



International journal of interdisciplinary dentistry

ISSN: 2452-5588

ISSN: 2452-5596

Sociedad de Periodoncia de Chile Implantología
Rehabilitación Odontopediatría Ortodoncia

Páez-Covarrubias, Nicolás; Zura, Manuel; Norambuena-Lama, Oscar; Vergara-Núñez, Cristian
Fotogrametría de modelos dentales de yeso

International journal of interdisciplinary dentistry, vol. 17, núm. 1, 2024, pp. 24-26

Sociedad de Periodoncia de Chile Implantología Rehabilitación Odontopediatría Ortodoncia

DOI: <https://doi.org/10.4067/S2452-55882024000100024>

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=610077837006>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

UAEH
redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc

Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

Fotogrametría de modelos dentales de yeso.

Photogrammetry of dental plaster models.

Nicolás Páez-Covarrubias¹, Manuel Zura^{2*}, Oscar Norambuena-Lama¹, Cristian Vergara-Núñez².

1. Cirujano dentista, práctica privada. Santiago, Chile.

2. Departamento del Niño y Ortopedia Dentomaxilar, Facultad de Odontología, Universidad de Chile, Santiago, Chile.

* Correspondencia Autor: Zura Manuel | Dirección: Olivos 943 Independencia (8380544). Santiago de Chile | Teléfono: +562 2978 1841 | E-mail: mzura@odontologia.uchile.cl

Trabajo recibido el 16/01/2023

Trabajo revisado 06/06/2023

Aprobado para su publicación el 21/06/2023

ORCID

Nicolás Páez-Covarrubias:

ORCID: 0009-0006-0725-1269

Manuel Zura:

ORCID: 0009-0007-6702-0240

Oscar Norambuena-Lama:

ORCID: 0009-0000-4817-9247

Cristian Vergara-Núñez:

ORCID: 0000-0002-9895-8238

RESUMEN

El presente estudio busca definir los parámetros de la cámara fotográfica y encuadre de la imagen para generar fotografías estandarizadas a modelos dentales de yeso que permitan realizar mediciones intermaxilares a través de fotogrametría, y que estas distancias sean tan confiables y válidas como el registro físico. Se realizó medición directa de los modelos con compás de Korkhaus y medición indirecta a través de fotogrametría digital, evaluando si existía diferencia estadística entre ambas mediciones. Como resultado, no se observaron diferencias significativas entre el protocolo digital con un objetivo 100 mm y magnificación 1:4 en comparación con las mediciones directas, por lo que se concluye que con los parámetros seleccionados se logra una adecuada precisión en la fotogrametría respecto a la medición directa.

PALABRAS CLAVE

Fotogrametría; Fotografía; Modelo de yeso; Estandarización.

Int. J. Inter. Dent Vol. 17(1); 24-26, 2024.

ABSTRACT

This study aims to compare the different parameters of the photographic camera with the digital image framing to standardize dental model photography, in order to take intermaxillary measurements through photogrammetry, and so that these distances are as reliable and valid as the physical record. Direct measurement of the models was made with a Korkhaus compass, and indirect measurement through digital photogrammetry, evaluating whether there was a statistical difference between both measurements. As a result, no significant differences were observed between the digital protocol with a 100 mm objective and 1:4 magnification and the direct measurements. It is concluded that with the selected parameters, adequate precision is achieved in photogrammetry, when compared to the direct measurement.

KEY WORDS

Photogrammetry; Photography; Plaster model; Standardization.

Int. J. Inter. Dent Vol. 17(1); 24-26, 2024.

INTRODUCCIÓN

El análisis de modelos dentales de yeso es considerado una parte esencial del tratamiento odontológico⁽¹⁻⁴⁾. Son usados para evaluar la oclusión y realizar mediciones de manera más fácil y precisa que en la boca del paciente⁽²⁾.

Malik et al⁽⁵⁾ plantean que, si se logra obtener la misma información de los modelos de yeso, pero de manera digital, entonces se eliminan los problemas de espacio, costo de almacenamiento y riesgo de daños, otorgando además la posibilidad de compartir registros digitales con otros profesionales⁽¹⁾.

