

Precisión dimensional del escaner intraoral y extraoral con diferentes materiales
de impresión: estudio in vitro

Accuracy of the intraoral and extraoral scanner with different impression materials:
in vitro study

Precisão do scanner intraoral e extraoral com diferentes materiais de moldagem:
estudo in vitro

Autores: Maria Isabel Zuluaga Martinez OD <https://orcid.org/0000-0001-6215-699X>,
Luis Alejandro Osorio Correa OD <https://orcid.org/0000-0002-4297-4028>, Mariana
Duque Vélez OD <https://orcid.org/0000-0002-0497-2435>, Sebastian Muñoz Zapata
MMS, Pamela Uribe Trespacios PHD, Ruben Dario Manrique Hernandez PHD,
Rafael Mauricio Naranjo Pizano MSC

Correos electronicos: mazuluagam@ces.edu.co, Osorio.luis@uces.edu.co,
duquev.mariana@uces.edu.co, smunoz@ces.edu.co, puribe@ces.edu.co,
rmanrinque@ces.edu.co, mnanranjo@ces.edu.co, puribe@ces.edu.co,
rmanrinque@ces.edu.co,

Resumen

Introducción y objetivos: El diseño y la manufactura digital (CAD-CAM) es una técnica que involucra diferentes procedimientos tales como la digitalización, el diseño y la producción de restauraciones que pueden ser aplicados en el ámbito clínico y de laboratorio. Actualmente, los flujos de trabajo digital son cada vez más utilizados reemplazando el uso de materiales de impresión convencional. El objetivo de este estudio es comparar la precisión dimensional vertical y horizontal que presenta un modelo obtenido a partir de escaneo intraoral, versus modelos obtenidos de forma analógica con diferentes materiales de impresión digitalizados por un escaner extraoral; teniendo como referente un modelo estandarizado.

Materiales y métodos: A partir de un modelo maestro, se tomaron impresiones convencionales (6 en alginato y 6 en silicona de adición) que posteriormente se digitalizaron (escaner extraoral), y 6 escaneos intraorales directos para un total de 18 muestras en las que se realizaron 11 medidas verticales y horizontales analizadas en un software (GOM, inspect). El análisis estadístico se realizó con prueba Kruskal Wallis para datos no paramétricos y ANOVA de una vía .

Resultados: Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las medidas horizontales y verticales analizadas. Menor precisión en las medidas bilaterales que cruzan línea media en sector posterior comparado con las unilaterales.

Conclusiones: Se encontró mayor precisión en el escaner intraoral seguido de la silicona de adición y el alginato. Se encontró menor precisión mientras más grande sea la medida y con distancias de arco cruzado.

Palabras claves: Digitalization, intraoral scanner, desktop model scanner, dental impression material.

Summary

Introduction and objectives: Digital design and manufacturing (CAD-CAM) is a technique that involves different procedures such as digitization, design and production of restorations that can be applied in clinical and laboratory settings. Currently, digital workflows are increasingly used and replacing the use of conventional printing materials. The objective of this study was to compare the vertical and horizontal dimensional precision presented by a model obtained from an intraoral scan when compared to models obtained in an analog way with different impression materials digitized by an extraoral scanner; having as a reference a standardized model.

Materials and methods: Eighteen samples, 12 conventional impressions (6 alginate, 6 addition silicone) that were taken and digitized (extraoral scan), with other 6 intraoral scans taken directly from a master cast, were analyzed with a software (GOM, inspect) including 11 vertical and horizontal measurements. The statistical analyses were performed with the Kruskal Wallis test for non-parametric data and one-way ANOVA:

Results: Statistically significant differences were found between the horizontal and vertical measurements. Less precision was observed in bilateral measurements that cross the midline in the posterior sector compared to unilateral measurements.

Conclusions: Greater precision was found in the intraoral scanner followed by addition silicone and alginate. Minor precision was found the larger the area of the measurement and when including crossed arc distances.

Keywords: Digitalization, intraoral scanner, desktop model scanner, dental impression material.

Resumo

Introdução e objetivos: Desenho e fabricação digital (CAD-CAM) é uma técnica que envolve diversos procedimentos como digitalização, desenho e produção de restaurações que podem ser aplicados em ambientes clínicos e laboratoriais. Atualmente, os fluxos de trabalho digitais são cada vez mais usados, substituindo o uso de materiais de impressão convencionais. O objetivo deste estudo é comparar a precisão dimensional vertical e horizontal apresentada por um modelo obtido a partir de uma varredura intraoral, versus modelos obtidos de forma analógica com diferentes materiais de moldagem digitalizados por um scanner extraoral; tendo como referência um modelo padronizado.

