

Exactitud dimensional en dentaduras completas: comparación entre tecnologías de impresión 3D y fresado

Dimensional accuracy in complete dentures: comparison between 3D printing and milling technologies

Jhoanna Katherine Ríos García

Odontóloga, Estudiante de la Especialización en Rehabilitación Oral y Prótesis Implanto Asistida
Universidad Católica de Cuenca
<https://orcid.org/0009-0009-3741-4198>

Andrés Delgado-Gaete

Docente. Facultad de Odontología de la Universidad Católica de Cuenca
<https://orcid.org/0000-0001-5586-2829>

RESUMEN

Introducción: La precisión dimensional es esencial en la fabricación de dentaduras completas, permitiendo evaluar sus ventajas y limitaciones. **Objetivo:** Evaluar la evidencia científica sobre la precisión y adaptabilidad de las tecnologías de fresado e impresión 3D en restauraciones protésicas. **Métodos:** Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos como PubMed, Scopus y Web of Science, siguiendo las directrices PRISMA. Se incluyeron estudios publicados entre 2016 y 2024 que compararan ambas tecnologías en términos de precisión dimensional y adaptabilidad clínica. **Resultados:** De los 190 estudios identificados inicialmente, 17 cumplieron los criterios de inclusión. La tecnología de fresado mostró una precisión promedio de $25 \pm 5 \mu\text{m}$, superior a los $40 \pm 10 \mu\text{m}$ de la impresión 3D, aunque esta última destacó en términos de tiempo y costo. **Conclusión:** Ambas tecnologías presentan ventajas. El fresado lidera en precisión, mientras que la impresión 3D destaca en eficiencia.

Palabras clave: fresado dental; impresión 3D en odontología; precisión de restauraciones.

ABSTRACT

Introduction: Dimensional accuracy is essential in the manufacture of complete dentures, allowing its advantages and limitations to be evaluated. **Objective:** To evaluate the scientific evidence on the precision and adaptability of milling and 3D printing technologies in prosthetic restorations. **Methods:** A systematic search was carried out in databases such as PubMed, Scopus and Web of Science, following the PRISMA guidelines. Studies published between 2016 and 2024 that compared both technologies in terms of dimensional accuracy and clinical adaptability were included. **Results:** Of the 190 studies initially identified, 17 met the inclusion criteria. The milling technology showed an average precision of $25 \pm 5 \mu\text{m}$, higher than the $40 \pm 10 \mu\text{m}$ of 3D printing, although the latter stood out in terms of time and cost. **Conclusion:** Both technologies have advantages. Milling leads in precision, while 3D printing excels in efficiency.

Keywords: dental milling; 3D printing in dentistry; precision of restorations.

INTRODUCCIÓN

La innovación digital ha transformado la empleabilidad de las técnicas tradicionales en odontología, dando paso a tecnologías de fabricación avanzada que combinan experiencia, conocimiento, diseño y precisión. Estas innovaciones han revolucionado el diagnóstico y tratamiento dental, transformando el trabajo informático en una herramienta indispensable en prostodoncia para diseñar y fabricar prótesis dentales. El objetivo principal de estas prótesis es restaurar la funcionalidad y estética dental afectadas por la pérdida de uno o varios dientes, mejorando significativamente la calidad de vida de los pacientes (Medina et al., 2021).

En el ámbito de las dentaduras completas, la funcionalidad y comodidad son aspectos cruciales que generan gran interés clínico. La calidad de estas prótesis depende de un ajuste preciso que garantice estabilidad al masticar y hablar (Medina et al., 2019).

Una baja precisión dimensional puede provocar irritación, inestabilidad y reducir la longevidad de las prótesis en pacientes edéntulos. Actualmente, tecnologías como el fresado y la impresión 3D han avanzado significativamente, permitiendo nuevas posibilidades en la fabricación de prótesis dentales. Estas técnicas ofrecen ventajas en precisión, tiempo de producción y personalización, optimizando los resultados clínicos; sin embargo, aún no existe consenso sobre cuál es la más adecuada, lo que resalta la necesidad de ampliar estudios de evaluaciones comparativas (Schwärzler et al., 2024).

