

**PRECISIÓN DE LA CEMENTACIÓN ORTODÓNCICA INDIRECTA MANUAL
Y DIGITAL**

**PRECISION OF MANUAL AND DIGITAL INDIRECT ORTHODONTIC
CEMENTATION**

AUTORES

Solano Niño, Yulany

Odontóloga General USTA, Especialista en Gerencia y Auditora en Salud-
Universidad Jorge Tadeo Lozano, Estudiante del Posgrado de Ortodoncia y
Ortopedia maxilar -UNICOC

Castillo Pacheco, Andrea Carolina

Odontóloga General UNISINU, Estudiante del Posgrado de Ortodoncia y
Ortopedia Maxilar-UNICOC

ASESOR CIENTÍFICO

Dra. Diana Pacheco

Odontóloga Universidad Javeriana, Especialista en Ortodoncia- CIEO,
Especialista en Docencia Universitaria- Universidad Piloto de Colombia

ASESOR METODOLÓGICO.

Dra. Luz Andrea Velandia Palacio

Odontóloga, Especialista en Ortodoncia y ortopedia maxilar, Especialista en
Odontología Legal y Forense, Doctorado en investigación
UNICOC – P.U.J - Universidad de Macerata-Italia

PRECISIÓN DE LA CEMENTACIÓN ORTODÓNCICA INDIRECTA MANUAL Y DIGITAL

RESUMEN

OBJETIVO: Comparar la precisión de la técnica indirecta digital frente a la técnica indirecta manual en la cementación de brackets.

METODOLOGÍA: Para este estudio se tomaron 5 modelos de trabajo, de sujetos que decidieron participar voluntariamente, se aplicaron criterios de inclusión y exclusión, análisis de datos de sujetos aplicando resultados de dos técnicas de cementación ortodóncica indirecta manual y digital. El investigador principal recogió la información, y posterior a esto se determinó el tamaño de muestra con un efecto de error de 0.25, potencia del 80% y confianza del 95%.

RESULTADOS: En el análisis intradiante se encontraron diferencias significativas entre la técnica digital y manual post cementación, en la medición a nivel distal fue donde se presentaron mayor número de diferencias significativas a nivel de los dientes 12,23,14,41,42,43,32,33,45 comparando ambas técnicas.

CONCLUSIONES: Independientemente de la técnica utilizada se observaron diferencias significativas en la ubicación de los Brackets tanto en sentido meso-distal y altura post-cementación, encontrándose que la técnica digital presentó menos errores.

Palabras Claves: Brackets, adhesión indirecta, cubeta de transferencia, precisión ortodóncica, software digital, CAD/CAM.

PRECISION OF MANUAL AND DIGITAL INDIRECT ORTHODONTIC CEMENTATION

ABSTRACT

OBJECTIVE: Compare the precision of the digital indirect technique with the manual indirect technique in brackets cementation.

METHODOLOGY: For this study, 5 oral models were taken from subjects who decided to participate voluntarily. Inclusion and exclusion criteria were applied and the data analysis of the results of applying manual and digital cementation techniques in the subjects. The main researcher collected the data and after this the sample was determined with an effect error of 0.25, power of 80% and confidence of 95%.

RESULTS: In the intratooth analysis, significant differences were found between the digital and manual post-cementation technique, in the measurement at the distal level was where the greatest number of significant differences were presented at the level of the teeth 12,23,14,41,42,43,32 ,33,45 comparing both techniques.

CONCLUSION: Regardless of the technique used, significant differences were observed in the location of the Brackets both in the meso-distal direction and post-cementation height, finding that the digital technique presented fewer errors.

Key Words: Brackets, indirect bonding, transfer tray, orthodontic precision, digital software, CAD/CAM.

INTRODUCCIÓN

La cementación de brackets es un procedimiento que se realiza en los tratamientos con aparatología fija, y requiere alto grado de precisión en la ubicación de los brackets, ya que de esto depende lograr una correcta posición de los dientes en los tres planos del espacio permitiendo cumplir con los objetivos propuestos en el plan de tratamiento. Un incorrecto posicionamiento de los brackets dentro del proceso de cementación puede conllevar a movimientos dentales no deseados, variaciones en los niveles de rebordes marginales, imposibilidad de lograr un esquema oclusal funcional, o, defectos de primer orden y modificación de los torques; aumentando así, el número de visitas a la clínica por parte del paciente, y la duración del tratamiento, comprometiendo la eficiencia de este. (1,2)

En la cementación ortodóncica existes diferentes técnicas, en la cual los brackets pueden ser colocados sobre los dientes directa o indirectamente. El cementado directo a pesar de ser el más popular depende en gran manera de la experiencia del operador (3). Una de las técnicas propuestas con el fin de disminuir los errores de la cementación directa en cuanto a precisión y con el fin de evitar hacer reposiciones posteriores o dobleces de compensación en el arco fue desarrollada por Silverman et al en 1972, el cual introdujo la técnica de cementación indirecta. Esta técnica utiliza una planificación donde se fijan los brackets en un modelo de yeso para posteriormente ser transferido a la cavidad bucal mediante unas cubetas de transferencia, buscando reproducir intraoralmente la posición de los brackets, y adhiriéndose a los dientes con resina. (2)

Con los avances en flujo digital en el campo de la odontología, este método de cementación indirecta se puede realizar actualmente mediante el diseño y fabricación asistido por computadora (CAD/CAM). (4) La tecnología CAD/CAM se apoya en tres pilares: la consecución de imágenes digitales de las arcadas dentales de los pacientes; poder visualizarlas y manipularlas en un software específico; y la generación de archivos de impresión en 3D, los cuales pueden ser los aparatos ya diseñados, o los modelos donde se van a confeccionar los aparatos. (5) Para realizar el cementado del modelo digital implica diseñar un modelo virtual en un programa CAD/CAM para producir una plantilla de transferencia, la cual sirve para ubicar los brackets. (5) Este proceso dentro de la ortodoncia busca mejorar la reproducibilidad, la eficiencia y la calidad; además de influir directamente en el tiempo de tratamiento y previsibilidad de este (6) ; es por esto que este procedimiento con tecnología digital puede ser implementado de manera regular en la práctica clínica del ortodoncista como una alternativa que proporciona grandes beneficios potenciales para el paciente y el profesional, sin embargo no existe literatura que confirme una mayor precisión entre la cementación indirecta digital y la indirecta manual .(4)

Teniendo en cuenta la escasa evidencia encontrada frente al uso del flujo digital con respecto a la cementación ortodóncica indirecta, se plantea dentro de la investigación como objetivo comparar la precisión de la técnica indirecta digital frente a la técnica indirecta manual en la cementación de brackets.

METODOLOGÍA

Este estudio experimental in vitro utilizó un tamaño de muestra de 5 sujetos para la técnica de cementación indirecta manual y 5 sujetos para la técnica de cementación digital que cumplieron con los criterios de inclusión: Modelos bimaxilares con dientes permanentes libres de caries y restauraciones vestibulares, dientes presentes de 15 a 25 y de 35 a 45. Se aplicaron como criterios de exclusión pacientes con ortodoncia activa o aparatología interceptiva, así como la presencia de apiñamientos severos y alteraciones periodontales.