Si bien distintos estudios han propuesto mediciones fotogramétricas y estandarizaciones de la cámara en toma de fotografías intraorales o de modelos dentales de yeso⁽⁵⁻⁹⁾, ninguno ha estudiado aún la confiabilidad y validez de la fotogrametría digital a modelos dentales de yeso versus su medición directa.

Es por esta razón que el presente estudio, desprendido de una tesis de grado de uno de los autores, busca comparar los distintos parámetros de la cámara fotográfica y encuadre de la imagen digital, para estandarizar la fotogrametría de modelos odontológicos de yeso.

METODOLOGÍA

Se llevó a cabo un estudio observacional analítico. Se trabajó con modelos dentales de yeso de hombres y mujeres con dentición mixta segunda fase o dentición permanente. Se realizaron 3 medidas por cada par de modelos dentales de yeso y para que la muestra fuese significativa

se determinó que se necesitaban como mínimo 25 pares de modelos según formula de tamaño muestral, con un poder estadístico de 0.8 según el software G*Power 3.1.9.7 for Windows. Es por esto, que en este estudio se trabajó con 38 pares de modelos.

Criterios de inclusión:

- Modelos dentales de ambas arcadas de hombres y mujeres con dentición mixta segunda fase o dentición permanente.
- Par de modelos dentales con integridad total de al menos 1 incisivo central y ambos caninos inferiores.

Criterios de exclusión:

- Fotografía con falta de paralelismo entre la cámara y el modelo de yeso que dificulta una correcta fotogrametría digital.

Medidas y puntos de referencia a considerar

Se realizó medición directa de los modelos a través de un compás de Korkhaus y medición indirecta a través de fotogrametría digital. Las medidas directas fueron tomadas por un sólo operador experto y se explican en la imagen a continuación:

Se usaron estas distancias porque son de interés odontológico, objetivas, posibles de replicar y además han sido reportadas en estudios similares^(1, 5, 6, 9, 10).

Fotografía estandarizada a modelos dentales de yeso

Las fotografías fueron tomadas con una cámara réflex digital marca Pentax KP.

El set fotográfico incluyó un posicionador tanto para los modelos como para la cámara, que permitieron generar una relación perpendicular entre la cámara y el modelo dental de yeso. Se han utilizado dispositivos similares en estudios anteriores^(1, 8, 11).

Parámetros a comparar: Se utilizaron 2 lentes macro, de 50 mm y 100 mm, considerados como los más adecuados en fotografía intraoral^(12,13,14). Además, cada tipo de lente se utilizó con 2 tipos de magnificaciones (1:4 y 1:5) que permitieron generar un encuadre adecuado a una distancia objetivo-sujeto posible de reproducir en contexto clínico.

Parámetros fijos: Se usó la velocidad de obturación más rápida (1/125 segundos) y el ISO más bajo (100) posible con apoyo de un flash anular programado en manual. El número f ideal a utilizar fue f 22. El enfoque óptimo en fotografías frontales fue el diente canino, y en fotografías oclusales fue a nivel del plano oclusal a la altura de los premolares⁽¹²⁾. La distancia objetivo-sujeto se determinó para cada combinación de objetivo fotográfico y magnificación. Con todos estos parámetros utilizados y sus valores se genera la estandarización fotográfica realizada en este estudio.

Almacenamiento

Según los parámetros a comparar se realizaron 12 fotos por cada par de modelos: 4 fotos frontales y 4 oclusales a cada modelo superior y 4 fotos oclusales a cada modelo inferior. Todas las imágenes se almacenaron en formato RAW. Además, estas se organizaron, editaron y revelaron a través del programa Adobe Photoshop Lightroom. La fotogrametría se realizó a través del software UTHSCSA ImageTool 3.0.

Calibración

Inicialmente, los observadores fueron calibrados obteniendo un coeficiente kappa de 0.875 que corresponde a una fuerza de concordancia "casi perfecta". Posteriormente, utilizando la regla milimetrada ubicada en cada fotografía, se ajustó la conversión de píxeles a milímetros dentro del programa ImageTool.