A pesar de la evidencia científica disponible sobre el fresado e impresión 3D en dentaduras completas, los estudios suelen centrarse en aplicaciones específicas o en piezas parciales limitando su relevancia para dentaduras completas. Además, gran parte de estas investigaciones se realizan *in vitro*, dejando de lado el análisis en escenarios clínicos reales, lo que dificulta la evaluación de aspectos clínicos importantes como la estabilidad a largo plazo, durabilidad y adaptación a la anatomía (Pekka et al., 2024).

Tradicionalmente, la fabricación de prótesis dentales dependía en gran medida de la habilidad manual y experiencia del experto. Actualmente la impresión 3D se considera como un "proceso revolucionario que construye objetos tridimensionales capa por capa a partir de un archivo digital". Los escáneres intraorales han simplificado la toma de medidas precisas al capturar digitalmente la estructura dental y transferir los datos al software de diseño para obtener modelos tridimensionales mediante técnicas como la esterolitografía o el fresado (Rivera et al., 2019).

Por su parte, el fresado CAD/CAM (Diseño Asistido por Computadora) "es un proceso que implica el uso de máquinas de fresado computarizadas para esculpir prótesis dentales a partir de bloques de material sólido". Este proceso comienza con un modelo digital de la boca obtenido mediante un escáner intraoral, que se transfiere a un software especializado para personalizar la prótesis según las necesidades del paciente (Paredes et al., 2023). Este método destaca por su alta precisión y uso de materiales resistentes como cerámica o metal, disminuyendo los tiempos y errores asociados con las técnicas tradicionales (Matiz, 2018).

La introducción de tecnologías digitales como el fresado CAD/CAM y la impresión 3D ha transformado la odontología moderna, permitiendo mejorar la calidad de las prótesis. El fresado destaca por su alta precisión, durabilidad y resistencia colocándose como una excelente opción en la elaboración de prótesis dentales completas. Por otro lado, la impresión 3D oferta mayor flexibilidad, personalización y tiempos de producción más cortos. Ambas tecnologías complementan la práctica clínica, al ofertar soluciones adaptadas a las necesidades de cada paciente (Oweis et al, 2022).

A nivel mundial, la adopción de estas tecnologías ha reducido errores humanos y tiempos de producción. (Torres et al., 2021). En América Latina, Brasil y México lideran la implementación de impresión 3D en laboratorios dentales, mejorando la accesibilidad y calidad de los servicios. Sin embargo, el costo de estas tecnologías limita su accesibilidad a toda la población (García-Ramos & Pereira, 2019). En Ecuador, la impresión 3D y el fresado en la última década se ha consolidado, los expertos en técnicas dentales promueven su uso por sus beneficios en precisión, personalización, comodidad y durabilidad de la prótesis, esperando en un futuro que generen un impacto positivo en pro de favorecer la salud oral y la apariencia estética del paciente (Moreno & Chávez, 2023).

La incorporación de tecnologías digitales en odontología ha revolucionado los métodos de fabricación protésica. El fresado y la impresión 3D son dos de las tecnologías más utilizadas en restauraciones, cada una con ventajas y limitaciones específicas. Esta revisión sistemática tiene como objetivo sintetizar la evidencia disponible sobre la precisión y adaptabilidad de ambas técnicas, proporcionando una base sólida para la toma de decisiones clínicas basadas en evidencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente artículo emplea un enfoque cualitativo de tipo revisión narrativa, se empleó PRISMA para identificar, seleccionar y evaluar estudios siguiendo las cuatro fases: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión (Figura 1).

Se formulo la pregunta de investigación utilizando un marco estructurado como PICO: ¿En dentaduras completas la precisión de las dentaduras impresas en 3D es diferente a las fresadas? La revisión narrativa busca analizar y sintetizar la evidencia disponible desde una perspectiva critica e integrativa.

Pregunta PICO

P (Paciente): Pacientes que requieren dentaduras completas.

I (Intervención): Fabricación de dentaduras completas mediante impresión 3D.

C (Comparación): Fabricación de dentaduras completas mediante fresado.