Materiais e métodos: A partir de um modelo mestre, impressões convencionais (6 alginato, 6 silicone de adição) foram tomadas, digitalizadas (varredura extraoral) e

6 varreduras intraorais, para um total de 18 amostras nas quais 11 medidas verticais e horizontais que foram analisados entre eles em um software (GOM, inspecionar). A análise estatística foi realizada com o teste de Kruskal Wallis para dados não paramétricos e ANOVA one-way.

Resultados: Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as medidas horizontais e verticais analisadas. Menos precisão nas medidas bilaterais que cruzam a linha média no setor posterior em comparação com as medidas unilaterais.

Conclusões: Maior precisão foi encontrada no scanner intraoral seguido de adição de silicone e alginato. Menor precisão foi encontrada quanto maior a medição e com distâncias de arco cruzado.

Palavras-chave: Digitalização, scanner intraoral, scanner de modelo de mesa, material de moldagem dentária.

Introducción

La toma de impresiones es una fase de vital importancia en la rehabilitación oral. Actualmente, los sistemas digitales han sido ampliamente popularizados ya que representan menor cantidad de pasos, por lo tanto, ahorro de tiempo y dinero para el clínico durante el proceso. Con el objetivo de mejorar los registros, haciendo un proceso más efectivo y preciso que las impresiones convencionales con elastómeros, el diseño y la manufactura digital (CAD-CAM) es una técnica que involucra diferentes procedimientos tales como la digitalización, el diseño y la producción de restauraciones que pueden ser aplicados en el ámbito clínico y de laboratorio (1). En la actualidad, los escaneos brindan mayor precisión que las técnicas convencionales como el alginato y la silicona de adición (2), además, ofrece altos índices de confiabilidad comparado con los leves cambios en dimensión reportados en los diferentes materiales de uso común (3) (4). Dicha digitalización, ofrece diferentes flujos de trabajo tal como el escaneo intraoral obteniendo archivos directos desde la boca, hasta un escaneo extraoral que se da a partir de un modelo obtenido de forma analógica (5) (6). Sin embargo, el punto más importante por analizar sobre estos sistemas es la estabilidad dimensional que cada uno de ellos ofrece (6).

Existen varios estudios que hablan sobre la estabilidad del resultado obtenido con las diferentes técnicas de escaneo digital versus impresiones convencionales (7). Sin embargo, en la literatura disponible no existen tantos estudios sobre las ventajas o desventajas de realizar escaneos sobre arcos completos, en únicos pilares o tramos cortos. Aún así, con la poca información disponible, se ha podido llegar a la

conclusión de que una impresión digital puede reemplazar por completo a una impresión convencional para procedimientos restaurativos (2). Vale la pena tener presente que algunos estudios reportan menor precisión al realizar escaneos de arco cruzado con escáneres intraorales (8)(9).

En la literatura actual, son necesarios nuevos estudios que comparen estos sistemas con los procedimientos convencionales para determinar su validez. Este estudio se realizó pensando en encontrar diferencias en la estabilidad dimensional con un flujo de trabajo híbrido. El objetivo de este estudio es comparar la estabilidad dimensional vertical y horizontal que presenta un modelo obtenido a partir de escaneo intraoral, versus un modelo obtenido de forma analógica de dos materiales de impresión diferentes digitalizados por un escáner extraoral; teniendo como referente un modelo maestro estandarizado.

Materiales y métodos

Modelo maestro

A partir de un tipodonto (PRO2002-UL-UP-FEM-28. NISSIN. Japón) se realizó un escaneo (Escáner de mesa D700 – 3Shape. Dinamarca) para obtener un archivo STL sobre el cual se realizaron perforaciones esféricas de 2mm de diámetro sobre los dientes 16, 26, 13, 23, entre 11 y 21, y rafe medio a nivel de primer molar. Estas perforaciones, están contenidas sobre unas bases en forma de prismas que permiten modificar la altura para alcanzar un mismo nivel en el plano horizontal. En

el rafé medio, se ubicó la base a una altura de 3mm paralela al plano horizontal; esto con el objetivo de estandarizar los análisis métricos (10). Se realizó una impresión de este archivo STL modificado en resina (Formlabs Photopolymer Resin, Dental Model FLDMBE01, Massachusset) e impresora (Formlabs 3D Printer Form 2, Massachusset), dicho modelo se tomó como referencia y se obtuvo una matriz en silicona (Elite Double 22, Zhermack, Italia). A partir de esta matriz, se realizó un vaciado en resina epoxica (Exakto-Form, 200gr, Bredent. Alemania) y se generó el modelo maestro. La decisión de vaciarlo en resina epoxica se basa en la máxima estabilidad dimensional reportada que ofrece el material con una deformación lineal de aproximadamente 0.17% por cada 100gr (7)(11).