Análisis estadístico

Se analizaron los datos obtenidos con el software Stata 14.0 S/E. Se determinó el tipo de distribución de la muestra con test de Shapiro Wilk y, para determinar si existía o no diferencia estadística entre la medida real y la obtenida en la fotografía, se usó T-Test no pareado para muestras independientes cuando la distribución fue normal, y test de Wilcoxon cuando fue no normal.

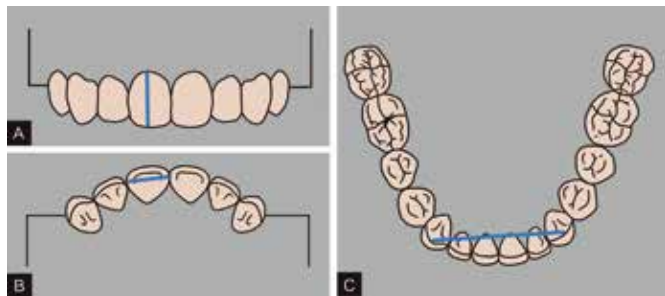


Figura 1: A. Altura del Incisivo central superior derecho, desde cent gingival a borde incisal, paralelo al eje mayor del diente. B. Ancho de la corona del incisivo central superior derecho, desde la parte más distal hasta la más mesial visible. C. Distancia intercanina inferior, desde la punta de la cúspide canina derecha hasta la punta de la cúspide canina izquierda.

RESULTADOS

El conjunto de parámetros que obtuvo el mejor rendimiento tanto individual como general fue el conjunto de lente 100 mm y magnificación 1:4 que presentó una diferencia promedio general de 0,03 mm con respecto a la medición. Si bien el conjunto de lente 50 mm y magnificación 1:5 presentó la misma diferencia promedio general, este no presentó un rendimiento tan preciso en los parámetros individuales, presentando una diferencia de 0.17 mm para la altura y 0.12 mm para el ancho, en comparación a los 0.02 mm y 0.09 mm que presentó el conjunto de 100 mm y magnificación 1:4. La menor precisión se obtuvo con el parámetro de lente 100 mm y magnificación 1:5, arrojando una diferencia promedio total de 0.16 mm, y una diferencia promedio de 0,26 mm para la distancia intercanina.

Según test Shapiro-Wilk, todas las mediciones presentaron una distribución normal, excepto la medición del ancho con lente de 50 mm y magnificación de 1:4. Según T-Test y test de Wilcoxon para la medida antes mencionada, se determinó que no existió diferencia estadística entre las mediciones realizadas de forma directa e indirecta.

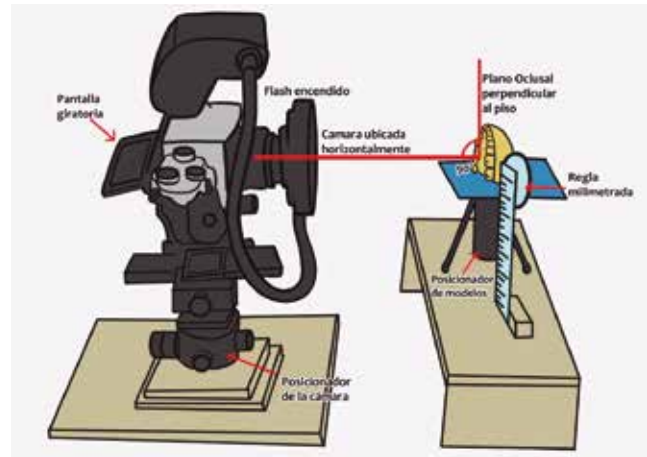


Figura 2: Set fotográfico con los elementos y posiciones utilizadas en la estandarización fotográfica a modelos dentales de yeso.