O (Resultado): Diferencias en la precisión dimensional entre las dos tecnologías.

Búsqueda sistemática de la literatura:

La búsqueda se realizó en PubMed, Scopus y Web of Science, utilizando términos como "fresado dental", "impresión 3D en odontología" y "precisión de restauraciones" y operadores booleanos para combinar términos y garantizar una búsqueda precisa.

Criterios de elegibilidad

Se incluyeron estudios clínicos y de laboratorio que evaluaron la precisión dimensional y adaptabilidad de restauraciones fabricadas mediante fresado e impresión 3D.

Criterios de exclusión

- Documentos no indexados en bases reconocidas, incluyendo tesis y conferencias.

Operadores booleanos:

AND: Para incluir todos los términos y enfocar la búsqueda en estudios que contengan tanto la precisión dimensional, las dentaduras completas, la impresión 3D y el fresado.

OR: Para ampliar la búsqueda cuando existan sinónimos o términos relacionados.

NOT: Para excluir temas no relevantes o enfoques que no se alineen con el objetivo del estudio.

Búsqueda principal

Se identificaron estudios que comparen la precisión dimensional en dentaduras completas utilizando impresión 3D y fresado. ("Dimensional accuracy" **AND** "complete dentures" **AND** ("3D printing" **OR** "additive manufacturing") **AND** "milling").

Ampliación de la búsqueda con sinónimos o términos relacionados:

Se incluyo sinónimos como precisión y términos relacionados como fabricación aditiva para impresión 3D y fabricación sustractiva para fresado.

("Dimensional accuracy" **OR** "precision" **AND** "complete dentures" **AND** ("3D printing" **OR** "additive manufacturing") **AND** ("milling" **OR** "subtractive manufacturing"))

Exclusión de términos no deseados:

Esta búsqueda excluyo estudios que mencionen implantes, ya que el enfoque es en dentaduras completas.

("Dimensional accuracy" **AND** "complete dentures" **AND** ("3D printing" **OR** "additive manufacturing") **AND** "milling" **NOT** "implants")

La búsqueda de documentos se llevó a cabo con el empleo de los términos en inglés: complete total prosthesis; dimensional accuracy, 3D printing, dental milling, CAD/CAM Technology; and digital dentistry y en español: prótesis total completa; precisión dimensional, impresión 3D, fresado dental, Tecnología CAD/CAM; y odontología digital los cuales se cerraron entre paréntesis, excluyendo términos/palabras claves como subconjuntos.

Selección de estudios

Dos revisores independientes seleccionaron los estudios siguiendo los criterios PRISMA. Las discrepancias se resolvieron mediante consenso.

Síntesis y análisis de la información

La información extraída de los estudios seleccionados se organizó en tablas comparativas para analizar de manera estructurada las diferencias en la precisión dimensional entre las dentaduras completas impresas en 3D y las fresadas. Se evaluaron aspectos como:

Título del artículo, autores, año de publicación, número de prótesis dentales, diseño del estudio, exactitud (μm) prótesis impresas, exactitud (μm) prótesis fresadas CAD-CAM, deformidad Dimensional, adaptabilidad, tiempo de producción, conclusiones. Se realizó un análisis cualitativo para interpretar los hallazgos en el contexto de la literatura existente y se identificaron tendencias generales, así como posibles sesgos o limitaciones en los estudios analizados.

Evaluación de la calidad de los estudios

La calidad de los estudios incluidos se evaluó mediante la herramienta RoB 2 para ensayos clínicos y el check-list de CONSORT para estudios de laboratorio.

Extracción de datos

Los resultados de la búsqueda se descargaron a una base de datos bibliográfica y se eliminaron los registros duplicados. El autor 1 examinó la elegibilidad de los títulos y resúmenes de todos los estudios identificados por duplicado y de forma independiente. Posteriormente, el texto completo de todos los artículos que cumplían con los criterios de inclusión o para los cuales no había suficiente información en el título y el resumen fueron obtenidos y examinados por duplicado e independientemente por los mismos examinadores de revisión, previamente calibrados.