Se compararon dos técnicas de cementación ortodóncica, indirecta manual e indirecta digital. El procedimiento indirecto manual se realizó basado en el protocolo publicado por el Dr. Ricardo Moresca, inicialmente se tomaron impresiones para modelos de trabajo en alginato de la marca Orthoprint de la casa comercial Zhermack ^(R), vaciados en yeso tipo III marca Mounting Stone de la casa comercial Whip Mix ^(R), eliminando yeso remanente y burbujas de los modelos de trabajo. Utilizando un calibrador digital de Boyle se midieron las alturas de las coronas clínicas de los dientes de 15 a 25 y de 35 a 45 y acorde a estas medidas se realizó el posicionamiento mediante la técnica MBT. Acto seguido se realizó la marcación de los modelos de trabajo con lápiz portaminas de 0.5mm realizando trazos horizontales y verticales teniendo en cuenta las consideraciones anatómicas cúspides, bordes incisales, línea de oclusión, líneas intercrestales y eje longitudinal de los dientes.

Se procedió a aplicar crema separadora Neofoil en los modelos de trabajo, y se dejó secar por 15 minutos, para iniciar la cementación de brackets. (Fig. 1)

Se utilizó resina Z250 marca 3M^(R) en la base del bracket para realizar el cementado sobre los modelos de yeso tipo III, ubicándolo en la posición planificada en el modelo de trabajo, se retiraron los excesos de resina con un explorador y se foto polimerizó con una intensidad de 1100 mW/cm² por 10 segundos hacia gingival y 10 segundos hacia oclusal, a una distancia de 2 a 3 mm. Se realizó termoformado de cubeta flexible de transferencia con placa de acetato track C calibre 0.5mm. (Fig. 2) de la casa comercial Forestadent para que se fijaran los brackets y fueran removidos del modelo de yeso. Se comprobó que la cubeta estuviera bien retentiva para continuar con el siguiente paso de termoformado de la cubeta rígida Track A de calibre 0.5mm. (Fig. 3) de la casa comercial Forestadent, se verificó su correcta adherencia a la placa blanda para continuar con el recorte de las cubetas. Se realizó arenado utilizando óxido de aluminio en las bases de los brackets para continuar con la cementación indirecta manual utilizando resina Z250 de la casa comercial 3M utilizando las férulas termoplásticas y transfiriéndolas a los modelos de trabajo que fueron impresos en resina Sg011 de Shining 3D. (Fig. 4)

El procedimiento indirecto digital se realizó tomando una impresión bimaxilar utilizando escáner intraoral Shining 3D modelo Aoralscan 3^(R) se obtuvieron los archivos STL los cuales fueron exportados al software 3D Meshmixer, para detectar y verificar la integridad de la malla del modelo digital, verificando que no presentara interferencias, se realizó el registro de cada sujeto en el software digital Nemocast versión 2022 de Nemotec de la empresa fabricante Biotech para la creación individual de cada caso. (Fig. 5) Inicialmente se identificaron líneas medias dentales y plano oclusal donde se continuo con el recorte digital

de los modelos. Se definieron los contornos anatómicos, puntos de altura y ancho mesodistal en donde se ubicaron las líneas de referencia en sentido vertical y horizontal para localizar el centro de la corona clínica. (Fig. 6)_Se seleccionaron Brackets de la prescripción MBT Eco Easy slot 0,022x0,028 de la casa comercial Forestadent (Fig. 7) en donde se realizó la cementación digital en el Software Nemocast verificando los diferentes planos del modelo virtual en 3D, se obtuvieron los modelos digitales bimaxilares con cementación de Brackets de 15 a 25 y 35 a 45, (Fig. 8) se continuó con la impresión de la guía virtual digital (Fig. 9,10) con la que se realizó la que se realizó la cementación indirecta sobre modelos finales de trabajo.

RESULTADOS

Se realizaron las siguientes pruebas estadísticas para los análisis de resultados: Análisis exploratorio de datos para describir la muestra, prueba de Shapiro Wilk para determinar si las medidas presentan distribución normal. Se aplicó un ANOVA 2, para comparar 3 medidas al tiempo (Mesial, Distal, Altura); POSHOC TUKEY para ubicar donde están las diferencias. Se aplicó un ANOVA 1 que evaluó la interacción entre las variables a nivel intradiante. Se utilizó un Software Real Statistics versión 8,9 de octubre de 2.023.

Inicialmente, Se realizó un análisis descriptivo donde se compararon los dientes de acuerdo con su clasificación, incisivos centrales (11,21), (31,41), incisivos laterales (12,22) (32,42), caninos (13,23), (33,43), primeros premolares (14,24), (34,44), segundos premolares (15,25), (35,45). (Tabla 1)

En el análisis probatorio de datos se describió la altura, la medida mesial y distal a la base del Brackets en la técnica indirecta manual e indirecta digital, y posterior a la transferencia, se realizaron las mismas mediciones iniciales.

De igual manera se describe el ancho a partir de la medición desde mesial hasta la base del bracket y desde distal hasta la base del bracket.

Al analizar mediante el ANOVA II se observaron diferencias significativas, a nivel de altura en los dientes 14 y 24, 15 y 25, 31 y 41, 32 y 42, 33 y 43, 34 y 44 y 35 y 45. (Tabla 2)

De la misma manera se observaron diferencias significativas a nivel distal de la base del bracket en todos los dientes exceptuando 15 y 25.

A nivel mesial no se observaron diferencias significativas.

Posterior a esto se realizó el análisis de Poshoc Tukey para ubicar las diferencias entre las medidas por grupos dentales pre y posdigital y manual.

Se compara grupos entre 11 y 21, 12 y 22, 13 y 23, 15 y 25, 33 y 43 ,35 y 45 donde no se evidencia diferencias estadísticamente significativas.

A nivel de 14 y 24, 31 y 41, 34 y 44 se observan diferencias estadísticamente significativas en la altura manual y digital después de la transferencia.

En el análisis intradiante se encontraron diferencias significativas entre la técnica digital y manual pre y post cementación en algunos dientes.

ALTURA En la medida de altura del diente 31 se encontró diferencia significativa ($p=0,032$), de 1,04 mm de diferencia entre la cementación post manual y digital. (Tabla 3)

MESIAL Se observaron diferencias significativas en la medición mesial de los dientes 22 y 31. Para los dientes 22 se observa una diferencia de 0,51 mm con una significancia de ($p=0,046$) entre la cementación pre manual y digital.

