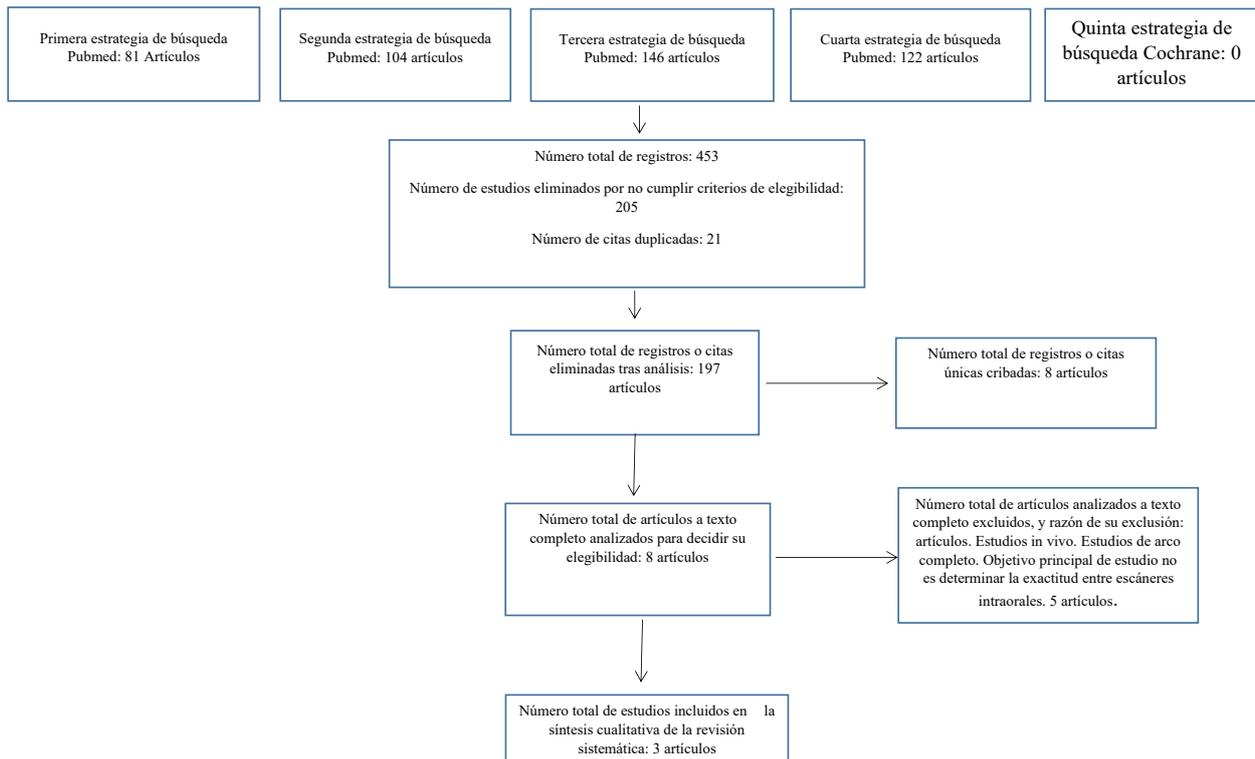
Resultado 146 artículos tras aplicar los filtros de artículos de los últimos 5 años “abstract”, “full text”.

- intraoral digital impressions

Resultado 122 artículos tras aplicar los filtros de artículos de los últimos 5 años “abstract”, “full text”.

- “intraoral digital impressions” con filtro de odontología y salud oral, dando como resultado 7 artículos, ninguno cumplía con los criterios de elegibilidad.

