

# La reproducibilidad de la alineación dental en medidas digitales y manuales

## *Reproducibility of dental alignment in digital and manual measurements taken on dental casts*

Yolany Arteaga González<sup>1</sup>  , Jairo Rafael Lobato Cucunuba<sup>1</sup> , Luis Ernesto Oliveros Castro<sup>1</sup> ,  
Fabio Macias Gómez<sup>2</sup> 

### RESUMEN

**Introducción:** La incorporación de modelos digitales ofrece al ortodoncista una alternativa a los modelos de estudio de yeso que se utilizan habitualmente. Estos son un componente estándar de los registros de ortodoncia y son fundamentales para el diagnóstico y la planificación del tratamiento. No obstante, es importante indagar sobre la confiabilidad de las nuevas tecnologías.

**Objetivo:** Evaluar la reproducibilidad de las medidas digitales y manuales de alineación dental en modelos iniciales de pacientes de ortodoncia.

**Métodos:** Se realizó un estudio de evaluación de tecnología diagnóstica, con 80 modelos de yeso, que fueron digitalizados con el escáner Ineos X5. Una vez obtenidos los modelos en yeso y sus imágenes digitales, el investigador que obtuvo el mejor resultado en la calibración inter e intra examinador realizó la medición de la alineación dental. Las medidas manuales se tomaron con un calibrador digital, y las digitales fueron tomadas en el software Nemocast. El análisis incluyó el cálculo del coeficiente de correlación intraclase (CCI) y los límites de acuerdo de Bland y Altman. Un valor de  $p < 0,05$  fue considerado como estadísticamente significativo.

**Resultados:** Los valores de CCI oscilaron entre 0,643 y 0,874. Más de la mitad de las mediciones obtuvieron valores de CCI superiores a 0,81, lo que se consideró una reproducibilidad “casi perfecta”, según la interpretación sugerida por Landis y Koch. Se obtuvo un promedio de las diferencias entre -0,2 a -0,4, con límites de acuerdo estrechos.

**Conclusiones:** Se encontró una reproducibilidad “casi perfecta” y un promedio de las diferencias cercano a cero entre las medidas manuales y digitales.

**Palabras clave:** reproducibilidad de los resultados; alineación dental; modelos; medidas.

### ABSTRACT

**Introduction:** The incorporation of digital models offers the orthodontist an alternative to the plaster study models that are commonly used. These are a standard component of orthodontic records and are critical to diagnosis and treatment planning. It is important to inquire about the reliability of new technologies.

**Objective:** To evaluate the reproducibility of digital and manual measurements of dental alignment in initial models of orthodontic patients.

**Methods:** A diagnostic technology evaluation study was carried out with 80 plaster models that were digitized with the Ineos X5 Scanner. Once the plaster models and digital images of them were obtained, the researcher who obtained the best result in the inter and intra examiner calibration performed the dental alignment measurement. Manual measurements were taken with a digital caliper, and digital ones were taken in the Nemocast software. The analysis included the calculation of the Intraclass Correlation Coefficient (ICC) and the Bland and Altman limits of agreement. A value of  $p < 0.05$  was considered statistically significant.

**Results:** ICC values ranged between 0.643 and 0.874, more than half of the measurements obtained ICC values higher than 0.81, which was considered “almost perfect” reproducibility according to the interpretation suggested by Landis and Koch. Differences between -0.2 to -0.4 were averaged with narrow limits of agreement.

**Conclusions:** An “almost perfect” reproducibility was found and an average of the differences close to zero between manual and digital measurements.

**Keywords:** Reproducibility of results; Model; Measurements.

## INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos han sido fundamentales en la precisión de las medidas en ortodoncia. Desde que a mediados de 1990 estuvieron disponibles los estudios digitales de modelos y el análisis informático se ha desencadenado un vertiginoso desarrollo tecnológico y de software, que permite realizar diversas medidas.<sup>(1,2)</sup> En la actualidad han tomado mucha fuerza los estudios digitalizados y son una alternativa diagnóstica, que ofrece múltiples ventajas

tales como almacenamiento más eficiente, mejor reproducibilidad, fácil de compartir entre colegas, menos utilización de materiales, entre otros.<sup>(1,2,3,4)</sup>

Recibido: 16/08/2019  
Aceptado: 06/03/2020

<sup>1</sup>Universidad “Santo Tomás”, Facultad de Odontología, Posgrado de Ortodoncia. Bucaramanga, Colombia.