Los dientes 31 presentan diferencia significativa en la cementación post manual y digital con ($p=0,039$) de 0,44 mm. (Tabla 4)

DISTAL: En la medición a nivel distal intradiante se encuentran diferencias significativas en los dientes 12,23,14,41,42,43,32,33,45 entre la cementación manual y digital pre y post. (Tabla 5)

Siendo el diente 41 el que presenta el mayor promedio de diferencia de 0,73 mm con una diferencia significativa de ($p= 0,026$) entre la cementación manual y digital post, y de ($p=0,009$) entre la cementación manual y digital pre. (Fig. 11)

Los caninos exceptuando el 13, presentan diferencias estadísticamente significativas en la medición distal entre la cementación manual y digital pre y post. (Fig. 12,13,14)

DISCUSIÓN

La precisión en el posicionamiento de los Brackets es uno de los factores más importantes en el tratamiento ortodóntico, ya que puede influir tanto en la duración del tratamiento como en los resultados finales. (7,8). Para reducir las imprecisiones inherentes a la técnica de cementación convencional directa, se han desarrollado técnicas indirectas que buscan minimizar dichas imprecisiones. El avance de la tecnología de captura de imágenes e impresión 3D se ha utilizado con el propósito de mejorar la cementación precisa de los Brackets.

En una revisión de la literatura reciente realizada por las estudiantes, no se encontraron estudios que compararan la precisión de las técnicas indirectas manuales y digitales. Por lo tanto, este estudio se llevó a cabo con el objetivo de evaluar dicha precisión, realizando mediciones del posicionamiento de los brackets en sentido distal, mesial y altura antes y después de la cementación indirecta, comparando ambas técnicas.

Los resultados obtenidos en el presente estudio revelaron que el promedio de las diferencias entre la cementación indirecta manual e indirecta digital presentaron variaciones específicamente en la medida distal al comparar postcementación en ambas técnicas con una diferencia promedio de 0,64 mm, y en la medida mesial de 0,44 mm. Asimismo, al comparar las medidas pre-cementación en ambas técnicas, también se observaron diferencias significativas con un promedio de 0,65 mm en distal, 0,51 mm en mesial y 1,04 mm en altura.

Estas diferencias podrían atribuirse a las dificultades observadas por otros estudios al momento de utilizar posicionadores manuales. (9).

Dado que no existen en la literatura límites basados en evidencia para desviaciones clínicamente aceptables en la posición de los Brackets, se toma como referencia los estándares de la Asociación Americana de Ortodoncia, quienes consideran una desviación de 0.5 mm como aceptable en medidas lineales, según estudios previos relacionados con la precisión de la cementación de Brackets (10,11,12). Las diferencias significativas mayores a 0.5 mm se presentaron en los dientes 43, 33, 45 y 41, y en el maxilar superior solo en el diente 12. Estos resultados podrían deberse a mayores dificultades en la medición de los dientes del maxilar inferior según Kalra y cols. (13)

Los estudios de Armstrong y Colaboradores observaron diferencias mayores a 0.25 mm, siendo significativas en dientes anteriores. Aunque no se observaron en todos los dientes anteriores en este estudio, se encontró una diferencia promedio de 0,64 mm entre cementación indirecta digital pre y cementación indirecta manual pre en los dientes 22, 11, 12, 41, 42 y 32. (14)

Las diferencias no se presentaron en todos los dientes y se concentraron en centrales superiores e inferiores, principalmente en caninos superiores e inferiores. Esto podría deberse a diferencias en la morfología dental, especialmente en la altura de la cúspide de dichos dientes, lo cual dificulta una precisa cementación manual. Un estudio de Kim y colaboradores señaló que, aunque no se observaron diferencias significativas en las medidas lineales de cementación de brackets con sistema indirecto CAD/CAM, si se observaron en

la ubicación de brackets en dientes con puntas cuspídeas más grandes, por lo que se sugiere considerar la altura de las cúspides al utilizar sistemas de adhesión indirecta CAD/CAM. (15)

Estas diferencias podrían explicarse con los resultados observados por Koretzi y Colaboradores, quienes en su estudio sobre la confiabilidad de las medidas intra observador al comparar análisis de modelos manuales y digitales encontraron una mayor imprecisión en las medidas manuales en sentido mesodistal del diente, principalmente en casos de apiñamiento, considerando que la causa de dichas diferencias podría deberse a la limitación de acceso del calibrador en esos casos de falta de espacio así como la imprecisión de los materiales de impresión en los espacios entre los dientes apiñados, demostrando una ventaja en la imagen digital ya que el software permite ampliar, rotar y ubicar mejor los puntos proximales aun en casos de apiñamiento. (9).

El manejo completo del proceso de cementación indirecta usando adicionalmente bandejas impresas en 3D pueden potencialmente mejorar la eficiencia del tratamiento ya que cuenta con un setup digital, simulación de tratamiento, uso de datos de la imagen capturada en 3D lo cual disminuye pasos durante el proceso de laboratorio haciéndolo más simple y eficiente. (16).

Es importante considerar que varios factores pueden influir en la precisión de la cementación de brackets en las técnicas indirectas, como el diseño de la bandeja, el material utilizado, el proceso de fabricación, las propiedades del material de las cubetas, el tipo de impresora 3D sea de proceso de luz digital (DLP) o tipo estereolitografía (SLA) así como el grosor de cada capa de impresión (17). Asimismo, las características individuales del paciente, como el

apiñamiento dental, forma de los dientes, irregularidad de la superficie dental, el grado de apertura bucal del paciente, adaptación de la bandeja y el asentamiento adecuado del material de resina para la adhesión de los brackets y su fluidez son factores individuales que se deberían evaluar en la precisión del tratamiento ortodóntico e investigaciones futuras. (18,19,20).

En este estudio se usó del software digital Nemotec de Nemocast™ versión 2022 que permitió ubicar 4 puntos de referencia mesial, distal, incisal, cervical en los modelos virtuales, lo que se tradujo en un mejor posicionamiento de los brackets. Además, permite una amplia selección de Brackets de su galería virtual, adaptándose a las diferentes necesidades del paciente. Aboujaoude (21) y colaboradores, en su estudio del 2022 observó que al comparar con otros softwares como OrthoAnalyzer™ este solo permite al usuario la ubicación de un total de tres puntos de alineación que pueden afectar la superposición y posterior ubicación de los brackets, adicionalmente en el momento de su estudio en 2022 no se contaba en la biblioteca con la posibilidad de usar tubos siendo una limitante en dicho estudio, así mismo el software Nemocast al momento de la realización del presente estudio no permitió la colocación de tubos por lo cual no fue una variable a evaluar. (21) Para finalizar en este estudio se observó que el uso de técnicas de cementación indirecta, especialmente las que emplean tecnología digital, parecen mejorar la precisión del posicionamiento de los brackets, lo que puede contribuir a un tratamiento ortodóntico más eficaz y con mejores resultados.

CONCLUSIONES

En este estudio se observaron diferencias significativas en la ubicación de los Brackets tanto en sentido meso-distal y altura post-cementación, independientemente de la técnica utilizada para la cementación de Brackets.

Dentro de las técnicas de cementación indirecta, se encontró que la técnica digital presentó menos errores.