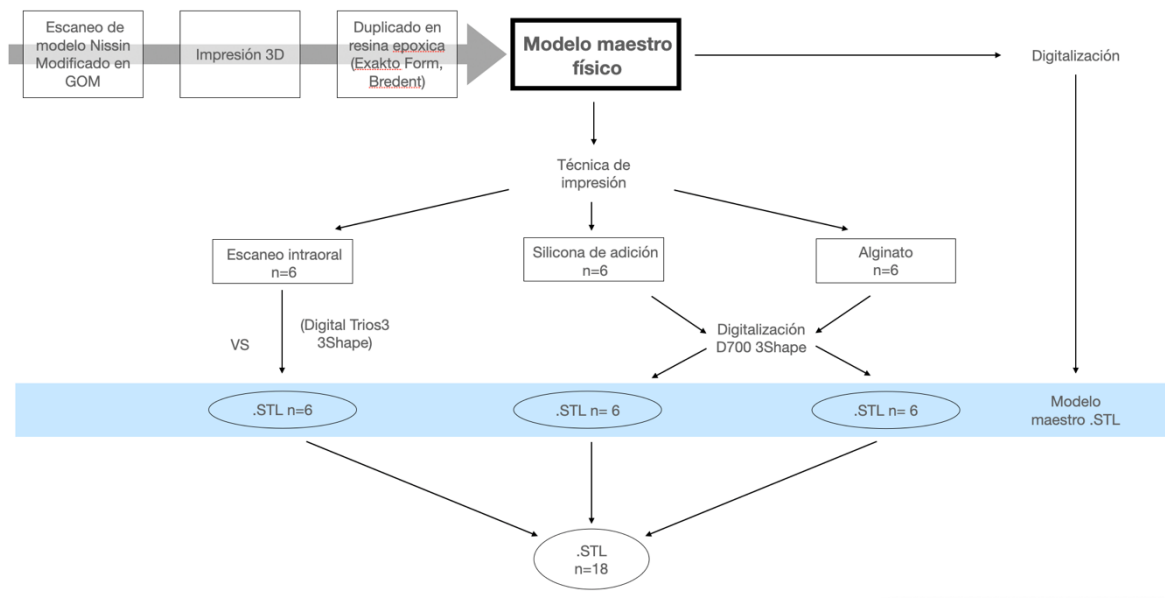


Imagen 1. Flujograma de obtención de modelo maestro y muestras.

Con el mismo software de análisis 3D (GOM Inspect Suite, Alemania) se obtienen las medidas del modelo maestro físico con una tolerancia hasta de 5 micras a través

de un escaner diseñado para análisis de estructuras 3D (Atos CORE 80 de GOM, Alemania). Estas medidas, se obtuvieron teniendo presente los puntos de referencia en el plano horizontal y vertical, con el objetivo de contar con los mismos puntos para la comparación de medidas. La formación de los planos se realizó de la siguiente manera: *Medidas horizontales*: distancia intercanina (DIC), distancia intermolar (DIM), distancia canino – molar unilateral derecha (DCMD), distancia canino derecho – molar izquierda (DCDMI), distancia canino – molar unilateral izquierda (DCMI), distancia canino izquierdo – molar derecha (DCIMD); *Medidas verticales*: línea media entre centrales – rafe medio palatino (LMR), canino derecho – rafe medio palatino (CDR), canino izquierdo – rafe medio palatino (CIR), molar derecho – rafe medio palatino (MDR), molar izquierdo – rafe medio palatino (MIR).