<sup>2</sup>Consulta Privada. Bucaramanga, Colombia.



Los modelos de estudio de ortodoncia hacen referencia a una réplica exacta de la estructura dental del paciente e históricamente se han utilizado para analizar tamaño y forma dental, espacios o apiñamientos existentes entre ellos, identificar dientes faltantes, etc. Por lo tanto, representan uno de los pilares del diagnóstico y la planificación del tratamiento. Además, los modelos dentales son esenciales para propósitos didácticos, controlar y evaluar el progreso del tratamiento, también sirven como registro desde el punto de vista legal y para documentar casos e investigaciones.<sup>(1,4,5,6)</sup>

Dichos modelos fabricados en yeso son el estándar de oro en el diagnóstico de ortodoncia y la planificación del tratamiento. Se obtienen a través de una impresión dental para copiar o reproducir en negativo las formas de los dientes y los tejidos bucales, y posteriormente se realiza el vaciado en yeso. Los modelos en yeso presentan ventajas como son el no requerir un equipo sofisticado para su producción. Sin embargo, dentro de sus desventajas se encuentra ocupar un gran espacio físico para ser archivados, deterioros en el material al transcurrir el tiempo; lo que puede conllevar a fracturas, son difíciles de reproducir y transferir, las alteraciones que pueden ocurrir durante su preparación dan lugar a alteraciones morfológicas, además de la limitación para enviarlos a otros clínicos en casos multidisciplinarios.<sup>(1,4,5,6)</sup>

Los avances en los sistemas de modelos de estudio virtual han ampliado enormemente la utilidad de los modelos digitales. Estos ahora se pueden usar para la producción de aparatos y dispositivos de laboratorio. Un ejemplo de lo anteriormente expuesto es la fabricación de alineadores en modelos 3D o la fabricación de brackets y arcos personalizados, la colocación de brackets asistida. Asimismo, se utilizan para las simulaciones de los tratamientos virtuales, ya que permite combinar con escaneos faciales para obtener un modelo dento-facial que abre nuevas oportunidades de diagnóstico.<sup>(1,7,8,9)</sup>

Estos son algunos de los motivos por los cuales los modelos digitales han ganado popularidad en el diagnóstico y la planificación del tratamiento ortodóntico.<sup>(5,10)</sup> Sin embargo, son pocos los estudios que determinan su reproducibilidad con la medición manual en modelos de yeso. Los resultados de este trabajo aportan a la profesión al investigar sobre un tema que aún no es bien conocido. Los modelos digitales tienen muchas ventajas entre las que se destacan ser una buena herramienta diagnóstica, medio comparativo y de evaluación en la finalización de casos de ortodoncia. De igual modo, contribuyen a la reducción del impacto ambiental de los desechos originados por el uso del yeso y el alginato. Asimismo, al ser un medio digital no se requiere de un espacio físico para su almacenamiento.

El objetivo del presente estudio es evaluar la reproducibilidad de las medidas digitales y manuales de la alineación dental en modelos iniciales de pacientes, que empiezan el tratamiento de ortodoncia.

## MÉTODOS

Se realizó un estudio de evaluación de la tecnología diagnóstica. Se obtuvo una población de 80 modelos de yeso, correspondientes a los pacientes que iniciaban el tratamiento de ortodoncia en la Universidad “Santo Tomás” (Bucaramanga, Colombia) entre febrero de 2018 y junio de 2019. El cálculo del tamaño de la muestra se realizó con las siguientes especificaciones: un poder del 80 %, un nivel de significancia del 5 % y un coeficiente de correlación intraclase (CCI) de 0,6, lo que arrojó un resultado de 67 modelos. Al tener en cuenta una proporción de no respuesta del 5 % (modelos en mal estado, fracturados), el tamaño de la muestra ascendió a 70 modelos. Finalmente, se evaluaron los ochenta modelos disponibles por lo que no se realizó un tipo de muestreo. Cabe señalar que por tal razón, no es posible realizar inferencias estadísticas.