Se encontró mayores diferencias significativas en la posición de los Brackets de las mediciones post cementación manual y digital a nivel distal.

Tanto en la cementación indirecta manual y digital el operador debe tener desarrolladas competencias o habilidades en cuanto al conocimiento de la anatomía dental y en la cementación de las diferentes técnicas de ortodoncia.

Aunque la cementación digital puede proveernos de mayor precisión; el uso del software aumenta el costo directo al paciente.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios que evalúen el posicionamiento de tubos, teniendo en cuenta las versiones más recientes del programa Nemocast, las cuales permiten dicha ubicación.
- Las mayores dificultades referidas en la literatura indican que a nivel de la cementación indirecta manual se presentan en las alturas de las cúspides y la angulación.
- Este estudio se realizó en modelos in vitro por lo que se sugiere la realización de estudios que permitan comparar in vivo la cementación indirecta manual con la cementación indirecta digital.

Este estudio basado en el protocolo del Doctor Ricardo Moresca para la cementación ortodóntica indirecta manual y planificación a través del software Nemocast en la cementación ortodóntica digital cumplió con los objetivos planteados, por lo que se sugiere la realización de otros estudios en donde se realicen en pacientes del Posgrado de Ortodoncia y Ortopedia maxilar de Unicoc.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Marty M, Valran V, Gebeile-Chauty S. Erreurs de positionnement des boîtiers et solutions disponibles. Une revue de la littérature [Brackets positioning errors and available solutions. A review of the literature]. Orthod Fr. 2021 Dec 1 ;92(4) :403-419.
2. Nawrocka A, Lukomska-Szymanska M. The Indirect Bonding Technique in Orthodontics-A Narrative Literature Review. Materials (Basel). 2020 Feb 22 ;13(4) :986.
3. Hoffmann L, Sabbagh H, Wichelhaus A, Kessler A. Bracket transfer accuracy with two different three-dimensional printed transfer trays vs silicone transfer trays. Angle Orthod. 2022 May 1;92(3):364-371.
4. Brown MW, Koroluk L, Ko CC, Zhang K, Chen M, Nguyen T. Effectiveness, and efficiency of a CAD/CAM orthodontic bracket system. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2015 Dec;148(6):1067-74.
5. Kim J, Chun YS, Kim M. Accuracy of bracket positions with a CAD/CAM indirect bonding system in posterior teeth with different cusp heights. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2018 Feb;153(2):298-307.
6. Czolgosz I, Cattaneo PM, Cornelis MA. Computer-aided indirect bonding versus traditional direct bonding of orthodontic brackets: bonding time, immediate bonding failures, and cost-minimization. A randomized controlled trial. Eur J Orthod. 2021 Apr 3;43(2):144-151.

7. Andrews LF. The straight-wire appliance. *Br J Orthod* 1979; 6:125-43. 15.
8. Nojima LI, Araújo AS, Alves Júnior M. Indirect orthodontic bonding--a modified technique for improved efficiency and precision. *Dental Press J Orthod*. 2015 May-Jun;20(3):109-17.
9. Koretsi V, Tingelhoff L, Proff P, Kirschneck C. Intra-observer reliability and agreement of manual and digital orthodontic model analysis. *Eur J Orthod*. 2018 Jan 23;40(1):52-57.
10. Castilla AE, Crowe JJ, Moses JR, Wang M, Ferracane JL, Covell DA Jr. Measurement, and comparison of bracket transfer accuracy of five indirect bonding techniques. *Angle Orthod*. 2014 Jul;84(4):607-14
11. Niu Y, Zeng Y, Zhang Z, Xu W, Xiao L. Comparison of the transfer accuracy of two digital indirect bonding trays for labial bracket bonding. *Angle Orthod*. 2021 Jan 1;91(1):67-73.
12. Schmid J, Brenner D, Recheis W, Hofer-Picout P, Brenner M, Crismani AG. Transfer accuracy of two indirect bonding techniques-an in vitro study with 3D scanned models. *Eur J Orthod*. 2018 Sep 28;40(5):549-555.
13. Kalra RK, Mittal S, Gandikota C, Sehgal V, Gupta R, Bali Z. Comparison of accuracy of bracket placement by direct and indirect bonding techniques using digital processing-an in-vitro study. *J Clin Diagnostic Res*. 2018;12(9): ZC07-ZC11.

14. Armstrong D, Shen G, Petocz P, Darendeliler MA. A comparison of accuracy in bracket positioning between two techniques - Localizing the centre of the clinical crown and measuring the distance from the incisal edge. *Eur J Orthod*. 2007;29(5):430–6.
15. Kim J, Chun YS, Kim M. Accuracy of bracket positions with a CAD/CAM indirect bonding system in posterior teeth with different cusp heights. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2018 Feb;153(2):298-307.
16. El-Timamy AM, El-Sharaby FA, Eid FH, Mostafa YA. Three-dimensional imaging for indirect-direct bonding. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2016 Jun;149(6):928-31.
17. Xue, C. ; Xu, H. ; Guo, Y. ; Xu, L. ; Dhami, Y. ; Wang, H. ; Liu, Z. ; Ma, J. ; Bai, D. Accurate bracket placement using a computer-aided design and computer-aided manufacturing–guided bonding device : An in vivo study. *Am. J. Orthod. Dentofac. Orthop*. 2020, 157, 269–277.
18. Zhang ZC, Li PL, Chu FT, Shen G. Influence of the three-dimensional printing technique and printing layer thickness on model accuracy. *J Orofac Orthop/Fortschritte Der Kieferorthopä-die* 2019 ;804 :194–204.
19. Shin S, Lee K, Kim S, et al. Accuracy of bracket position using thermoplastic and 3D- printed indirect bonding trays. *Int J Comput Dent* 2021 ;24 :133–45.
20. Park JH, Choi JY, Kim SH, Kim SJ, Lee KJ, Nelson G. Three-dimensional evaluation of the transfer accuracy of a bracket jig fabricated using computer-aided design and manufacturing to the anterior dentition : an in vitro study. *Korean J Orthod* 2021 ;51 : 375–86.

21. Aboujaoude R, Kmeid R, Gebrael C, Amm E. Comparison of the accuracy of bracket positioning between direct and digital indirect bonding techniques in the maxillary arch: a three-dimensional study. *Prog Orthod*. 2022 Sep 5;23(1):31.