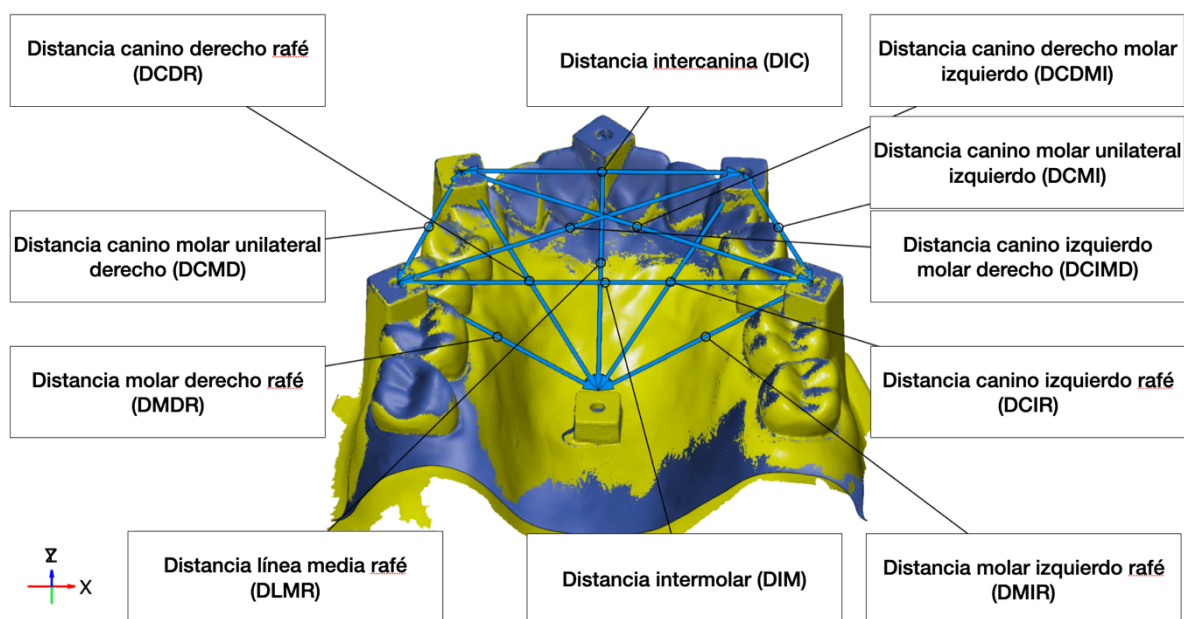


Imagen 2. Modelo maestro con puntos de referencias y sus distancias de medición, (siglas).

Obtención de las muestras

A partir del modelo maestro, se obtuvieron 6 muestras con Alginato (hidrocoloide irreversible Jeltrate Chromatic, Dentsply Sirona, Alemania) y 6 muestras con silicona de adición tipo liviana y regular, (President The original, Coltene. Dinamarca) con sus respectivos vaciados (Yeso tipo IV, Prima Rock, Whipmix. USA) siguiendo las recomendaciones de cada fabricante. Las tomas de impresiones con ambos materiales y sus respectivos vaciados se llevaron a cabo por el mismo operador para estandarizar ambas técnicas. Cada modelo en yeso se digitalizó en un escaner extraoral (D700 3 shape, Dinamarca) obteniendo 12 muestras digitales, más 6 escaneos directos del modelo maestro con un escaner intraoral (TRIOS 3 Basic, 3Shape. Dinamarca). Para obtener las muestras del escaner intraoral, un operador se calibró con el patrón de escaneo propuesto por la casa comercial, antes de tomar las 6 muestras correspondientes, ejecutó 4 escaneos del mismo modelo con la técnica sugerida (12). Se obtuvo un total de 18 muestras (archivos .STL).

Mediciones digitales

Posterior a la adquisición de muestras, se iniciaron las mediciones digitales de los archivos STL en un software de calibración (GOM Inspect Suite, Alemania), obteniendo las medidas a partir de la combinación de los puntos de referencia; generando en su unión planos horizontales y verticales. Todos los planos se midieron en cada una de las 18 muestras, y a partir de estos, se hizo la comparación entre el modelo maestro y cada muestra digital. En la confrontación, se generó un

mapa de color que indica el rango de distorsión (escala de 0 – 400 micras), sin definir la dirección de la misma. Adicional a esto, se evaluó la similitud de las medidas horizontales y verticales de cada muestra digital con el modelo maestro, en este caso, se identificó la dirección y magnitud de la distorsión en la estabilidad dimensional en micras (9) (13) (14).

Todas las muestras fueron analizadas en el software GOM Inspect Suite, Alemania. Para el control de posibles fallos aleatorios se estableció un valor alfa de 5% ($p < 0,005$) teniendo un intervalo de confianza del 95%. Con el fin de evitar equivocaciones durante la recolección de los números. se realizó una verificación por tres personas al ingresarlos en la tabla de excel. El error sistemático durante el análisis de los datos se controló haciendo las pruebas de normalidad e inferencia. Las cifras fueron recolectados en una hoja de cálculo de Excel (Microsoft, Seattle, WA). Se hizo una descripción de los resultados utilizando medidas de tendencia central (media, mediana y moda) para las variables cuantitativas (Estabilidad dimensional, distancia intercanina, distancia intermolar, distancia canino – molar unilateral derecha, distancia canino derecho – molar izquierda, distancia canino – molar unilateral izquierda, distancia canino izquierdo – molar derecha, distancia vertical – línea media entre centrales – rafe medio palatino, canino derecho – rafe medio palatino, canino izquierdo – rafe medio palatino, molar derecho – rafe medio palatino, molar izquierdo – rafe medio palatino). Para la inferencia de los datos, se utilizó el programa SPSS Statistics versión 22 (IBM, Armonk, NY) en donde se realizó la prueba de normalidad utilizando la distribución Shapiro Wilk, después de definir que los datos eran normales se realizó prueba de ANOVA de una vía.

Resultados

Tabla 1. Variables con valores de p, donde con * significa que el valor de $p < 0,05$ y representa una diferencia estadísticamente significativa.