Los criterios de inclusión fueron modelos de pacientes con dentición permanente, que iniciaban tratamiento de ortodoncia durante el primer semestre de 2018 al primer semestre de 2019, modelos en yeso sin fracturas y en adecuado estado, modelos de pacientes fielmente digitalizados. Fueron excluidos aquellos modelos de pacientes que iniciaban tratamientos de ortopedia y cirugía ortognática y pacientes con labio y paladar hendido.

Las variables tenidas en cuenta para este estudio se pueden observar en la tabla 1.

Se realizó la calibración interexaminador con un experto en ortodoncia al iniciar la investigación. Luego se hizo la calibración intraexaminador con un intervalo de un mes entre las mediciones. Posteriormente, se realizó la estimación del coeficiente de correlación intraclase (CCI) para evaluar la reproducibilidad entre las medidas, teniendo en cuenta la escala de medición establecida por Landis y Koch para su interpretación,<sup>(11)</sup> donde se escogió al investigador que obtuvo el mejor CCI. Si bien esta escala de medición fue establecida para el coeficiente kappa de Cohen, se usó para interpretar los valores de CCI porque la naturaleza de las variables en este trabajo fue cuantitativa.

Al realizar la recolección de los modelos se evidenció que toda la población cumplía con los criterios de inclusión y exclusión, por este motivo se digitalizaron los 80 modelos en yeso. Este procedimiento se realizó desde abril de 2019 a noviembre del mismo año con el escáner Ineos X5 (escáner CAD/CAM de Sirona). Dicho procedimiento fue realizado por el técnico experto encargado del equipo.

Una vez obtenidos los modelos en yeso y sus imágenes digitales, el investigador que obtuvo el mejor resultado en la calibración inter e intra examinador, realizó la medición de la alineación dental (medida basada en



**Tabla 1 - Variables analizadas en el presente trabajo**

Variables	Definición conceptual
Sexo	Condición de un organismo que distingue entre masculino y femenino
Edad	Tiempo que ha vivido una persona desde su nacimiento
Canino a lateral derecho superior, manual y digital	Medida desde la vertiente mesial del canino superior derecho al borde incisal distal del incisivo lateral superior derecho
Lateral a central derecho superior, manual y digital	Medida desde el borde incisal mesial del incisivo lateral y borde incisal distal del incisivo central derecho superior
Central a central superior, manual y digital	Medida desde el borde incisal mesial del incisivo central superior derecho y borde incisal mesial del incisivo central superior izquierdo
Canino a lateral izquierdo superior, manual y digital	Medida desde la vertiente mesial del canino superior izquierdo al borde incisal distal del incisivo lateral superior izquierdo
Lateral a central izquierdo superior, manual y digital	Medida desde el borde incisal mesial del incisivo lateral y borde incisal distal del incisivo central izquierdo superior
Canino a lateral izquierdo inferior, manual y digital	Medida desde la vertiente mesial del canino inferior izquierdo al borde incisal distal del incisivo lateral inferior izquierdo
Lateral a central izquierdo inferior, manual y digital	Medida desde el borde incisal mesial del incisivo lateral y borde incisal distal del incisivo central izquierdo inferior
Central a central inferior, manual y digital	Medida desde el borde incisal mesial del incisivo central inferior derecho y borde incisal mesial del incisivo central inferior izquierdo
Canino a lateral derecho inferior, manual y digital	Medida desde la vertiente mesial del canino inferior derecho al borde incisal distal del incisivo lateral inferior derecho
Lateral a central derecho inferior, manual y digital	Medida desde el borde incisal mesial del incisivo lateral y borde incisal distal del incisivo central derecho inferior

el criterio de alineación dental de la American Board of Orthodontics (ABO)). Las medidas manuales se llevaron a cabo con un calibrador digital deslizante de puntas finas, pie de rey de seis pulgadas RM813 de marca Ubermann. Las imágenes digitales fueron medidas a través del software Nemocast. Para tal fin, el investigador definía los dos puntos anatómicos de los dientes y el software automáticamente los enlazaba y proporcionaba la medición en milímetros.