ANEXOS

TABLAS

Tabla 1. Análisis Descriptivo

Diente	12										22									
	n	Mean	Standard Error	Median	Maximum	Minimum	IQR		p-value		Mean	Standard Error	Median	Maximum	Minimum	IQR		p-value		
MANUAL-ALTURA-POST	5	3.80	0.21	3.85	4.49	3.22	0.37	0.88			3.79	0.09	3.88	3.99	3.58	0.32	0.15			
MANUAL-ALTURA-PRE	5	3.80	0.20	3.50	4.50	3.50	0.50	0.05			3.80	0.20	3.50	4.50	3.50	0.50	0.05			
DIGITAL-ALTURA-PRE	5	4.00	0.28	3.81	4.87	3.18	0.53	0.86			4.06	0.22	4.04	4.79	3.51	0.44	0.85			
DIGITAL-ALTURA-POST	5	3.99	0.25	3.97	4.78	3.26	0.34	0.94			4.24	0.20	4.23	4.69	3.55	0.51	0.59			
MANUAL-MESIAL-POST	5	2.15	0.17	2.33	2.47	1.59	0.54	0.22			2.59	0.14	2.54	3.05	2.27	0.32	0.75			
MANUAL-MESIAL-BASE-PRE	5	2.14	0.17	2.35	2.46	1.59	0.56	0.16			2.59	0.13	2.53	3.02	2.28	0.30	0.79			
DIGITAL-MESIAL-BASE-PRE	5	2.01	0.22	1.97	2.71	1.35	0.38	0.99			2.08	0.18	1.88	2.57	1.72	0.67	0.14			
DIGITAL-MESIAL-BASE-POST	5	1.99	0.22	1.94	2.69	1.34	0.39	0.99			2.08	0.18	1.89	2.56	1.75	0.70	0.09			
MANUAL-DISTAL-BASE-POST	5	2.39	0.10	2.46	2.61	2.05	0.24	0.58			2.14	0.20	2.22	2.66	1.62	0.68	0.62			
MANUAL-DISTAL-BASE-PRE	5	2.37	0.11	2.45	2.65	2.10	0.45	0.21			2.12	0.20	2.23	2.67	1.64	0.72	0.42			
DIGITAL-DISTAL-BASE-PRE	5	1.76	0.13	1.69	2.24	1.46	0.24	0.50			1.88	0.11	1.87	2.13	1.51	0.27	0.61			
DIGITAL-DISTAL-BASE-POST	5	1.76	0.13	1.66	2.23	1.47	0.23	0.49			1.89	0.11	1.85	2.14	1.53	0.27	0.51			

Diente	13										23									
	n	Mean	Standard Error	Median	Maximum	Minimum	IQR		p-value		Mean	Standard Error	Median	Maximum	Minimum	IQR		p-value		
MANUAL-ALTURA-POST	5	4.18	0.10	4.15	4.46	3.95	0.40	0.38			4.43	0.12	4.45	4.77	4.01	0.06	0.46			
MANUAL-ALTURA-PRE	5	4.40	0.19	4.50	5.00	4.00	0.50	0.31			4.40	0.19	4.50	5.00	4.00	0.50	0.31			
DIGITAL-ALTURA-PRE	5	4.50	0.22	4.65	5.08	3.76	0.38	0.79			4.63	0.17	4.68	5.04	4.02	0.32	0.70			
DIGITAL-ALTURA-POST	5	4.50	0.14	4.64	4.80	4.06	0.45	0.36			4.63	0.06	4.65	4.80	4.48	0.16	0.85			
MANUAL-MESIAL-POST	5	2.87	0.21	2.78	3.63	2.50	0.44	0.21			2.65	0.14	2.69	3.02	2.21	0.26	0.97			
MANUAL-MESIAL-BASE-PRE	5	2.90	0.20	2.80	3.65	2.51	0.33	0.23			2.65	0.14	2.68	3.08	2.20	0.21	0.96			
DIGITAL-MESIAL-BASE-PRE	5	2.70	0.15	2.66	3.25	2.42	0.27	0.18			2.76	0.15	2.79	3.16	2.38	0.58	0.48			
DIGITAL-MESIAL-BASE-POST	5	2.68	0.15	2.64	3.22	2.40	0.29	0.26			2.75	0.16	2.80	3.15	2.36	0.60	0.44			
MANUAL-DISTAL-BASE-POST	5	2.87	0.20	2.99	3.36	2.21	0.53	0.79			3.03	0.15	3.18	3.36	2.49	0.26	0.37			
MANUAL-DISTAL-BASE-PRE	5	2.87	0.20	3.00	3.35	2.25	0.55	0.76			3.05	0.16	3.15	3.34	2.47	0.33	0.25			
DIGITAL-DISTAL-BASE-PRE	5	2.41	0.11	2.53	2.62	2.05	0.26	0.30			2.50	0.14	2.47	2.85	2.19	0.57	0.26			
DIGITAL-DISTAL-BASE-POST	5	2.41	0.10	2.54	2.59	2.07	0.27	0.15			2.52	0.13	2.49	2.84	2.20	0.55	0.28			

Diente	14										24									
	n	Mean	Standard Error	Median	Maximum	Minimum	IQR		p-value		Mean	Standard Error	Median	Maximum	Minimum	IQR		p-value		
MANUAL-ALTURA-POST	5	3.82	0.09	3.82	4.07	3.53	0.04	0.53			3.94	0.16	3.97	4.28	3.37	0.27	0.40			
MANUAL-ALTURA-PRE	5	3.90	0.10	4.00	4.00	3.50	0.00	0.00			3.90	0.10	4.00	4.00	3.50	0.00	0.00			
DIGITAL-ALTURA-PRE	5	4.10	0.19	3.90	4.79	3.72	0.37	0.28			4.18	0.13	4.19	4.56	3.84	0.35	0.97			
DIGITAL-ALTURA-POST	5	4.42	0.24	4.29	5.24	3.79	0.39	0.81			4.31	0.13	4.25	4.80	3.99	0.15	0.42			
MANUAL-MESIAL-POST	5	2.56	0.16	2.44	2.96	2.10	0.47	0.52			2.76	0.24	2.81	3.42	1.96	0.22	0.71			
MANUAL-MESIAL-BASE-PRE	5	2.58	0.15	2.46	2.95	2.20	0.49	0.39			2.79	0.25	2.82	3.51	1.97	0.23	0.77			
DIGITAL-MESIAL-BASE-PRE	5	2.56	0.29	2.64	3.32	1.89	1.15	0.33			2.18	0.17	2.13	2.77	1.78	0.35	0.74			
DIGITAL-MESIAL-BASE-POST	5	2.56	0.29	2.63	3.31	1.85	1.11	0.43			2.18	0.17	2.12	2.75	1.77	0.35	0.81			
MANUAL-DISTAL-BASE-POST	5	2.80	0.12	2.73	3.23	2.47	0.13	0.64			2.65	0.21	2.52	3.45	2.19	0.20	0.24			
MANUAL-DISTAL-BASE-PRE	5	2.80	0.13	2.75	3.24	2.42	0.19	0.90			2.65	0.22	2.51	3.47	2.17	0.28	0.31			
DIGITAL-DISTAL-BASE-PRE	5	2.22	0.19	2.28	2.56	1.54	0.37	0.22			2.13	0.25	2.32	2.52	1.17	0.35	0.05			
DIGITAL-DISTAL-BASE-POST	5	2.22	0.18	2.29	2.55	1.57	0.41	0.24			2.10	0.24	2.30	2.53	1.19	0.16	0.05			