La información obtenida fue considerada por los autores hasta llegar a un consenso, los artículos relevantes se analizaron en texto completo para llegar a un consenso entre los autores e incluirlos en la investigación.

Mediante la optimización del gestor bibliográfico MENDELEY se procedió a la revisión documental con las especificaciones antes mencionadas en el marco metodológico, se identificaron 190 artículos siendo eliminados 46 registros, en el cribado se examinan 144 documentos, donde 39 no se consideraron por el análisis del título y/o resumen (11); no cumplieron con los criterios de inclusión (10) y no cumplían con los criterios de precisión para la discriminación en micras por medida conforme a la técnica (18) para un total de 39 estudios descartados.

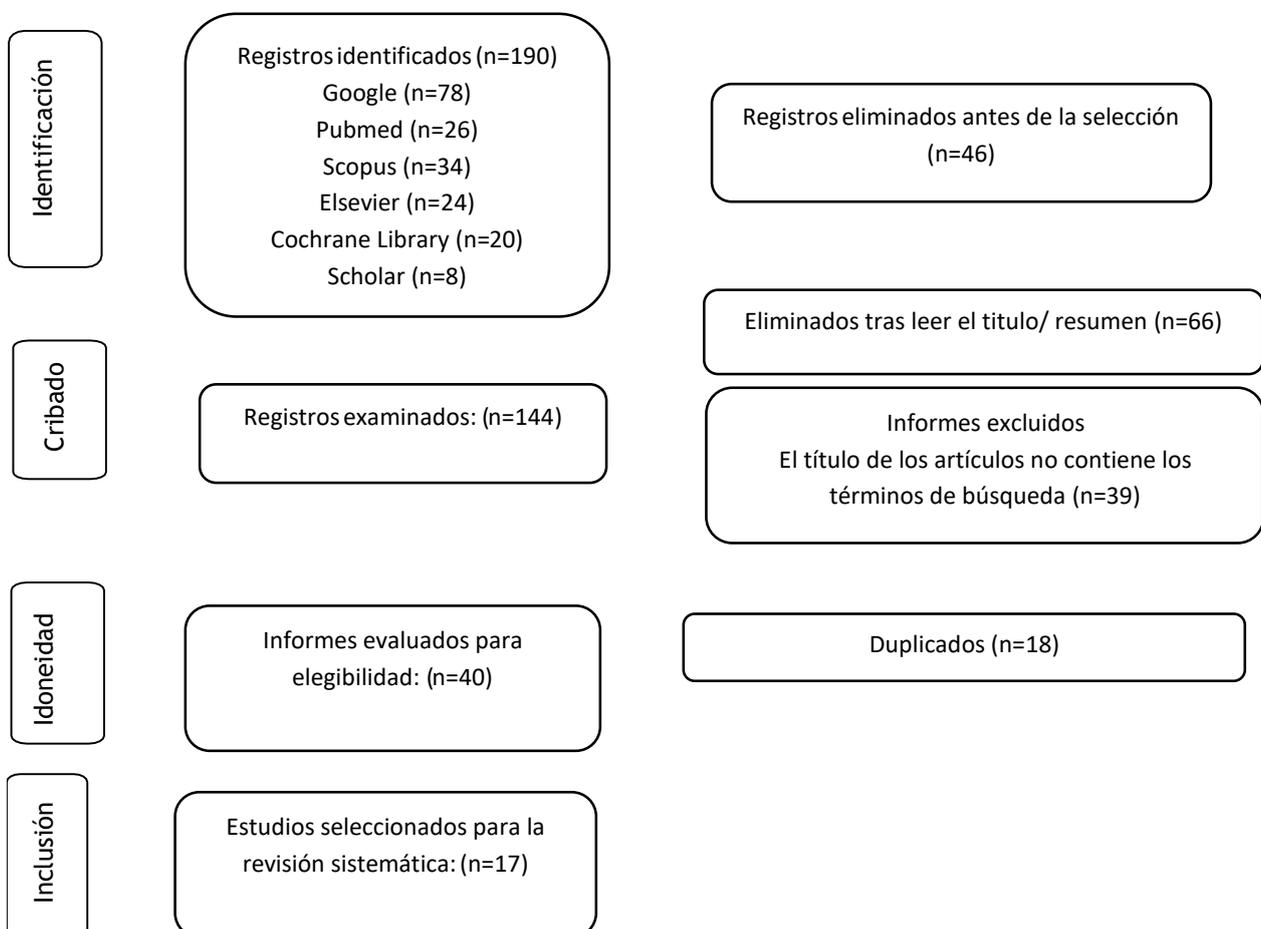
Finalmente, 17 artículos fueron incluidos en la investigación. Al analizar la metodología de estudio de los documentos encontramos que doce eran estudios *in vitro* (74 %), dos estudios comparativos (11%), un estudio experimental (5%), un estudio de revisión sistemática (5%) y un estudio de revisión sistemática y metaanálisis (5%).