### Consideraciones éticas

De acuerdo con la Resolución 08430 del Ministerio de Salud de la República de Colombia, este estudio se clasificó como una “investigación sin riesgo”, porque en él se empleó el registro de datos de modelos de estudio que ya habían sido tomados.

### Análisis estadístico

En el análisis univariado se calcularon frecuencias y proporciones para las variables cualitativas, y medidas de tendencia central y dispersión para las cuantitativas. En el análisis bivariado se usó la prueba rangos de Wilcoxon para medidas dependientes, dado que las variables no presentaron una distribución normal.

La reproducibilidad de las mediciones manuales y digitales se evaluó con el CCI y se estableció el intervalo de confianza del 95 %. Los valores fueron interpretados según la escala descrita por Landis y Koch.<sup>(11)</sup> Los límites de acuerdo de Bland y Altman se evaluaron según la distribución gráfica de la diferencia de los promedios. Un valor cercano a cero indicó un mayor acuerdo entre los datos manuales y digitales. Un valor de  $p < 0,05$  fue considerado como estadísticamente significativo. Todos los análisis se llevaron a cabo en Stata I/C versión 14,0.

## RESULTADOS

A pesar de que se realizó todo el proceso para obtener la muestra, al final se evaluaron todos los modelos de la población de estudio, ya que al revisar cumplían con los criterios de inclusión. Se evaluaron 80 modelos que correspondían a 43 mujeres (53,8 %). La edad promedio de los pacientes a los cuales pertenecían los modelos fue de  $26,3 \pm 9,0$  años [Me: 26 RIQ 19 - 35], en los hombres la edad promedio fue  $25,9 \pm 8,5$  años [Me: 26 RIQ 19 - 32], y en las mujeres la edad promedio fue de  $26,6 \pm 9,4$  años [Me: 25 RIQ 19 - 37].

La tabla 2 describe los resultados de la mediana y el rango intercuartílico de las medidas manuales y digitales. Se observó una mediana mayor en la distancia entre el canino al lateral izquierdo inferior en las medidas manuales y digitales (Me: 1,3 y Me: 1,5, respectivamente); así también en la distancia entre el lateral al canino izquierdo superior en las medidas manuales y digitales (Me: 1,1 y Me: 1,4, respectivamente). Las medi-



das manuales y digitales que obtuvieron un valor de mediana más bajo fueron la distancia entre el central y el central adyacente de la arcada superior (Me: 0,3 y Me: 0,6, respectivamente). Se encontró una diferencia estadísticamente significativa en todas las mediciones.

**Tabla 2 - Las medianas y los rangos intercuartílicos de la distancia entre las variables, según su medición manual y digital**

Variables	Medidas sobre modelos de yeso Me (RIQ)	Medidas sobre imágenes digitales Me (RIQ)	p
Canino a lateral derecho superior	1,1 (0,0 - 1,6)	1,4 (0,5 - 1,9)	0,0011
Lateral a central derecho superior	1,1 (0,0 - 1,7)	1,3 (0,5 - 1,9)	< 0,0001
Central a central superior	0,3 (0,0 - 0,5)	0,6 (0,0 - 1,1)	<0 ,0001
Central a lateral izquierda superior	0,7 (0,0 - 0,9)	0,9 (0,1 - 1,2)	0,0008
Lateral a canino izquierdo superior	1,1 (0,0 - 1,6)	1,4 (0,6 - 2,0)	0,0001
Canino a lateral derecho inferior	1,1 (0,2 - 1,6)	1,5 (0,9 - 2,2)	< 0,0001
Lateral a central derecho inferior	0,7 (0,0 - 1,2)	1,0 (0,4 - 1,6)	< 0,0001
Central a central inferior	0,6 (0,0 - 0,8)	0,8 (0,4 - 1,2)	< 0,0001
Central a lateral izquierdo inferior	0,8 (0,0 - 1,2)	1,2 (0,5 - 1,5)	< 0,0001
Lateral a canino izquierdo inferior	1,3 (0,3 - 1,7)	1,5 (0,6 - 2,1)	0,0001

Me: mediana.

RIQ: rango intercuartílico.

Rangos de Wilcoxon para medidas dependientes.