Tabla 2. Análisis Estadístico Anova II

	<i>Variable</i>	<i>p-value</i>	<i>Variable</i>	<i>p-value</i>	<i>Variable</i>	<i>p-value</i>
11-21	Diente	0,609	Diente	0,092	Diente	0,377
	Altura	0,740	Mesial	0,122	Distal	0,000
12-22	Diente	0,628	Diente	0,050	Diente	0,540
	Altura	0,347	Mesial	0,108	Distal	0,002
13-23	Diente	0,265	Diente	0,469	Diente	0,222
	Altura	0,294	Mesial	0,984	Distal	0,001
14-24	Diente	0,817	Diente	0,579	Diente	0,371
	Altura	0,009	Mesial	0,309	Distal	0,004
15-25	Diente	0,660	Diente	0,188	Diente	0,384
	Altura	0,039	Mesial	0,059	Distal	0,809
41-41	Diente	0,941	Diente	0,910	Diente	0,579
	Altura	0,009	Mesial	0,062	Distal	0,000
42-32	Diente	0,941	Diente	0,910	Diente	0,579
	Altura	0,009	Mesial	0,062	Distal	0,000
33-43	Diente	0,690	Diente	0,144	Diente	0,401
	Altura	0,021	Mesial	0,859	Distal	0,000
34-44	Diente	0,987	Diente	0,095	Diente	0,928
	Altura	0,000	Mesial	0,928	Distal	0,024
35-45	Diente	0,973	Diente	0,781	Diente	0,088
	Altura	0,012	Mesial	0,408	Distal	0,000

Tabla 3. Comparación intradiente en Altura- Diente 31

Diente	group 1	group 2	mean	p-value
31	MANUAL-ALTURA- POST	MANUAL- ALTURA- PRE	0,18	0,949
	MANUAL-ALTURA- POST	DIGITAL- ALTURA- POST	1,04	0,03
	MANUAL- ALTURA- PRE	DIGITAL- ALTURA- PRE	0,26	0,860
	DIGITAL- ALTURA- PRE	DIGITAL- ALTURA- POST	0,60	0,320

Tabla 4. Comparación intradiante en medición mesial- Diente 22-31

Diente	GRUPOS		MESIAL	
	<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>mean</i>	<i>p-value</i>
22	MANUAL - MESIAL- POST	MANUAL- MESIAL- BASE-PRE	0,00	1,000
	MANUAL - MESIAL- POST	DIGITAL- MESIAL-BASE- POST	0,50	0,146
	MANUAL- MESIAL- BASE-PRE	DIGITAL- MESIAL-BASE- PRE	0,51	0,046
	DIGITAL- MESIAL- BASE- PRE	DIGITAL- MESIAL-BASE- POST	0,01	1,000
31	MANUAL - MESIAL- POST	MANUAL- MESIAL- BASE-PRE	0,02	1,000
	MANUAL - MESIAL- POST	DIGITAL- MESIAL-BASE- POST	0,44	0,039
	MANUAL- MESIAL- BASE-PRE	DIGITAL- MESIAL-BASE- PRE	0,42	0,069
	DIGITAL- MESIAL- BASE- PRE	DIGITAL- MESIAL-BASE- POST	0,00	1,000

Tabla 5. Comparación intradiante en medición Distal

<i>Diente</i>	<i>group 1</i>	<i>group 2</i>	<i>mean</i>	<i>p-value</i>
12	MANUAL- DISTAL- BASE-POST	DIGITAL- DISTAL-BASE- POST	0,63	0,010
	MANUAL- DISTAL- BASE-PRE	DIGITAL- DISTAL- BASE- PRE	0,61	0,012
23	MANUAL- DISTAL- BASE-POST	DIGITAL- DISTAL-BASE- POST	0,52	0,048
	MANUAL- DISTAL- BASE-PRE	DIGITAL- DISTAL- BASE- PRE	0,54	0,039
14	MANUAL- DISTAL- BASE-POST	DIGITAL- DISTAL-BASE- POST	0,58	0,042
	MANUAL- DISTAL- BASE-PRE	DIGITAL- DISTAL- BASE- PRE	0,59	0,040
41	MANUAL- DISTAL- BASE-POST	DIGITAL- DISTAL-BASE- POST	0,67	0,026
	MANUAL- DISTAL- BASE-PRE	DIGITAL- DISTAL- BASE- PRE	0,78	0,009
42	MANUAL- DISTAL- BASE-POST	DIGITAL- DISTAL-BASE- POST	0,53	0,017
	MANUAL- DISTAL- BASE-PRE	DIGITAL- DISTAL- BASE- PRE	0,54	0,016

32	MANUAL- DISTAL- BASE-PRE	DIGITAL- DISTAL- BASE- PRE	0,58	0,040
33	MANUAL- DISTAL- BASE-POST	DIGITAL- DISTAL-BASE- POST	0,76	0,031
	MANUAL- DISTAL- BASE-PRE	DIGITAL- DISTAL- BASE- PRE	0,77	0,028
43	MANUAL- DISTAL- BASE-POST	DIGITAL- DISTAL-BASE- POST	0,67	0,019
	MANUAL- DISTAL- BASE-PRE	DIGITAL- DISTAL- BASE- PRE	0,72	0,012
45	MANUAL- DISTAL- BASE-POST	DIGITAL- DISTAL-BASE- POST	0,77	0,009
	MANUAL- DISTAL- BASE-PRE	DIGITAL- DISTAL- BASE- PRE	0,69	0,018