<i>Variables</i>	<i>Valor p</i>
<i>Horizontales</i>	
• Unilaterales	
DCMDMAX	0,3592
DCMDX	0,0379*
DCMDY	0,2107
DCMIMAX	0,0034*
DCMIX	0,0830
DCMIY	0,0090*
• Bilaterales	
DICMAX	0,6646
DICX	0,6646
DICY	0,0320*
DIMMAX	0,0040*
DIMX	0,0040*
DIMY	0,0035*
DCDMIMAX	0,0264*
DCDMIX	0,0134*
DCDMIY	0,0575*
DCIMDMAX	0,0242*
DCIMDX	0,0125*
DCIMDY	0,0091*
<i>Verticales</i>	
DCDRMAX	0,1033
DCDRX	0,4414
DCDRY	0,0179*
DMDRMAX	0,0051*
DMDRX	0,0931
DMDRY	0,0717
DLMRMAX	0,0638
DLMRX	0,0123*
DLMRY	0,0218*
DCIRMAX	0,2168

DCIRX	0,0110*
DCIRY	0,0086*
DMIRMAX	0,0005*
DMIRX	0,0084*
DMIRY	0,0158*

Tabla 2. Valores $p < 0,05$, encontramos las variables con diferencias estadísticamente significativas y la comparación del promedio de las 3 técnicas de impresión (alginato, silicona y escaneo intraoral) con el modelo maestro (control).

Variable	Valor P	Promedio técnicas de impresión (μm)	Valor control Modelo maestro (μm)
Horizontales			
• Unilaterales			
DCMDX	0,0379*	9768,89	8178
DCMIMAX	0,0034*	21815,44	21783
DCMIY	0,0090*	19890	19849
• Bilaterales			
DICY	0,0320*	338,33	351
DIMMAX	0,0040*	53384	53323
DIMX	0,0040*	53384	53323
DIMY	0,0035*	42,66	57
DCDMIMAX	0,0264*	49485,22	49458
DCDMIX	0,0134*	45161,83	45145
DCDMIY	0,0575*	20228,39	20199
DCIMDMAX	0,0242*	47817,33	48611
DCIMDX	0,0125*	42925,61	44348
DCIMDY	0,0091*	19957,94	19905
Verticales			
DCDRY	0,0179*	20791,67	20761

DMDRMAX	0,0051*	32066,83	32056
DLMRX	0,0123*	801,66	697
DLMRY	0,0218*	27327,56	27277
DCIRX	0,0110*	12526,98	18603
DCIRY	0,0086*	20453,33	20410
DMIRMAX	0,0005*	33677,39	33550
DMIRX	0,0084*	27693,83	27579
DMIRY	0,0158*	563,27	562

Para las medidas: DCMDx, DCMIMax, DCDMIy, DICy, DIMMax, DIMy, DIMx, DCDMIMax, DCDMIx, DCDMIy, DCIMDMax, DCIMDx, DCIMDy, DCDRy, DMDRMax, DLMRx, DLMRy, DCIRMax, DCIRy, DMIRMax, DMIRx, y DMIRy, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las muestras y el modelo maestro (control).

Medidas horizontales

Al comparar la diferencia en la estabilidad dimensional de las distancias horizontales unilaterales y bilaterales; se encontró que las distancias que cruzan la línea media son las que mayor variación presentan; además fue evidente que mientras mayor sea la distancia a medir mayor es la distorsión, teniendo presente que la estabilidad dimensional solo se vio comprometida en una medida DICy $p=0,032^*$ en el sector anterior, comparado con DIM en las 3 variables (DIMMax $p=0,004^*$, DIMx $p=0,004^*$, DIMy $p=0,0035^*$).

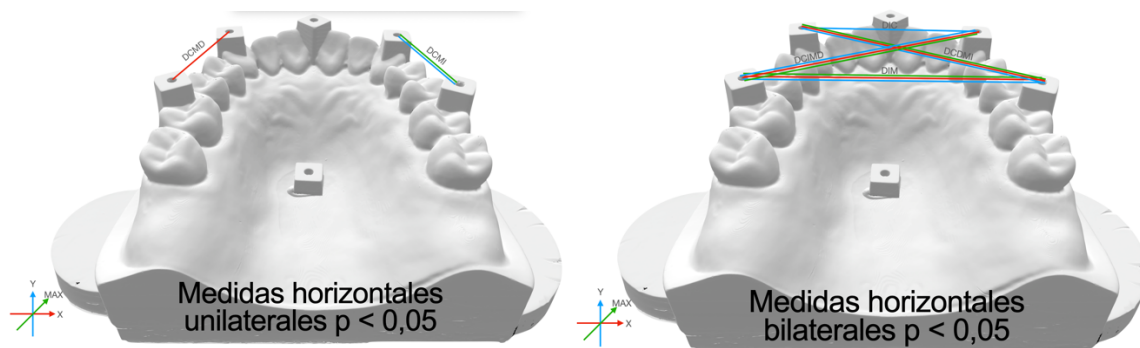


Imagen 3. Vista de medidas horizontales de modelo maestro. A. Medidas horizontales unilaterales que presentan diferencias estadísticamente significativas en el plano horizontal. B. Medidas horizontales bilaterales que presentan diferencias estadísticamente significativas en el plano horizontal. Con color rojo se representa *eje x*, con color azul se representa *eje y* y con color verde se representa la *distancia máxima* entre dos puntos.