Los valores del CCI oscilaron entre 0,643 y 0,874. La medida que presentó el más alto CCI fue la distancia entre el canino y el lateral derecho superior [CCI: 0,874 IC 95 %: 0,786 - 0,924]. De otro lado, la que obtuvo el valor más bajo fue la distancia entre el lateral y el central derecho inferior [CCI: 0,643 IC 95 %: 0,344 - 0,813] al comparar con las demás medidas tomadas (tabla 3). Cabe señalar que más de la mitad de las mediciones obtuvieron valores superiores a 0,81, lo que se considera una reproducibilidad “casi perfecta” según la escala sugerida por Landis y Koch (tabla 4).

**Tabla 3 - Coeficiente de correlación intraclase y sus intervalos de confianza del 95 %**

Variable	CCI	IC 95 %
Canino a lateral derecho superior	0,874	0,786 - 0,924
Lateral a central derecho superior	0,867	0,733 - 0,928
Central a central superior	0,662	0,355 - 0,827
Central a lateral izquierdo superior	0,872	0,769 - 0,926
Lateral a canino izquierdo superior	0,784	0,649 - 0,868
Canino a lateral derecho inferior	0,813	0,538 - 0,913
Lateral a central derecho inferior	0,643	0,344 - 0,813
Central a central inferior	0,701	0,518 - 0,820
Central a lateral izquierdo inferior	0,842	0,549 - 0,931
Lateral a canino izquierdo inferior	0,865	0,783 - 0,916

Me: mediana.

RIQ: rango intercuartílico.

Rangos de Wilcoxon para medidas dependientes.

**Tabla 4 - Valores para interpretar el coeficiente kappa establecidos por Landis y Koch.<sup>(11)</sup>**

Valores del coeficiente	Interpretación
< 0,00	Pobre
0,00 - 0,20	Leve
0,21 - 0,40	Justa
0,41 - 0,60	Moderada
0,61 - 0,80	Sustancial
0,81 - 1,00	Casi perfecto

Al calcular los límites de acuerdo de Bland y Altman, se encontró que el promedio de las diferencias osciló entre -0,2 y -0,4 con una desviación estándar entre 0,4 y 0,7. Además, se observaron límites de acuerdo estrechos, lo que sugiere un buen nivel de acuerdo. El promedio de las diferencias en todas las mediciones fue negativo, lo que indica que las medidas obtenidas a partir de las imágenes digitales de los modelos fueron mayores (tabla 5).

**Tabla 5 - Límites de acuerdo de Bland y Altman**

Variable	$\bar{x} \pm D.E.$	LI - LS
Canino a lateral derecho superior	-0,3 $\pm$ 0,7	-1,5 - 1,0
Lateral a central derecho superior	-0,3 $\pm$ 0,6	-1,4 - 0,8
Central a central superior	-0,3 $\pm$ 0,4	-1,2 - 0,6
Central a lateral izquierda superior	-0,2 $\pm$ 0,5	-1,2 - 0,8
Lateral a canino izquierdo superior	-0,3 $\pm$ 0,7	-1,7 - 1,1
Canino a lateral derecho inferior	-0,4 $\pm$ 0,6	-1,6 - 0,7
Lateral a central derecho inferior	-0,3 $\pm$ 0,5	-1,24 - 0,7
Central a central inferior	-0,2 $\pm$ 0,5	-1,1 - 0,7
Central a lateral izquierdo inferior	-0,3 $\pm$ 0,4	-1,1 - 0,5
Lateral a canino izquierdo inferior	-0,2 $\pm$ 0,6	-1,4 - 1,0

$\bar{x} \pm D.E.$ : promedio  $\pm$  desviación estándar.

LI: límite inferior.

LS: límite superior.

## DISCUSIÓN

En las últimas décadas se han presentado avances rápidos y continuos en la tecnología digital, que han dado como resultado un mayor uso de esta en todas las áreas del conocimiento y la ortodoncia no podía estar exenta de tales avances. El uso de un software avanzado y de modelos dentales digitalizados son rutinarios en muchos consultorios de ortodoncia, ya que presentan múltiples ventajas, entre ellas el fácil acceso, no se necesita un espacio físico para su almacenamiento y la posibilidad de compartir información de manera más sencilla con otros profesionales.<sup>(4, 5, 6,7,12)</sup>

Los resultados de este trabajo mostraron una reproducibilidad “casi perfecta” entre las mediciones de la alineación en modelos de yeso y digitales de pacientes que inician tratamientos de ortodoncia con un promedio de las diferencias cercano a cero y límites de acuerdo estrechos. Adicionalmente, se observó que seis de las diez mediciones realizadas obtuvieron un CCI superiores a 0,80, lo que indica una reproducibilidad “casi perfecta” según la interpretación de Landis y Koch.<sup>(11)</sup> Las cuatro medidas restantes presentaron una reproducibilidad “sustancial” porque el CCI fue mayor a 0,60, pero menor de 0,80.