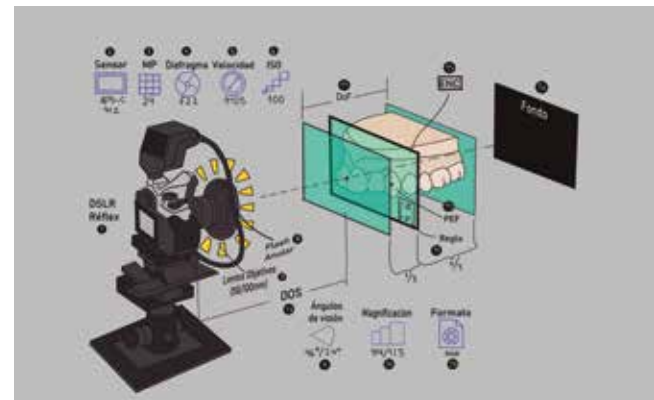


Figura 3: Parámetros estandarizados en las fotografías realizadas en este estudio: (1) Réflex DSLR (2) Sensor APS-C (3) 24 MP (4) f 22 (5) Velocidad 1/125 (6) ISO 100 (7) Lentes Objetivos de 50/100 mm (8) Flash anular (9) Ángulos de visión de 46°/24° (10) Magnificación 1:4/1:5 (11) Regla milimetrada (12) DOS= Distancia objetivo-sujeto (13) PEF= Punto de enfoque (14) DoF= Profundidad de campo (15) ENC= Encuadre (16) Fondo negro (17) Formato de imagen RAW



Figura 4: Fotografías realizadas en este estudio que consideran una visión oclusal superior (A), oclusal inferior (B) y frontal (C).

Tabla 1: Distancia obtenida a partir del encuadre ideal a toda la arcada según cada lente y tipo de magnificación.

Objetivo fotográfico	Magnificación	Distancia
50 mm	1:4	30 cm
100 mm	1:4	57 cm
50 mm	1:5	36 cm
100 mm	1:5	70 cm

DISCUSIÓN

Si bien se encuentran numerosas publicaciones y guías sobre fotografías intraorales⁽¹⁵⁻¹⁹⁾, existen pocos estudios sobre fotografía a modelos dentales de yeso^(5,8) y en ninguno se comparan los parámetros de la cámara utilizados para fotogrametría digital a la vez que se evalúa la confiabilidad y validez de los resultados obtenidos.

En este trabajo de investigación se pudo constatar que, si bien el lente

Tabla 2: Diferencia promedio en milímetros entre medición directa y fotogrametría.

	Lente	Magnificación	Altura	Ancho	Intercanino	Promedio total	Fotogrametría v/s Medición directa
Fotogrametría (mm)	50	1:04	10.25	9.10	27.48	15.61	0.07
	50	1:05	10.21	9.07	27.42	15.57	0.03
	100	1:04	10.06	9.10	27.36	15.51	0.03
	100	1:05	10.02	9.02	27.11	15.38	0.16
Medición directa (mm)			10.04	9.19	27.37	15.54	0.00

macro de 50 y 100 mm presentan diferencias ópticas, su rendimiento es óptimo cuando son usados con parámetros estandarizados. Los resultados obtenidos indican que las diferencias medias entre el método directo y fotogramétrico no mostraron diferencias estadísticas, además estas se encuentran por debajo del límite de resolución del ojo humano al igual que lo publicado en el estudio de Normando et al, el año 2011⁽⁷⁾ sobre fotogrametría a fotografías intraorales.

En los estudios realizados por Morris et al, 2019⁽²⁰⁾ y Stuani et al, 2019⁽²¹⁾, se compararon técnicas de fotogrametría digital versus la medición directa, donde las desviaciones no alcanzaron significancia clínica más allá de 0.5 mm de acuerdo a los estándares determinados por la American Board of Orthodontics (ABO). Por otra parte, Revilla et al, 2019⁽²²⁾ concluyó que las mediciones realizadas por scanner intraoral fueron más precisas que las realizadas a través de fotogrametría; sin embargo las mediciones fotogramétricas no presentaron diferencias significativas. Según Zotti et al, 2022 la fotogrametría es una alternativa viable al scanner intraoral⁽²³⁾, similar a lo reportado por Molinero et al, 2019 pero en el área de la implantología.⁽²⁴⁾ De estos estudios se concluye que la fotogrametría a modelos de yeso dental entrega resultados rápidos⁽²⁴⁾, accesible, viables y a un menor costo⁽²³⁾.