Limitaciones

Al emplearse el enfoque narrativo en esta investigación, la síntesis de resultados no cuantifica la magnitud de las diferencias en la precisión dimensional, sino que ofrece una visión crítica de los hallazgos reportados en la literatura. Además, se considera la heterogeneidad en los métodos de medición y en las tecnologías utilizadas como una posible fuente de variabilidad en los resultados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Figura 1. Diagrama de flujo PRISMA



Fuente: Desarrollo de los autores con base en los datos de la investigación

Tabla 1. Comparación de la precisión dimensional entre técnicas (en μm)

Nº	Título del Artículo	Autores	Año de Publicación	Nº de prótesis dentales	Diseño del Estudio	EXACTITUD (μm) PRÓTESIS IMPRESAS	EXACTITUD (μm) PRÓTESIS FREASADAS CAD-CAM	Conclusiones
1	Conventionally and digitally fabricated removable complete dentures: manufacturing accuracy, fracture resistance and reparability	Zahel et al.	2024	Prótesis (n=90)	Estudio In Vitro	(77,89 \pm 9,58)	(86,01 \pm 19,76)	Las prótesis dentales completas fabricadas digitalmente difieren significativamente de las prótesis dentales completas fabricadas convencionalmente en términos de precisión, resistencia a la fractura y reparabilidad. Además, la elección de la forma de la dentadura juega un papel importante. Las prótesis dentales digitales muestran una precisión significativamente mayor que las prótesis dentales convencionales. La resistencia a la fractura y la reparabilidad dependen más de la forma de la dentadura que de los métodos de fabricación (Zahel et al., 2024).
2	Effect of Duplication Techniques on the Fitting Accuracy of CAD-CAM Milled, 3D-Printed, and Injection-Molded Mandibular Complete Denture Bases	Emam et al.	2024	Bases de dentadura duplicadas (n=50) La muestra se dividió en cinco grupos de 10 muestras cada uno, y los resultados fueron analizados utilizando ANOVA unidireccional y pruebas post hoc de Tukey.	Estudio In Vitro	Desviación media de 0.236 \pm 0.111 mm para NextDent y 0.296 \pm 0.005 mm para HarzLab, lo que corresponde a aproximadamente 236 μm y 296 μm , respectivamente	Desviación media de 0.155 \pm 0.004 mm para Avadent y 0.191 \pm 0.002 mm para IvoBase, lo que corresponde a aproximadamente 155 μm y 191 μm , respectivamente.	La duplicación de CD mediante la técnica de fresado CAD-CAM produjo una precisión de superficie de ajuste superior a la obtenida con técnicas de impresión 3D y moldeado por inyección. La técnica de duplicación mediante fresado CAD-CAM podría resultar útil para producir CD duplicados con un alto grado de precisión. A pesar de sus resultados positivos, los procedimientos de duplicación digital difirieron significativamente entre las prótesis dentales (Emam et al., 2024).
3	Dimensional reliability in CAD/CAM production of complete denture bases: A comparative study of milling and various 3D printing technologies	Graf et al.	2024	Maxilar edéntulo estandarizado ((n=1)	Estudio experimental	2 y 8 μm	4 μm	El fresado CNC ha demostrado una precisión superior y actualmente representa el método de fabricación digital más consolidado para prótesis dentales completas. Sin embargo, la impresión 3D de prótesis dentales completas ha mostrado resultados prometedores y puede convertirse en una opción de fabricación competitiva y eficiente en el futuro cercano, especialmente si se abordan los problemas pendientes y se superan las desventajas existentes. La tecnología PolyJet, en particular, produjo resultados convincentes en este estudio (Graf et al., 2024).
4	Evaluation of the effect of thermocycling on the trueness and precision of digitally fabricated complete denture bases	Zeidan, A. & Helal, M	2024	30 CDB maxilares. composición de la resina (n = 10 en cada uno): grupo 1 (G1), CDB fresados con CAD-CAM; grupo 2 (G2), CDB impresos en 3D; y grupo 3 (G3), CDB de PMMA curados con calor y moldeados por compresión convencionales.	Estudio In Vitro	0,67 \pm 0,08	1,06 \pm 0,06	La precisión del sistema de fresado CAD-CAM en la fabricación de prótesis dentales completas (CD) es superior a la de los sistemas de impresión 3D y moldeado por compresión convencionales antes y después del termociclado. El termociclado tuvo un efecto significativo en la precisión de todos los tipos de CDB. El sistema de moldeo por compresión en la construcción de CD es el más afectado negativamente por el termociclado con respecto a las medidas de precisión y precisión (Zeidan & Helal, 2024).