Dentro de los diferentes estudios para el análisis y establecimiento de un diagnóstico, se evidencia que los modelos dentales son esenciales para poder tomar una decisión de la condición del paciente y para establecer un plan de tratamiento adecuado. Razón por la cual es de vital importancia la obtención de medidas lo más precisas posibles. Se ha podido encontrar que mediciones hechas en modelos de yeso, por medio del uso de calibradores, pueden llegar a incurrir en el error. Esto se determina por diversas fallas que se pueden llegar a cometer durante la toma de las mediciones entre las cuales se encuentran dificultades tales como: la falta de habilidad del operador y la dificultad en la ubicación de puntos anatómicos.<sup>(13,16)</sup>

Varios estudios han observado la reproducibilidad entre estos dos métodos, los cuales se comparan con los hallazgos encontrados en esta investigación. Dichos estudios son los realizados por Bootvong y otros<sup>(18)</sup> en 2010, quienes encontraron un CCI > 0,88 en las medidas tomadas. Rajshekar y otros<sup>(14)</sup> en 2017 obtuvieron un CCI > 0,90. Soto Álvarez y otros<sup>(6)</sup> en 2020 mostraron un CCI > 0,95, muy similar a los datos encontrados en esta investigación cuyo CCI en más de la mitad de las medidas es de > 0,81, lo que indica una alta reproducibilidad entre ambos métodos.

Si bien la reproducibilidad entre los dos métodos fue “casi perfecta”, en la totalidad de los casos las mediciones realizadas con el software Nemocast fueron ligeramente mayores que las realizadas de forma manual. Estas pequeñas diferencias podrían deberse a la dificultad que en ocasiones se presentó para acceder a los puntos anatómicos exactos, al realizar mediciones manuales con el calibrador debido a apiñamientos severos, giroversiones, inclinaciones o a la morfología dental. En tanto, la medición digital ofrece una señalización más precisa de los puntos de medición. Esta apreciación coincide con el estudio realizado por Rajshekar y otros<sup>(14)</sup> en 2017.

Cualquier diferencia, que pueda existir entre las medidas de los modelos de yeso y los digitales en esta



investigación, no se puede atribuir a materiales como el alginato, ya que los modelos digitales fueron hechos a partir de los modelos de yeso. Se debe tener en cuenta que digitalizar los modelos de yeso no garantiza una mayor exactitud en la medición. Esto ocurre porque las impresiones y sus vaciados inicialmente pueden tener errores, por lo que en estudios como el realizado por Cuperos y otros<sup>(15)</sup> en 2012 recomiendan el uso del scanner intraoral, que directamente toma el registro de la arcada del paciente, pues entre menos pasos se realicen mayor será la precisión.

Los resultados arrojados por diferentes estudios demuestran que por medio de varias mediciones realizadas sobre modelos de yeso manuales y digitales, tales como el análisis de espacio, la sobremordida, el ancho del arco y las discrepancias en la alineación de la línea media dental; estas son válidas y confiables al momento de realizar la comparación de ambas mediciones.<sup>(18,20)</sup>

Por otro lado, los resultados obtenidos en este estudio mostraron que sí existe una buena reproducibilidad entre las medidas obtenidas de manera manual en modelos de yeso y las digitales obtenidas del escaneo de los mismos. Los hallazgos de esta investigación relacionados con la confiabilidad de las mediciones dentales en modelos digitales y manuales fueron consistentes con estudios previos.<sup>(10,14,18)</sup>

Se podría mencionar que una limitación de este estudio es la ausencia de trabajos previos que evalúen el índice de alineación dental de la ABO, por lo que no fue posible realizar comparaciones con investigaciones similares, y se sugiere para próximas indagaciones utilizar índices ya estudiados.