## Resultados



## Cuadro de recolección de datos

Autor (tipo de estudio)	Nombre del estudio	Tipo de modelo patrón	Tipo de Software análisis 3D	Tipo de escáner intraoral	Precisión	Veracidad
Jae-Jun Lee et al. <sup>23</sup>	Accuracy of single-abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners	Pilar de primer molar maxilar de PMMA	Geomagic control	Sirona Bluecam luz azul captación individual de imágenes por triangulación Sirona Omnicam luz blanca captación de video por triangulación Escáner referencial: alta precisión 7 micras SmartSCAN r5 AICON 3D Systems	12,7±2,6(um) Precisión alta 12,5±3,7a,b Precisión alta	17,5±1,8a Veracidad alta 13,8±1,4b Veracidad alta
Jan-Frederik Guth et al. <sup>24</sup>	Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization	Modelo de titanio con un premolar y molar preparado con chamfer representando una fija plural de 4 unidades	Qualify 12 (Version 02.01.2012; Geomagic, Morrisville, NC, US)	CS 3500 Intraoral scanner captación individual de imágenes Zfx Intrascan captación de video con microscopia confocal CEREC AC Bluecam luz azul captación individual de imágenes por triangulación CEREC AC Omnicam luz blanca captación de video por triangulación True Definition luz estructurada, active wave sample y captación de video 3D Escáner control: D-810 (Dental system 2014-1 x 64 (build 2.9.9.5-16.09.2014);3Shape, Copenhagen, Denmark).	13±1 Precisión alta 30±10/45 Precisión baja 22,5±25/30 Precisión media 30±32,5/27,5 Precisión media 10±2,5/7,5 Precisión alta	0,014bA (mm) Veracidad alta 0,033 dD Veracidad media 0,029dBC Veracidad media 0,031dBC Veracidad media 0,011Cc Veracidad alta
Ji-Man Park <sup>25</sup>	Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form	Pantoma con 5 pilares preparados	Programa de ingeniería reversa (Rapidform; INUS Technology INC)	E4D dentist captación individual de imágenes con tomografía de coherencia óptica Fastscan captación individual de imágenes con triangulación activa Itero captación individual de imágenes con microscopia confocal Trios captación de video con microscopia confocal Zfx Intrascan captación de video con microscopia confocal Escáner referencial: 7 series; Dental Wings Inc. con veracidad de 15 micras	97,6±109,2b(um) Precisión baja 26,0±24,4c Precisión alta 25,8±22,5c Precisión alta 13,0±12,1d Precisión alta 132,3±124,4* Precisión baja	114,2±80,7a Veracidad baja 45,2±29,8c Veracidad media 52,1±38,8c Veracidad media 49,7±36,6c Veracidad media 89,4±64,2b Veracidad baja

## Resultados

Los estudios seleccionados analizaron los siguientes escáneres: Sirona Bluecam, Sirona Omnicam, CS 3500, Zfx Intrascan, True Definition, E4D dentist, Fastscan, iTero, y Trios. Dos estudios emplearon la superposición de imágenes mediante el programa “Geomagic”<sup>23,24</sup>, y el tercer estudio utilizó el programa “Rapidform”<sup>25</sup>. Los tres estudios analizaron las desviaciones estándar de los valores en micras obtenidos de dicha superposición. Todos los estudios concluyen que; las diferencias de exactitud, precisión y veracidad, entre los escáneres analizados, no es estadísticamente significativa.

Lee et al.<sup>23</sup> concluye que entre Bluecam y Omnicam no existe diferencia en cuanto a la precisión, 12,7±2,6 micras y 12,5±3,7 micras respectivamente. En tanto que, la veracidad obtuvo un 17,5±1,8 micras y 13,8±1,4 micras; valores que luego se compararon con los resultados de un escáner de modelos, el cual obtuvo 9,2±1,2 micras de precisión y 17,4±1,7 micras de veracidad. En veracidad no hubo diferencia significativa entre bluecam y el escáner de modelos, pero si hubo diferencia entre Omnicam y el escáner de modelos. En cuanto a la precisión, la diferencia entre Bluecam y Omnicam, así como entre Omnicam y el escáner de modelos, no fue estadísticamente significativa, pero si hubo diferencia significativa entre el Bluecam y el escáner de modelos. Por lo que el Omnicam tiene mejor veracidad y precisión en comparación con el escáner de modelos<sup>23</sup>.