Es por esto que, el método propuesto en este estudio podría considerarse confiable y refuerza su uso como una forma de obtener medidas del tamaño dentario y dimensiones del arco dental. Se cree que la comparación de distintos conjuntos de parámetros influyó favorablemente en la determinación de un método fotogramétrico preciso, ya que en la búsqueda de una misma composición fotográfica se evaluó el rendimiento

de cada conjunto sometido al mismo tipo de error. Finalmente, el hecho de contar con un método fotogramétrico estandarizado para fotografía a modelos dentales de yeso nos permite una alternativa confiable cuando necesitemos almacenar modelos en formato digital o compartirlo con otros profesionales⁽²⁵⁾.

CONCLUSIONES

Este estudio concluye que la fotogrametría digital estandarizada con el protocolo propuesto, es decir: encuadre a 57 cm, lente macro de 100 mm, magnificación de 1:4, f 22, velocidad de obturación de 1/125, ISO 100, flash anular completo, fondo negro y regla milimetrada, corresponde al conjunto de parámetros que proporcionó mayor fidelidad respecto a la medición directa, con una diferencia total de 0.03 mm.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener conflicto de interés.

FUENTE DE FINANCIAMIENTO

Este trabajo no cuenta con financiamiento alguno.

RELEVANCIA CLÍNICA

JUSTIFICACIÓN CIENTÍFICA DEL ESTUDIO

Los modelos dentales de yeso son esenciales en la planificación terapéutica en Odontología. Su dificultad de almacenaje y perpetuidad en el tiempo sugiere buscar alternativas funcionales de registro como la fotogrametría aplicada en fotografías estandarizadas.

PRINCIPALES RESULTADOS

Las fotografías estandarizadas a modelos dentales de yeso usando lente macro de 100 mm, magnificación 1:4, f 22, en 1/125 segundos e ISO 100, presentan el mayor grado de similitud a través de fotogrametría respecto a la realidad.

CONSECUENCIAS PRÁCTICAS

Aportar con la estandarización de un método fotogramétrico para almacenaje digital en 2 dimensiones de modelos dentales de yeso.

Bibliografía

1. Burgos-Arcega NA, Scougall-Vilchis RJ, Morales-Valenzuela AA, Hegazy-Hassan W, Lara-Carrillo E, Toral-Rizo VH, et al. Agreement of the discrepancy index obtained using digital and manual techniques—A comparative study. *Applied Sciences*. 2022; 12(12):6105. DOI: 10.3390/app12126105

2. Cuperus AMR, Harms MC, Rangel FA, Bronkhorst EM, Schols JGJH, Breuning KH. Dental models made with an intraoral scanner: A validation study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2012;142(3):308-13. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.03.031.

3. Wiranto MG, Engelbrecht WP, Tutein Nolthenius HE, van der Meer WJ, Ren Y. Validity, reliability, and reproducibility of linear measurements on digital models obtained from intraoral and cone-beam computed tomography scans of alginate impressions. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2013;143(1):140-7. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.06.018.

4. Rungrojwittayakul O, Kan JY, Shiozaki K, Swamidass RS, Goodacre BJ, Goodacre CJ, et al. Accuracy of 3D printed models created by two technologies of printers with different designs of model base. *J Prosthodont*. 2019;9(29):124-8. doi: 10.1111/jopr.13107.

5. Malik OH, Abdi-Oskouei M, Mandall NA. An alternative to study model storage. *Eur J*. 2009;1(31):156-9. doi: 10.1093/ejo/cjn071.

6. Al-Khatib A, Rajion Z, Masudi S, Hassan R, Anderson P, Townsend G. Tooth size and dental arch dimensions: a stereophotogrammetric study in Southeast Asian Malays. *Orthod Craniofac Res*. 2011;14(4):243-53. doi: 10.1111/j.1601-6343.2011.01529.x.

7. Normando D, Lima da Silva P, Mendes AM. A clinical photogrammetric method to measure dental arch dimensions and mesio-distal tooth size. *Ortodoncia Eur J*. 2011 Jan;33(6):721-6. doi: 10.1093/ejo/cjq149.