Medidas verticales

En general, se evidenció que todas las medidas en algunas de las variables verticales evaluadas presentaron valores de p con diferencias estadísticamente significativas. Además, se observó que mientras mayor sea la distancia a medir, mayor es la variación encontrada. Vale la pena destacar que la medida más extensa (DMIR) presentó gran diferencias en las 3 variables analizadas.

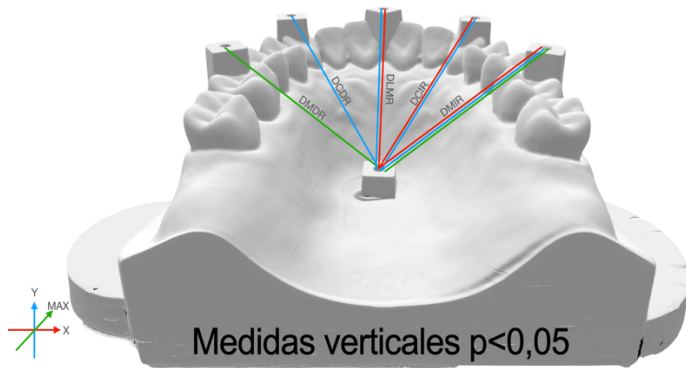


Imagen 4. Vista de medidas verticales del modelo maestro. Representación por colores de las medidas verticales que presentan diferencias estadísticamente significativas. Con color rojo se representa *eje x*, con color azul se representa *eje y*, y con color verde se representa la *distancia máxima* entre dos puntos.

Respecto a las medidas unilaterales horizontales, se observó, que el escaner intraoral presenta mejores resultados en cuanto a estabilidad dimensional. En las medidas bilaterales horizontales, es decir, las que sobrepasan la línea media; se encontró que no hay diferencia significativa entre escaneo intraoral y la impresión en silicona al ser comparadas con el modelado maestro. De igual forma, en las medidas verticales, el escaner intraoral presentó la mejor estabilidad dimensional.

Cuando se compararon las discrepancias de los diferentes materiales de impresión y técnicas en los planos horizontales y verticales, encontramos que todos los métodos de impresión presentan mayor distorsión en el plano horizontal, especialmente, en medidas que sobrepasan la línea media. Se pudo inferir que el alginato es el que presenta mayor variación, seguido de la silicona, y por último, el escaner intraoral.

Discusión

En este estudio, la precisión dimensional fue evaluada por medio de la técnica de superposición, donde se compararon las diferentes muestras con el modelo maestro teniendo en cuenta rangos aceptados por la ADA de máximo 100um de distorsión. Con base en investigaciones anteriores, se decidió partir de un modelo tipodonto, digitalizarlo y realizarle modificaciones en un software que permitieran estandarizar los puntos de medición con mayor precisión, para facilitar la toma de medidas, y eliminar variables como la anatomía dental que cambia entre modelos (15). Este diseño, incluía aletas sobre la base de los modelos para permitir el retiro de las impresiones convencionales, estandarizando así la técnica de remoción. Con la intención de evitar cambios dimensionales, se decidió vaciar el modelo maestro en resina epoxica 0.17% , un material con menor distorsión que la resina de impresión esterolitografica (16) (17).

Se realizaron impresiones con silicona de adición técnica a un paso. Franco y col. compararon las impresiones a un solo paso versus a 2 pasos y encontraron que las impresiones a un solo paso con silicona presentan menores discrepancias, soportando la técnica de un paso utilizada (18). Otros autores, recomiendan el uso de impresiones intraorales digitales en el ámbito clínico por su mayor precisión. Sason y col. encontraron en su investigación que los escaneros intraorales presentan mayor precisión y veracidad que los escaner extraorales (19).

Ender y col. en su investigación, al comparar la precisión de impresiones de arco completo en alginato, silicona de adición, escaneo intraoral y escaneo extraoral, encontraron que el escaner intraoral es el más preciso de las técnicas, sugiriendo incluso que el escaner intraoral muestra mejores resultados que el escaner extraoral (20).