Dentro de las fortalezas de este trabajo se puede destacar que es el primer estudio de estas características realizado en la Universidad “Santo Tomás”, el cual se convierte en un punto de partida para la investigación sobre el tema. Se puede evidenciar que otra gran fortaleza fue la ausencia de proporción de no respuesta, lo que permitió el análisis del total de los modelos tenidos en cuenta. Los resultados de este trabajo son un aporte a la profesión y a las facultades o escuelas de odontología, al demostrar la importancia y las ventajas del uso de los modelos digitales como herramienta diagnóstica y el sentido ecológico de este método en la reducción de materiales y desechos de impresión, como son el yeso y el alginato. Además, al ser un medio digital no se requiere de un espacio físico para su almacenamiento.<sup>(14)</sup>

## CONCLUSIONES

Al evaluar las mediciones realizadas en modelos digitales y manuales se encontró un buen nivel de acuerdo en la reproducibilidad entre ellas, ya que los coeficientes de correlación intraclase indicaron una concordancia “casi perfecta” entre ambos grupos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Kravitz ND, Groth C, Jones PE, Graham JW, Redmond RW. Intraoral digital scanners. *J Clin Orthod*. 2014;48(6):337-47. Disponible en: PMID: [25083754](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25083754/)
2. Brandão MM, Sobral MC, Vogel CJ. Reliability of Bolton analysis evaluation in tridimensional virtual models. *Dental Press J Orthod*. 2015 [acceso 01/10/2020];20(5):72-7. DOI: [10.1590/2177-6709.20.5.072-077.oar](https://doi.org/10.1590/2177-6709.20.5.072-077.oar)
3. Wan Hassan WN, Othman SA, Chan CS, Ahmad R, Ali SNA, Abd Rohim A. Assessing agreement in measurements of orthodontic study models: Digital caliper on plaster models vs 3-dimensional software on models scanned by structured-light scanner. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2016 [acceso 01/10/2020];150(5):886-95. Disponible en: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(16\)30371-7/fulltext](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(16)30371-7/fulltext)
4. Dragstrem K, Galang-Boquiren MTS, Obrez A, Costa Viana MG, Grubb JE, Kusnoto B. Accuracy of digital American Board of Orthodontics Discrepancy Index measurements. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2015 [acceso 01/10/2020];148(1):60-6. Disponible en: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(15\)00424-2/fulltext](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(15)00424-2/fulltext)
5. Barreto MS, Faber J, Vogel CJ, Araujo TM. Reliability of digital orthodontic setups. *Angle Orthod*. 2016 [acceso 01/10/2020];86(2):255-9. Disponible en: <https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/86/2/255/181610/Reliability-of-digital-orthodonti>
6. Soto Álvarez C, Fonseca GM, Viciano J, Alemán I, Rojas Torres J, Zúñiga MH, et al. Reliability, reproducibility and validity of the conventional buccolingual and mesiodistal measurements on 3D dental digital models obtained from intra-oral 3D scanner. *Arch Oral Biol*. 2020;109(August 2019):104575. Disponible en: DOI: [10.1016/j.archoralbio.2019.104575](https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2019.104575)
7. Claus D, Radeke J, Zint M, Vogel AB, Satravaha Y, Kilic F, et al. Generation of 3D digital models of the dental arches using optical scanning techniques. *Semin Orthod*. 2018;24(4):416-29. DOI: [10.1053/j.sodo.2018.10.006](https://doi.org/10.1053/j.sodo.2018.10.006)
8. Restrepo M, Castellanos L, Grhes-porto B, Santos-pinto A, Santos-pinto L. Comparación de medidas dentales y transversales realizadas en modelos de yeso con calibrador digital, y en modelos digitales con el software o 3d Artículos. *Rev CES Odontol*. 2015 [acceso 01/10/2020];28(2):59-68. Disponible en: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-971X2015000200006&script=sci\\_abstract&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-971X2015000200006&script=sci_abstract&tlng=es)
9. Brown GB, Currier GF, Kadioglu O, Kierl JP. Accuracy of 3-dimensional printed dental models reconstructed from digital intraoral impressions. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2018 [acceso 01/10/2020];154(5):733-9. Disponible en: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(18\)30667-X/fulltext](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(18)30667-X/fulltext)
10. Gül Amuk N, Karsli E, Kurt G. Comparison of dental measurements between conventional plaster models, digital models obtained by impression scanning and plaster model scanning. *Int Orthod*. 2019 [acceso 01/10/2020];17(1):151-8. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1761722719300142?via%3Dihub>
11. Landis J, Koch G. The measurement of observer agreement for categorical data. *Int Biometric Soc*. 1977 [acceso 01/10/2020];33(1):159-74. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/2529310>
12. Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, Deregibus A, Debernardi CL. Diagnostic accuracy and measurement sensitivity of digital models for orthodontic purposes: A systematic review. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2016 [acceso 01/10/2020];149(2):161-70. Disponible en: <https://>