Güth et al.<sup>24</sup> comparó los siguientes escáneres CS 3500, Zfx Intrascan, Sirona Bluecam, Sirona Omnicam, y True Definition. EL escáner True Definition mostró tener la mejor veracidad seguido del CS3500. En cuanto a precisión el CS 3500 mostró los mejores valores seguido del True Definition, el Bluecam y Omnicam. Después se posicionaron el grupo de control, y el Zfx Intrascan<sup>23</sup>. Lo cual determina que el True Definition fue mejor en veracidad y el CS 3500 en precisión.

Finalmente, Park et al.<sup>25</sup> observó que las desviaciones estándar promedio de veracidad y precisión del Fastscan, iTero, y Trios estuvieron en el rango de 40 a 60 micras y 10 a 30 micras respectivamente. Mientras que el Zfx Intrascan y E4D dentist estaban en el rango de 80 a 120 micras y 90 a 140 micras respectivamente<sup>25</sup>. Dejando al Fastscan como el más veraz y preciso.

## Discusión

Los escáneres que consiguieron más exactitud (precisión y veracidad) en la superposición de imágenes de las impresiones digitales, fueron: Omnicam con una veracidad de  $13,8 \pm 1,4$   $\mu\text{m}$  y el Bluecam con una precisión  $12,7 \pm 2,6$   $\mu\text{m}$ . En contraposición el escáner Zfx Intrascan fue el que obtuvo los valores de precisión y veracidad más bajos por lo que se considera el menos exacto acorde con Guth y Park. Probablemente la diferencia radica en la tecnología de cada escáner, por ejemplo, el Omnicam, utiliza triangulación activa que fue la más veraz, el bluecam que fue el más preciso utiliza microscopía confocal y luz estructurada, mientras que, el Zfx Intrascan utiliza microscopía confocal y detección con efecto Moiré, es decir, superposición de líneas con tamaños ligeramente diferentes.

Otra diferencia podría ser que, el Omnicam, utiliza captación de imágenes por video, mientras que el Bluecam, lo hace por fotografías; esta puede ser la razón de la diferencia en exactitud entre escáneres.

Los valores de precisión tanto de Bluecam como de Omnicam, en el estudio de Lee, fueron muy similares, en tanto que, Guth demuestra mayor diferencia entre escáneres; esta diferencia puede deberse a que Guth utilizó un modelo patrón de titanio, mientras que, Lee un modelo de PMMA. Los autores Park y Guth coinciden que existe un rango muy amplio en la distribución de la desviación estándar en el escáner ZFX intrascan ( $132,3 \pm 124,4$   $\mu\text{m}$  según Park, y entre 10/45 según Guth), pero la diferencia probablemente sea, como se ha indicado, debido a que Park utiliza dientes pilares de ivorina, mientras que Guth utiliza un modelo de titanio.

En el modelo tridimensional conseguido con los diferentes escáneres, puede haber diferencias en la densidad de los triángulos o teselaciones, que constituyen la topología o reconstrucción de la malla que conforma el modelo tridimensional, sobre el que se realiza el diseño de la prótesis, por ejemplo el CEREC Omnicam tiene 10 mil triángulos, el E4D 35 mil triángulos, el iTero 74 mil triángulos, el 3M Lava 30 mil triángulos comparados con un escáner referencial Atos con 110 mil triángulos y, además, esta topología puede variar según el material a ser escaneado, otro estudio con dientes de ivorina describe la malla de teselación como polígonos con diferentes resoluciones, iTero 42,638, Trios 28,280, Fastscan 20,210, E4Dentist 17,607, y Zfx intrascan 10,432, esto último indica que posiblemente la diferencia de resolución se deba nuevamente al material; Lee, utiliza un pilar de primer molar tallado en material PMMA; Guth utiliza un modelo de titanio con un premolar y un molar simulando una prótesis fija plural de 4 unidades, y finalmente, Park utiliza 5 pilares de dientes ivorina, la diferencia de materiales pudo haber provocado una diferencia en la exactitud al momento de realizar la superposición de imágenes.