Nedelcu y col. observaron que al comparar la precisión de 3 marcas diferentes de escaneres intraorales con una técnica convencional de alginato, se encuentra mayor precisión en los escaneres True definition y TRIOS3, comparado con la Omnicam (21). Ellos ,concluyen que el uso del escaner intraoral puede reemplazar las impresiones convencionales cuando se van a restaurar hasta 10 dientes sin extensiones edentulas.

A partir de los resultados obtenidos en esta investigación, se define que las medidas con mayores diferencias son las medidas transversales cuando sobrepasan la línea media, teniendo en cuenta que, las mayores diferencias se encontraron en alginato, seguido de la silicona, y el escaneo intraoral. Carvalho y col. encontraron en su investigación que al comparar el uso de escaner intraoral y métodos de impresión convencionales de arcos completos, la distorsión de los escaneos intraorales era mayor en zona específicas, pero que no dejaban de ser tan precisos como los métodos convencionales. Esta investigación, usó una metodología similar con un modelo maestro control y muestras comparadas entre sí; que demostraron que las impresiones con escaneos intraorales son menos precisas que los materiales convencionales, como la silicona de adición cuando de arcos completos se hablaba, obteniendo resultados diferentes a los del presente estudio (22).

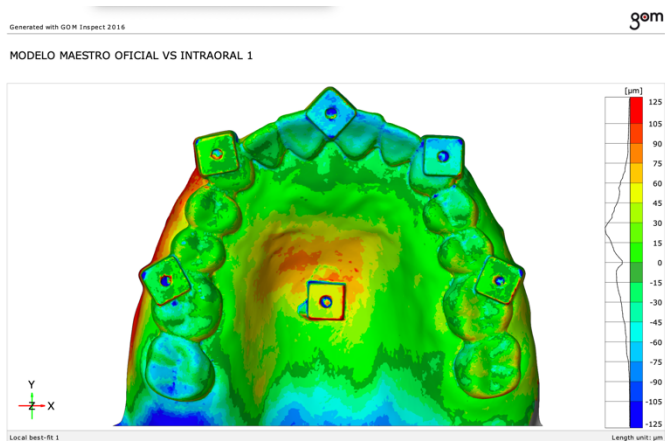


Imagen 5. Mapa de color. Ilustración de superposición de modelo maestro (control) vs. Muestra 1 de escaneo intraoral. Rango de 15 micras de distorsión con un maximo de 125micras.

Ender y col. mencionaron que el escaner intraoral puede ser un método eficaz para reemplazar la silicona y el alginato como técnica de impresión convencional (8). Por otro lado, Park y col. encontraron que comparando varios escaneres introrales, el TRIOS3 fue el que mejores resultados presentó en cuanto a estabilidad dimensional en distancias cruzadas (23). Estos resultados, coinciden con los obtenidos en esta investigación, donde el modelo obtenido a partir del escaner intraoral fue el que mayor similitud tuvo con el modelo maestro.

Es importante mencionar que dentro de las limitaciones de este estudio está el número de muestra limitado ($n=18$). Quizás, al aumentar la cantidad de observaciones, es posible encontrar variaciones en los resultados encontrados. La forma de estandarización del modelo maestro, que no se puede extrapolar a la

situación clínica, además de que por el comportamiento de los materiales se debió cambiar el punto referente de medición del rafe medio y que no se pudo definir el error inducido a los resultados, se debe tener en cuenta en futuras investigaciones.

En este caso, se usaron solo dos materiales de impresión convencionales, pero en el mercado existen otros que incluso presentan un comportamiento químico diferente, que podría ser interesante tenerlo en cuenta. Próximos estudios deben contar con un mayor número de muestras, y posibles condiciones *in vivo*, realizando superposiciones en rugas palatinas como estructura para confirmar los resultados obtenidos en este estudio.

Conclusión

Teniendo en cuenta las limitaciones de este estudio se podría concluir que:

1. El escaner intraoral presenta mayor fidelidad a la hora de evaluar precisión dimensional, seguido de la silicona de adición, y alginato.
2. Entre las tres técnicas de impresión, el alginato fue el que presentó mayores distorsiones respecto a la impresión con silicona y el escaneo intraoral.
3. Sobre las distancias evaluadas en el plano horizontal, las que presentan mayor variación son las distancias en arco cruzado.
4. Sobre las distancias evaluadas en el plano vertical, todas las medidas presentaron variaciones estadísticamente significativas.
5. Entre mayor es la distancia a medir, mayor es la diferencia al comparar las muestras con el modelo maestro (control).