5	Comparison of Dimensional Changes Between CAD-CAM Milled Complete Denture Bases and 3D Printed Complete Denture Bases: An In Vitro Study	Helal et al.	2023	Fresado CAD/CAM:(n=10) Impresión 3D:(n=10)	Estudio In Vitro	Anteroposterior.-xy (32.57 \pm 0,34) xz (32.53 \pm 0,002) Medio lateral.-yz(42,69 \pm 0,0085) En general.- (35.93 \pm 0,085)	Anteroposterior.-xy (33.26 \pm 0,19) xz (33.24 \pm 0,01) Medio lateral.-yz (43.07 \pm 0,001) En general.- (36.52 \pm 0,051)	La precisión dimensional del sistema de fresado CAD-CAM en la fabricación de prótesis dentales completas es superior a la de los sistemas de moldeo por compresión e impresión 3D (Helal et al., 2023).
6	Intaglio surface trueness of milled and 3D-printed digital maxillary and mandibular dentures: A clinical study	Lo Russo et al.	2023	Arcadas edéntulas:(n=20)	Estudio comparativo	0,018 mm	-0,002 mm	El fresado puede proporcionar una veracidad ligeramente mejor de la superficie calcográfica de las dentaduras postizas digitales que la impresión 3D, con menos variación entre varias zonas de interés. Como las diferencias fueron pequeñas, pueden ser de importancia clínica limitada, si la hay (Lo Russo et al., 2023).
7	Fit Accuracy of Complete Denture Base Fabricated by CAD/CAM Milling and 3D-Printing Methods	Charoenphol et al.	2023	Fresado CAD/CAM:(n=10) Impresión 3D:(n=10)	Estudio In Vitro	Superficie total: 1219_0.0036b Área de sello palatino periférico/posterior : 1635_0.0040b Área de rodamiento primario: 0498_0.0032b	Superficie total: 0964_0.0014a Área de sello palatino periférico/posterior: 1839_0.0057a Área de rodamiento primario: 0207_0.0014a	Las dentaduras postizas fresadas se ajustan mejor en las áreas generales y primarias que soportan tensión que las dentaduras postizas impresas en 3D, mientras que las dentaduras postizas impresas en 3D parecían más precisas en el área de sellado periférica. Sin embargo, la precisión de las bases de prótesis dentales fresadas e impresas en 3D en este estudio fue un nivel clínicamente aceptable (Charoenphol et al., 2023).
8	Accuracy of 3D printing compared with milling - A multi-center analysis of try-in dentures	Herpel et al.	2021	Impresión 3D (n=8) Fresado CAD/CAM:(n=8)	Estudio comparativo	Menos precisa en 8-66 μm .	Precisión media de 48 \pm 5 μm .	Considerando que el fresado continúa siendo la técnica de referencia en cuanto a precisión, las diferencias entre las prótesis fresadas y las impresas en 3D no fueron significativas en un centro de impresión. Además, el rendimiento general de la impresión 3D en todos los centros se situó dentro de un rango clínicamente aceptable para las prótesis de prueba (Herpel et al., 2021).
9	Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies	Wang et al.	2021	Esta revisión no involucró técnicas	Revisión sistemática	PRECISIÓN: 0,090 mm 0,077 mm	PRECISIÓN: -0,23 mm a 0,25 mm	La superficie de las prótesis dentales fresadas con CAD-CAM se ajustó mejor a toda la superficie, las investigaciones denotan un rango clínicamente aceptable para la exactitud oclusal (<1 mm) y la adaptación de la base de la dentadura postiza (<0,3 mm). La precisión de las prótesis completas digitales está influenciada por la técnica de fabricación, los diferentes sistemas CAD/CAM utilizados y el servicio a largo plazo. No se pueden sacar conclusiones claras sobre la superioridad del fresado CAD-CAM y 3DP con respecto a la precisión de las prótesis (Wang et al., 2021).
10	Evaluation of the accuracy (trueness and precision) of a maxillary trial denture according to the layer thickness: An in vitro study	You et al.	2021	modelo edéntulo completo maxilar (n=1)	Estudio In Vitro	50 μm (P < .05)	100 μm P = .987	Es clínicamente más apropiado establecer el espesor de la capa en 100 μm en lugar de 50 μm para la fabricación de prótesis de prueba precisas mediante SLA (You et al., 2021).
11	Effects of fabrication techniques on denture base adaptation: An in vitro study	Hsu et al.	2020	Fresado CAD-CAM (CCM) (n=120) Impresión 3D (3DP) (n=120)	Estudio In Vitro	El grupo 3DP registró significativamente la veracidad más baja entre todos los grupos.	Los resultados generales para la superposición digital no revelaron diferencias significativas (P>.05) en la veracidad de las superficies calcográficas entre CCM	El grupo 3DP registró la veracidad más baja significativamente entre todos los grupos. La técnica CCM tuvo la mejor adaptación a la prótesis, ya sea utilizando la medición del espesor de la silicona o el análisis de superposición digital. Los materiales y la técnica utilizados en el grupo 3DP registraron resultados divergentes y el valor más bajo de veracidad de la superficie calcográfica de la base de la dentadura postiza mediante superposición digital (Hsu et al., 2020).