Los estudios incluidos presentan, además, diferencias en su metodología, Ji-Man Park utiliza como programa de análisis el Rapidform, INUS Technology Inc; mientras que Jae-Jun Lee et al y Guth, utilizaron el programa Geomagic Control; esto, obviamente, influye en la diferencia de mediciones y por tanto, puede influir en los resultados obtenidos en cada estudio. Por lo tanto, la heterogeneidad en los resultados y el diferente manejo de las muestras dificulta un correcto análisis en cuanto a precisión y veracidad entre los escáneres involucrados. Los únicos escáneres que coinciden en ser analizados por dos de los estudios (Lee y Park) son Omnicam, Bluecam, y Zfx intrascan, pero, lamentablemente, los materiales de los modelos patrón difieren por lo que no se puede hacer una comparación directa.

Algunos estudios, que no fueron incluidos por diferentes razones, difieren con los resultados obtenidos en la presente revisión sistemática, por ejemplo, para Renne et al<sup>28</sup> el escáner Planscan fue el mejor en precisión y veracidad en sextantes, mientras que en arcos completos fue el 3Shape, dicho estudio incluyó los escáneres CS3500, Omnicam, Bluecam, Trios pero no tuvieron un buen desempeño, la diferencia entre los resultados de este estudio y los obtenidos por la presente revisión sería que Renne registró arcos completos, lo que provoca diferencias en la exactitud entre escáneres, debido a la distancia de los tramos escaneados.

Por otra parte, Vecsei<sup>29</sup> midió las distancias escaneadas con un calibrador digital y luego los valores obtenidos utilizando escáneres intraorales referenciales como el Cerec Omnicam, iTero, Trios y superposición de imágenes concluyendo que mientras más corta es la distancia escaneada, se obtienen resultados más cercanos a la realidad; en distancias intermedias la digitalización directa e indirecta tiene resultados menos exactos comparados con el valor real, pero aun así la digitalización directa mostró valores más cercanos al real; mientras que en distancias mayores como arcos completos la digitalización directa es la que muestra resultados menos exactos, mientras que la digitalización indirecta fue superior<sup>29</sup>.

Dicha afirmación coincide con Park quien ha observado una mayor exactitud cuando se trata de espacios cortos como prótesis fija unitaria, e incrustaciones, contrario a las prótesis fijas plurales donde la exactitud empiezo a disminuir. El mismo problema puede presentarse si se va a utilizar un escáner intraoral para la impresión de una prótesis fija plural con espacios edéntulos amplios, según ha concluido Kim et al (30) la exactitud se altera y pueden existir errores en el modelo digital.

Según lo indicado, el clínico debería escoger el escáner correcto de acuerdo al caso que vaya a trabajar; si bien, las diferencias de precisión y veracidad son clínicamente aceptables, el usar escáneres intraorales en arcos completos o muy largos podría afectar el resultado final de la impresión, por lo que se debería optar por la digitalización indirecta del modelo; por el contrario, si se van a planificar prótesis fijas unitarias o plurales cortas se puede confiar enteramente en la digitalización directa.

## Conclusiones

- Las mediciones por superposición de imágenes para determinar la precisión y veracidad de impresiones digitales intraorales en arcos parciales cortos y unitarios demostraron diferentes valores según el tipo de escáner, los de mejor rendimiento fueron: En precisión: Bluecam, Carestream 3500, Trios. Mientras que en veracidad fueron: Omnicam, True Definition, Fastscan. Sin embargo, las diferencias entre los escáneres no son estadísticamente significativas. Lo cual indica que dicha diferencia no es suficiente para alterar el resultado de la restauración final.
- Las variaciones pueden deberse a la tecnología de escaneo. Los escáneres con triangulación activa presentan mejor rendimiento. A su vez, los escáneres con captación de video tienen mejor precisión, mientras que los escáneres con captación individual de fotografías son más veraces.
- Al no existir estandarización en los métodos de evaluación utilizados y en el manejo de resultados en cuanto a exactitud, precisión y veracidad, no es posible comparar los 3 estudios que cumplieron los criterios de elegibilidad.