FIGURAS



Figura 1. Posicionamiento de Brackets en modelos de trabajo



Figura 2. Cubeta Flexible de transferencia Track C



Figura 3. Cubeta flexible de transferencia Track A



Figura 4. Cementación ortodóncica en modelos Finales



Figura 5. Software digital Nemocast de Nemotec versión 2022

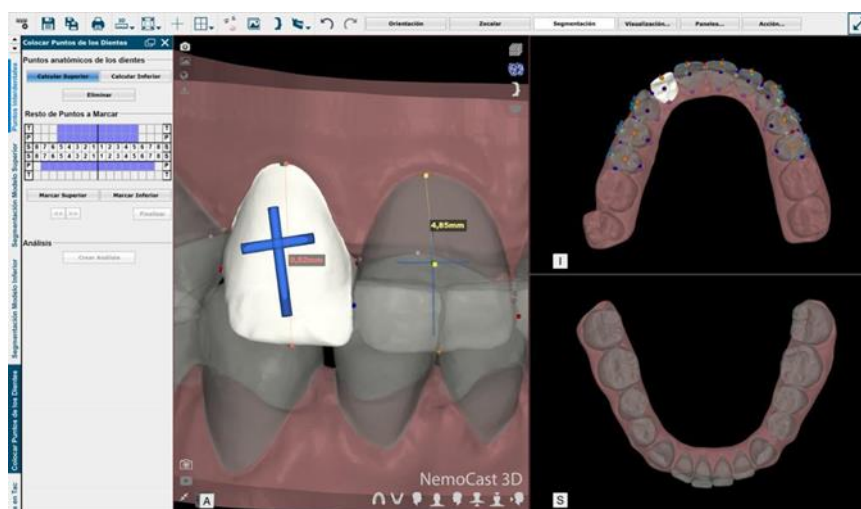


Figura 6. Puntos anatómicos digitales

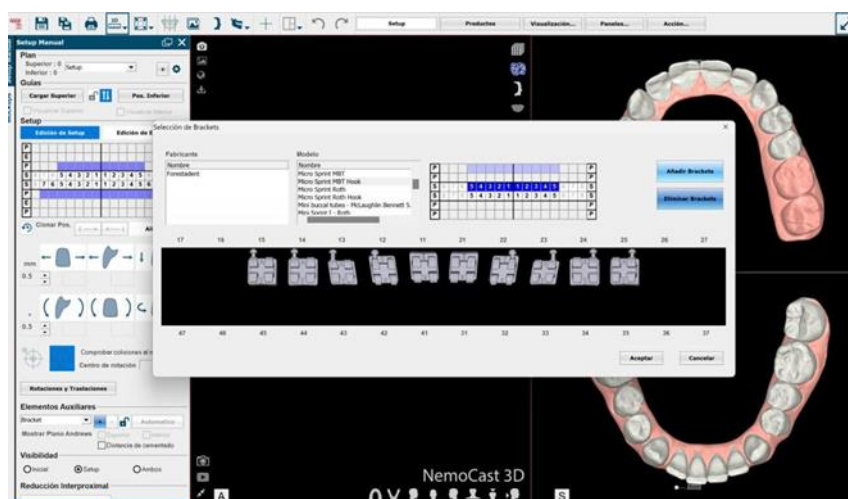


Figura 7. Biblioteca virtual de Brackets.