12	CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness	Kalberer et al.	2019	3D (3DPD) (n = 10) Prótesis fresada (MDG) (n = 10)	Estudio in vitro	76.6 ±7.2	33.3 ±2.1	Las prótesis dentales completas fresadas con CAD-CAM, según los estándares de fabricación actuales, fueron superiores a las prótesis dentales completas fabricadas con prototipos rápidos en términos de veracidad de las superficies de huecograbado. Sin embargo, se necesita más investigación sobre las medidas de resultados biomecánicos, clínicos y centrados en el paciente para determinar la verdadera superioridad de una técnica sobre la otra en lo que respecta a la fabricación de prótesis dentales completas mediante técnicas CAD-CAM (Kalberer et al., 2021).
13	CAD-CAM removable complete dentures: A systematic review and meta-analysis of trueness of fit, biocompatibility, mechanical properties, surface characteristics, color stability, time-cost analysis, clinical and patient-reported outcomes	Srinivasan et al.	2019	-	Revisión sistemática y un metanálisis	p = 0,039	p < 0,0001	La introducción de los CD CAD-CAM ha traído consigo muchas ventajas, entre ellas, menos citas con los pacientes, menor tiempo clínico y archivo digital de las prótesis terminadas. Algunas técnicas CAD-CAM también dan lugar a una reducción de los costes de fabricación. Esta revisión sistemática concluye que los CD CAD-CAM ofrecen una serie de propiedades mecánicas/superficiales mejoradas y no son inferiores en comparación con los CD convencionales (Srinivasan et al., 2019).
14	Comparing accuracy of denture bases fabricated by injection molding, CAD/CAM milling, and rapid prototyping method	Lee et al.	2019	Bases de dentaduras maxilares completas (n = 30)	Estudio in vitro	Discrepancia de 0.056 ± 0.024 mm (56 ± 24 µm) para el área del segundo premolar superior y 0.076 ± 0.045 mm (76 ± 45 µm) para el área del segundo molar superior	Discrepancia de 0.068 ± 0.037 mm (68 ± 37 µm) para el área del segundo premolar superior y 0.094 ± 0.040 mm (94 ± 40 µm) para el área del segundo molar superior	La precisión general de la base de la prótesis es mayor en el método de fresado y RP que en el método de moldeo por inyección. El grado de reproducibilidad fina es mayor en el método de moldeo por inyección que en el método de fresado o RP (Lee et al., 2019)
15	Assessment of the trueness and tissue surface adaptation of CAD-CAM maxillary denture bases manufactured using digital light processing	Hwang et al.	2018	Modelos maxilares edéntulos de laboratorios dentales (n = 5)	Estudio in vitro	Desviación media de la superficie intaglio fue de 0.076 ± 0.005 mm (76 ± 5 µm)	Desviación media de la superficie intaglio fue de 0.154 ± 0.012 mm (154 ± 12 µm)	Dentro de las limitaciones de este estudio in vitro, la base de prótesis maxilar DLP mostró una mejor veracidad y adaptación a la superficie del tejido de ≤100 µm de la desviación de la superficie tridimensional que las bases de prótesis MIL y PAP (Hwang et al., 2018).