## Conflicto de intereses

Los autores declararon no tener ningún conflicto de interés personal, financiero, intelectual, económico y de interés corporativo con Universidad Central del Ecuador y los miembros de la revista Odontología.

## Contribución de los autores

David Gerardo Carrillo Vaca; Jaime Leonardo Astudillo Ortiz, son responsables de la: a Concepción y diseño del trabajo; b Recolección/obtención de resultados; c Análisis e interpretación de datos; d Redacción del manuscrito; e Revisión crítica del manuscrito; f Aprobación de su versión final.

## Financiación

Este trabajo fue financiado por sus autores.

## Referencias

1. Shimizu S, Shinya A, Kuroda S, Gomi H. The accuracy of the CAD system using intraoral and extraoral scanners for designing of fixed dental prostheses. *Dent Mater J.* 2017;36(4):402–7.
2. Mezzomo E, Makoto R. *Rehabilitación Oral Contemporánea. Primera. Vol. uno. Sao Paulo - Brazil: Amolca; 2010. 441 p.*
3. Donovan TE, Chee WW. A review of contemporary impression materials and techniques. *Dent Clin North Am.* abril de 2004;48(2):445–70.
4. Chochlidakis KM, Papaspyridakos P, Geminiani A, Chen C-J, Feng IJ, Ercoli C. Digital versus conventional impressions for fixed prosthodontics: A systematic review and meta-analysis. *J Prosthet Dent [Internet].* 2016 [citado el 12 de marzo de 2016]; Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002239131600041X>
5. Ender A, Mehl A. Accuracy of complete-arch dental impressions: a new method of measuring trueness and precision. *J Prosthet Dent.* 2013;109(2):121–128.