[www.ajodo.org/article/S0889-5406\(15\)01175-0/fulltext](http://www.ajodo.org/article/S0889-5406(15)01175-0/fulltext)

13. Ferreira JB, Christovam IO, Alencar DS, DaMotta AFJ, Mattos CT, Cury-Saramago A. Accuracy and reproducibility of dental measurements on tomographic digital models: A systematic review and meta-analysis. *Dentomaxillofacial Radiol.* 2017;46(7):1-16. PMID: [28362170](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28362170/)

14. Rajshekar M, Julian R, Williams A, Tennant M, Forrest A, Walsh LJ, et al. The reliability and validity of measurements of human dental casts made by an intra-oral 3D scanner, with conventional hand-held digital callipers as the comparison measure. *Forensic Sci Int.* 2017 [acceso 01/10/2020];278:198-204. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0379073817302657?via%3DIihub>

15. Cuperus AMR, Harms MC, Rangel FA, Bronkhorst EM, Schols JGJH, Breuning KH, et al. Dental models made with an intraoral scanner: A validation study. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012 [acceso 01/10/2020];142(3):308-13. Disponible en: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(12\)00490-8/fulltext](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(12)00490-8/fulltext)

16. Grünheid T, Patel N, De Felipe NL, Wey A, Gaillard PR, Larson BE. Accuracy, reproducibility, and time efficiency of dental measurements using different technologies. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2014 [acceso 01/10/2020];145(2):157-64. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S088954061300961X>

17. Sousa MVS, Vasconcelos EC, Janson G, Garib D, Pinzan A, Vasconcelos EC, et al. Accuracy and reproducibility of 3-dimensional digital model measurements. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012 [acceso 01/10/2020];142(2):269-73. Disponible en: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(12\)00439-8/fulltext](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(12)00439-8/fulltext)

18. Bootvong K, Liu Z, Mcgrath C, Hägg U, Wong RWK, Bendeus M, et al. Virtual model analysis as an alternative approach to plaster model analysis: reliability and validity. 2010 [acceso 01/10/2020];32(5):589-95. Disponible en: <https://academic.oup.com/ejo/article/32/5/589/561905>

19. Shastry S, Hyun J. Evaluation of the use of digital study models in postgraduate orthodontic programs in the United States and Canada. *Angle Orthod.* 2014 [acceso 01/10/2020];84(1):12-4. Disponible en: <https://meridian.allenpress.com/angle-orthodontist/article/84/1/12/59557/Evaluation-of-the-use-of-digital-study-models-in>

20. Mullen SR, Martin CA, Ngan P, Gladwin M. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2007 [acceso 01/10/2020];132(3):346-52. Disponible en: [https://www.ajodo.org/article/S0889-5406\(07\)00448-9/fulltext](https://www.ajodo.org/article/S0889-5406(07)00448-9/fulltext)

## CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen conflicto de intereses.

## CONTRIBUCIONES DE LOS AUTORES

**Conceptualización:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Curación de datos:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Análisis formal:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Adquisición de fondos:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Investigación:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Metodología:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Administración del proyecto:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Recursos:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Software:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Supervisión:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Validación:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Visualización:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Redacción-borrador original:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

**Redacción-revisión y edición:** Yolany Arteaga González, Jairo Rafael Lobato Cucunuba, Luis Ernesto Oliveros Castro y Fabio Macias Gómez.