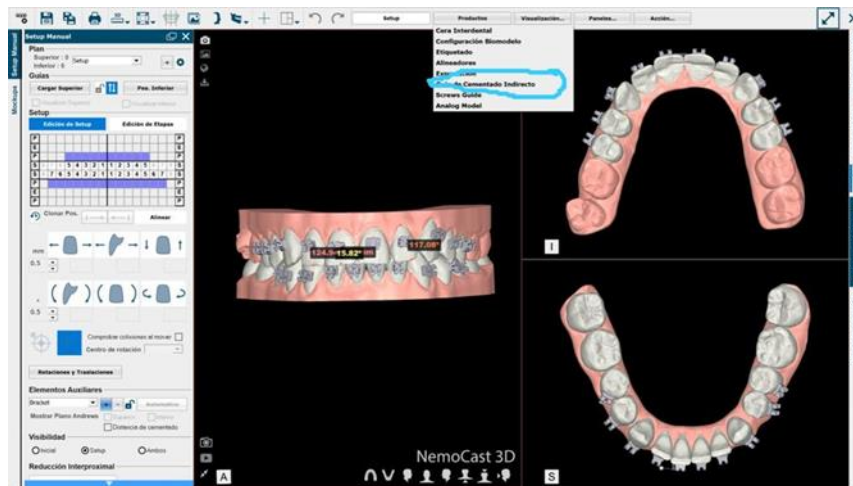


Figura 8. Cementación ortodóncica Digital

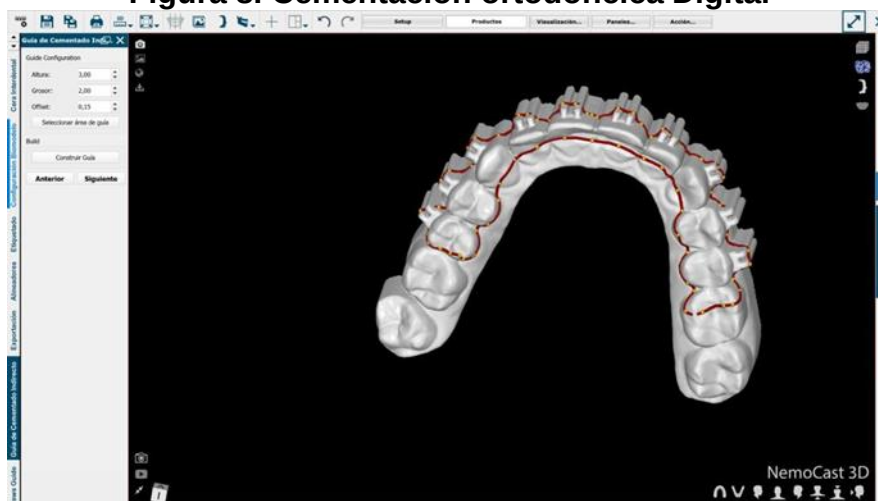


Figura 9. Guía digital de cementado ortodóncico

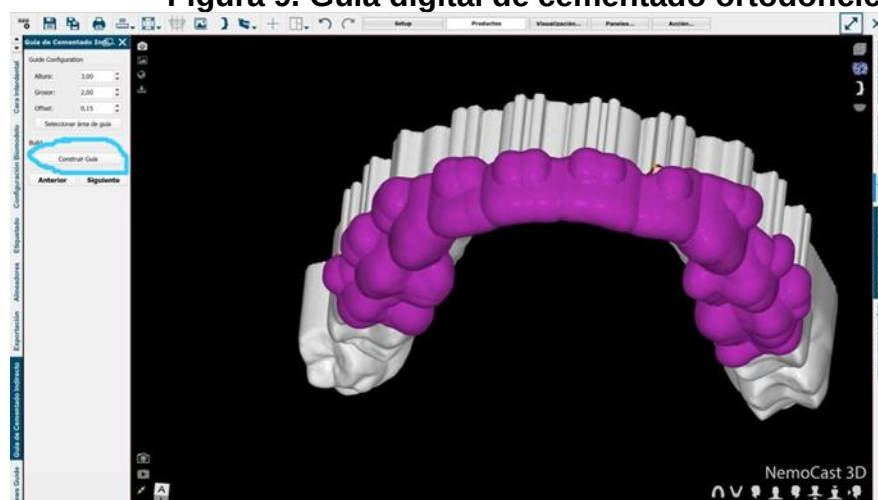


Figura 10. Cubeta de transferencia Final

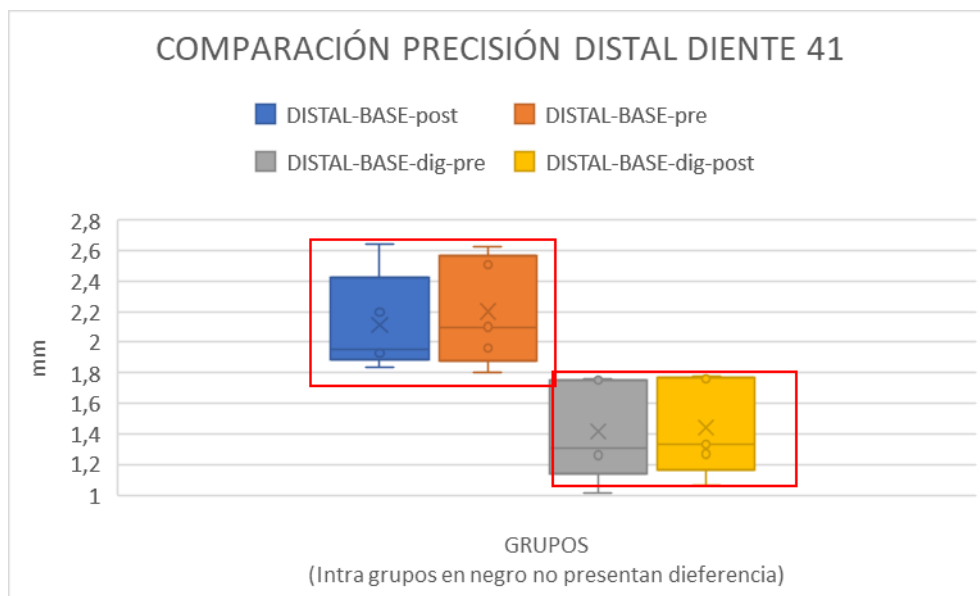


Figura 11. Comparación precisión medida distal diente 41

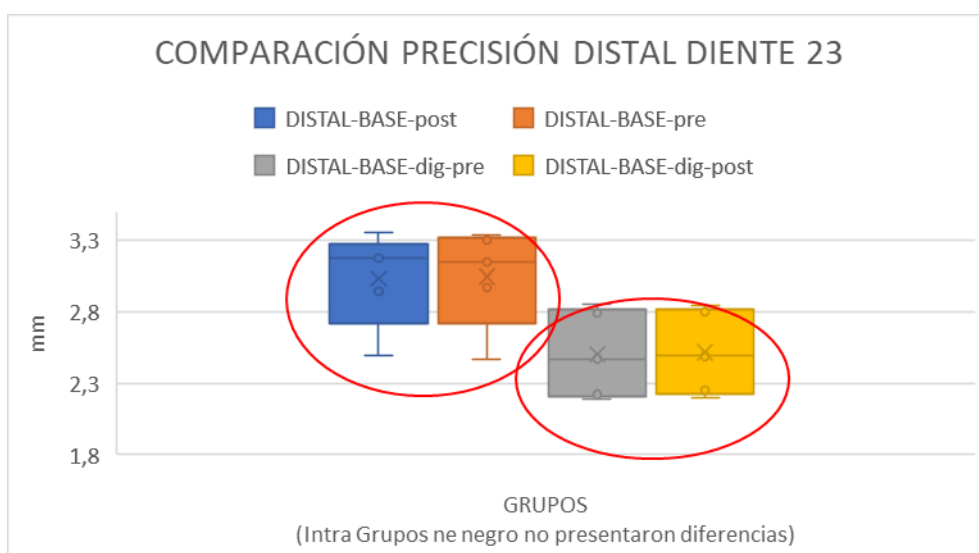


Figura 12. Comparación precisión medida distal diente 23

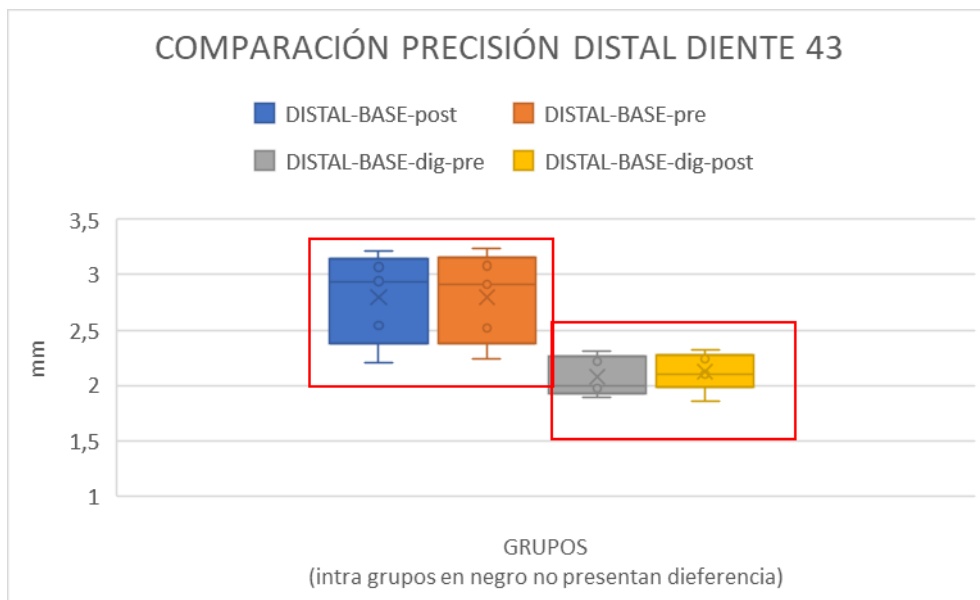


Figura 13. Comparación precisión medida distal diente 43

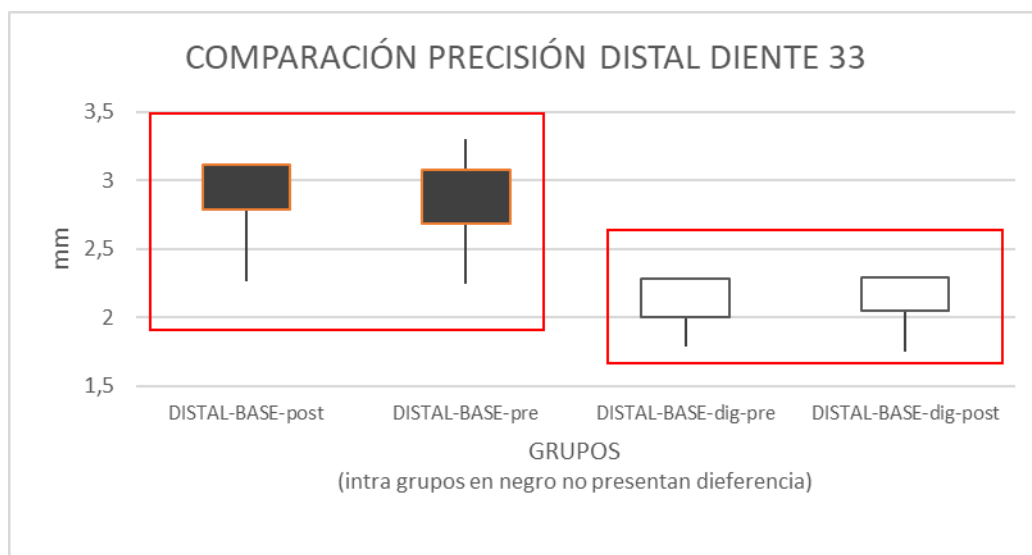


Figura 14. Comparación precisión medida distal diente 33