Referencias

1. Rekow ED. Digital dentistry: The new state of the art — Is it disruptive or destructive? *Dent Mater.* enero de 2020;36(1):9-24.
2. Tomita Y, Uechi J, Konno M, Sasamoto S, Iijima M, Mizoguchi I. Accuracy of digital models generated by conventional impression/plaster-model methods and intraoral scanning. *Dent Mater J.* 26 de julio de 2018;37(4):628-33.
3. Faria ACL, Rodrigues RCS, Macedo AP, Mattos M da GC de, Ribeiro RF. Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. *Braz Oral Res.* diciembre de 2008;22(4):293-8.
4. Cervino G, Fiorillo L, Herford A, Laino L, Troiano G, Amoroso G, et al. Alginate Materials and Dental Impression Technique: A Current State of the Art and Application to Dental Practice. *Mar Drugs.* 29 de diciembre de 2018;17(1):18.
5. Bohner LOL, De Luca Canto G, Marció BS, Laganá DC, Sesma N, Tortamano Neto P. Computer-aided analysis of digital dental impressions obtained from intraoral and extraoral scanners. *J Prosthet Dent [Internet].* abril de 2017 [citado 10 de agosto de 2018]; Disponible en: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022391317300513>
6. Emad A. Albdour, Eman S, Vranckx M, Mangano FG, Politis C, Jacobs R. A novel in vivo method to evaluate trueness of digital impressions. *BMC Oral Health.* 3 de julio de 2018;18:1-7.

7. Kirschneck C, Kamuf B, Putsch C, Chatwani S, Bizhang M, Danesh G. Conformity, reliability and validity of digital dental models created by clinical intraoral scanning and extraoral plaster model digitization workflows. *Comput Biol Med.* 28 de junio de 2018;100:114-22.
8. Ender A, Zimmermann M, Mehl A. Accuracy of complete- and partial-arch impressions of actual intraoral scanning systems in vitro. *Int J Comput Dent.* :10.
9. Sun L, Lee J-S, Choo H-H, Hwang H-S, Lee K-M. Reproducibility of an intraoral scanner: A comparison between in-vivo and ex-vivo scans. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* agosto de 2018;154(2):305-10.
10. Muallah J, Wesemann C, Nowak R, Robben J, Mah J, Pospiech P, Bumann A. Accuracy of full-arch scans using intraoral and extraoral scanners: an in vitro study using a new method of evaluation. *Int J Comput Dent.* 2017;20(2):151-64.
11. Camardella LT, Breuning H, de Vasconcellos Vilella O. Accuracy and reproducibility of measurements on plaster models and digital models created using an intraoral scanner. *J Orofac Orthop Fortschritte Kieferorthopädie.* mayo de 2017;78(3):211-20.
12. Vág J, Nagy Z, Simon B, Mikolicz Á, Kövér E, Mennito A, et al. A novel method for complex three-dimensional evaluation of intraoral scanner accuracy. *Int J Comput Dent.* :11.
13. 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 Materials J.* 2017;36(4):402-7.

14. Lee H, Cha J, Chun Y-S, Kim M. Comparison of the occlusal contact area of virtual models and actual models: a comparative in vitro study on Class I and Class II malocclusion models. 2018. 18(109):9.
15. Accuracy and efficiency of full-arch digitalization and 3D printing: A comparison between desktop model scanners, an intraoral scanner, a CBCT model scan, and stereolithographic 3D printing. Quintessence Int. 10 de noviembre de 2016;48(1):41-50.
16. Analysis of the Mechanical Behavior and Surface Rugosity of Different Dental Die Materials [Internet]. [citado 3 de octubre de 2020]. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5343681/>
17. Camardella LT, de Vasconcellos Vilella O, Breuning H. Accuracy of printed dental models made with 2 prototype technologies and different designs of model bases. Am J Orthod Dentofacial Orthop. junio de 2017;151(6):1178-87.
18. Franco EB, da Cunha LF, Herrera FS, Benetti AR. Accuracy of Single-Step versus 2-Step Double-Mix Impression Technique. ISRN Dent. 2011;2011:1-5.
19. Gursharan KS, Gaurang M, Rubina T, Shetty O. A comparative evaluation of intraoral and extraoral digital impressions: An in vivo study. J Indian Prosthodont Soc. junio de 2018;18(2):108-16.
20. Ender A, Attin T, Mehl A. In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. J Prosthet Dent. marzo de 2016;115(3):313-20.
21. 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.

22. Carvalho TF, Lima JFM, de-Matos JDM, Lopes G da RS, Vasconcelos JEL de, Zogheib LV, et al. Evaluation of the Accuracy of Conventional and Digital Methods of Obtaining Dental Impressions. Int J Odontostomatol. diciembre de 2018;12(4):368-75.

23. Park H-N, Lim Y-J, Yi W-J, Han J-S, Lee S-P. A comparison of the accuracy of intraoral scanners using an intraoral environment simulator. J Adv Prosthodont. 2018;10(1):58.