6. Miyazaki T, Hotta Y, Kunii J, Kuriyama S, Tamaki Y. A review of dental CAD/CAM: current status and future perspectives from 20 years of experience. *Dent Mater J*. 2009;28(1):44–56.
7. Pradies G, Zarauz Yáñez C. Estudio Comparativo In Vivo de un Sistema de Impresión Convencional con Elastómeros Vs. un Sistema de Impresión Digital (ITero). [Madrid - España]: Universidad Complutense de Madrid; 2012.
8. Moörmann WH. The evolution of the CEREC system. *J Am Dent Assoc*. 2006;137:7S–13S.
9. Mormann W. State of the art of CAD/CAM restorations: 20 years of CEREC. London: Quintessence books; 2006. 1–8 p.
10. Ting-shu S, Jian S. Intraoral Digital Impression Technique: A Review: Intraoral Digital Impression Review. *J Prosthodont*. junio de 2015;24(4):313–21.
11. Atieh MA, Ritter AV, Ko C-C, Duqum I. Accuracy evaluation of intraoral optical impressions: A clinical study using a reference appliance. *J Prosthet Dent*. 2017;
12. <http://www.sirona.com/es/actualidad/noticias-y-prensa/odontologia-digital-news-detail/25586/>.
13. Richert R, Goujat A, Venet L, Viguie G, Viennot S, Robinson P, et al. Intraoral Scanner Technologies: A Review to Make a Successful Impression. *J Healthc Eng*. 2017;2017:1–9.
14. Mangano F, Gandolfi A, Luongo G, Logozzo S. Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health* [Internet]. diciembre de 2017 [citado el 29 de agosto de 2018];17(1). Disponible en: <https://bmcoralhealth.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12903-017-0442-x>
15. Lee J-J, Jeong I-D, Park J-Y, Jeon J-H, Kim J-H, Kim W-C. Accuracy of single-abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners. *J Prosthet Dent*. 2017;117(2):253–259.
16. Jeong I-D, Lee J-J, Jeon J-H, Kim J-H, Kim H-Y, Kim W-C. Accuracy of complete-arch model using an intraoral video scanner: An in vitro study. *J Prosthet Dent*. 2016;115(6):755–759.
17. Nedelcu R, Olsson P, Nyström I, Rydén J, Thor A. Accuracy and precision of 3 intraoral scanners and accuracy of conventional impressions: A novel in vivo analysis method. *J Dent*. febrero de 2018;69:110–8.
18. Güth J-F, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Investig*. junio de 2017;21(5):1445–55.
19. Rutkūnas V, Gečiauskaitė A, Jegelevičius D, Vaitiekūnas M. Accuracy of digital implant impressions with intraoral scanners. A systematic review. *Eur J Oral Implantol*. 2017;10 Suppl 1:101–20.
20. Ahlholm P, Sipilä K, Vallittu P, Jakonen M, Kotiranta U. Digital Versus Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics: A Review: Digital vs. Conventional Impressions in Fixed Prosthodontics. *J Prosthodont*. enero de 2018;27(1):35–41.
21. Takeuchi Y, Koizumi H, Furuchi M, Sato Y, Ohkubo C, Matsumura H. Use of digital impression systems with intraoral scanners for fabricating restorations and fixed dental prostheses. *J Oral Sci*. 2018;60(1):1–7.
22. Hutton B, Salanti G, Caldwell DM, Chaimani A, Schmid CH, Cameron C, et al. The PRISMA Extension Statement for Reporting of Systematic Reviews Incorporating Network Meta-analyses of Health Care Interventions: Checklist and Explanations. *Ann Intern Med*. el 2 de junio de 2015;162(11):777.
23. Lee J-J, Jeong I-D, Park J-Y, Jeon J-H, Kim J-H, Kim W-C. Accuracy of single-abutment digital cast obtained using intraoral and cast scanners. *J Prosthet Dent*. febrero de 2017;117(2):253–9.
24. Güth J-F, Runkel C, Beuer F, Stimmelmayer M, Edelhoff D, Keul C. Accuracy of five intraoral scanners compared to indirect digitalization. *Clin Oral Investig*. junio de 2017;21(5):1445–55.
25. Park J-M. Comparative analysis on reproducibility among 5 intraoral scanners: sectional analysis according to restoration type and preparation outline form. *J Adv Prosthodont*. 2016;8(5):354.
26. Nedelcu RG, Persson ASK. Scanning accuracy and precision in 4 intraoral scanners: An in vitro comparison based on 3-dimensional analysis. *J Prosthet Dent*. diciembre de 2014;112(6):1461–71.

27. Mennito AS, Evans ZP, Lauer AW, Patel RB, Ludlow ME, Renne WG. Evaluation of the effect scan pattern has on the trueness and precision of six intraoral digital impression systems. *J Esthet Restor Dent*. marzo de 2018;30(2):113–8.
28. Renne W, Ludlow M, Fryml J, Schurch Z, Mennito A, Kessler R, et al. Evaluation of the accuracy of 7 digital scanners: An in vitro analysis based on 3-dimensional comparisons. *J Prosthet Dent*. 2017;118(1):36–42.
29. Vecsei B, Joós-Kovács G, Borbély J, Hermann P. Comparison of the accuracy of direct and indirect three-dimensional digitizing processes for CAD/CAM systems – An in vitro study. *J Prosthodont Res*. abril de 2017;61(2):177–84.
30. Kim J-E, Amelya A, Shin Y, Shim J-S. Accuracy of intraoral digital impressions using an artificial landmark. *J Prosthet Dent*. 2017;117(6):755–761.
31. Uhm S-H, Kim J-H, Jiang HB, Woo C-W, Chang M, Kim K-N, et al. Evaluation of the accuracy and precision of four intraoral scanners with 70% reduced inlay and four-unit bridge models of international standard. *Dent Mater J*. 2017;36(1):27–34.