8. Jackson TH, Kirk CJ, Phillips C, Koroluk LD. Diagnostic accuracy of intraoral photographic orthodontic records. *J Esthet Restor Dent*. 2018;31(1):64-71. doi: 10.1111/jerd.12426.

9. Bertl K, Bertl MH, Gotfredsen K, Heimel P, Lettner S, Bertl W, et al. Reproducibility of intraoral photography for pink and white tissue assessment- Is it worth the hassle? *J Prosthodont Res*. 2019;63(4):404-10. doi: 10.1016/j.jpor.2019.04.001.

10. Moussa C, Hardan L, Kassis C, et al. Accuracy of dental photography: professional vs. smartphone's camera. *Biomed Res Int*. 2021;2021:3910291. doi: 10.1155/2021/3910291.

11. Almasoud N, Bearn D. Little's irregularity index: Photographic assessment vs study model assessment. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2010;138(6):787-94. doi: 10.1016/j.ajodo.2009.01.031.

12. Ahmad I. Digital dental photography. Part 4: choosing a camera. *Br Dent J*. 2009;206(11):575-81. doi: 10.1038/sj.bdj.2009.476.

13. Pasquali P. *Photography in clinical medicine*. Suiza: Editorial Springer; 2020.

14. Gaujoux S, Ceribelli C, Goudard G, Khayat A, Leconte M, Massault P-P, et al. Best practices to optimize intraoperative photography. *J Surg Res*. 2016;201(2):402-7. doi: 10.1016/j.jss.2015.11.048.

15. Wander P. Clinical dental photography in orthodontic practice. *Prim Dent J*. 2016;5(4):38-44. doi: 10.1308/205016816820209488.

16. Wagner DJ. A beginning guide for dental photography. *Dent Clin North Am*. 2020;64(4):669-96. doi: 10.1016/j.cden.2020.07.002.

17. Institute of Medical Illustrators. National Guidelines. [Internet]. Institute of Medical Illustrators. 2019. Available from: <https://www.imi.org.uk/resources/professional-resources/national-guidelines/>

18. Jerrold L, Schulte M, Isaacs Henry J. Can intraoral photography replace plaster and digital models in clinical practice? A preliminary investigation. *J Clin Orthod*. 2019;53(2):84-99.

19. Jakowenko J. Clinical photography. *J Telemed Telecare*. 2009 Jan;15(1):7-22. doi: 10.1258/jtt.2008.008006.

20. Morris RS, Hoyer LN, Elnagar MH, et al. Accuracy of dental monitoring 3D digital dental models using photograph and video mode. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2019;156(3):420-8. doi: 10.1016/j.ajodo.2019.02.014.

21. Stuani VT, Ferreira R, Manfredi GGP, Cardoso MV, Sant'Ana ACP. Photogrammetry as an alternative for acquiring digital dental models: A proof of concept. *Med Hypotheses*. 2019;128:43-9. doi: 10.1016/j.mehy.2019.05.015.

22. Revilla-León M, Att W, Özcan M, Rubenstein J. Comparison of conventional, photogrammetry, and intraoral scanning accuracy of complete-arch implant impression procedures evaluated with a coordinate measuring machine. *J Prosthet Dent*. 2021;125(3):470-8. doi: 10.1016/j.prosdent.2020.03.005.

23. Zotti F, Rosolin L, Bersani M, Poscolere A, Pappalardo D, Zerman N. Digital dental models: is photogrammetry an alternative to dental extraoral and intraoral scanners?. *Dent J (Basel)*. 2022;10(2):24. doi: 10.3390/dj10020024.

24. Molinero-Mourelle P, Lam W, Cascos-Sánchez R, Azevedo L, Gómez-Polo M. Photogrammetric and intraoral digital impression technique for the rehabilitation of multiple unfavorably positioned dental implants: a clinical report. *J Oral Implantol*. 2019;45(5):398-402. doi: 10.1563/aaid-joi-D-19-00140.

25. Pojda D, Tomaka AA, Luchowski L, Tarnawski M. Integration and application of multimodal measurement techniques: relevance of photogrammetry to orthodontics. *Sensors (Basel)*. 2021;21(23):8026. doi: 10.3390/s21238026.