16	An Investigation into the Trueness and Precision of Copy Denture Templates Produced by Rapid Prototyping and Conventional Means	Davda et al.	2017	Prótesis dental (n = 6)	Estudio in vitro	Exactitud (Trueness): 103 µm (0.103 mm) Precisión: 90 µm (0.090 mm)	En este caso no se compararon directamente fresadas, pero el estudio menciona técnicas de impresión 3D como la más comparable.	Las plantillas de prótesis dentales impresas en 3D reprodujeron el original con mayor fidelidad y precisión que las técnicas convencionales. En todas las métricas evaluadas, las plantillas impresas en 3D reprodujeron la prótesis original con una desviación de superficie y un margen de error significativamente menores. Además, el método de impresión 3D eliminó la necesidad de impresiones físicas, lo que sugiere que esta tecnología podría ser cada vez más accesible en consultorios dentales a medida que los escáneres digitales sean más asequibles y convenientes (Davda et al., 2017).
17	Comparison of denture base adaptation between CAD/CAM and conventional fabrication techniques	Goodacre et al.	2016	Prótesis estandarizadas (n = 30)	Estudio in vitro	47,7 µm	16,8 µm	El proceso de fabricación CAD-CAM fue la técnica de fabricación de prótesis dentales más precisa y reproducible en comparación con las técnicas de procesamiento de bases de prótesis dentales mediante empaquetado y prensado, vertido e inyección. El sistema CAD/CAM ofreció un equilibrio deseable entre mínima distorsión y mejor adaptación, convirtiéndose en la técnica más fiable y consistente para la fabricación de bases de dentaduras completas (Goodacre et al., 2016).

Fuente: Desarrollo de los autores con base en los datos de la investigación

Tabla 2. Deformidad dimensional, adaptabilidad y tiempos de producción

Nº	Título del Artículo	Autores	Año de Publicación	Nº de prótesis dentales	Diseño del Estudio	DEFORMIDAD DIMENSIONAL	ADAPTABILIDAD	TIEMPO DE PRODUCCIÓN
1	Conventionally and digitally fabricated removable complete dentures: manufacturing accuracy, fracture resistance and reparability	Zahel et al.	2024	Prótesis (n=90)	Estudio In Vitro	Las dentaduras fabricadas digitalmente mostraron mayor precisión y menor dispersión en comparación con las convencionales. Los métodos digitales también presentaron menor deformidad alrededor de áreas críticas como los canales de cera.	Mayor consistencia en la calidad. Mejor ajuste gracias al diseño digital. Permiten seleccionar formas personalizadas de dentición (arcos completos, sextantes o cuadrantes).	Menor tiempo de producción Menor tiempo en sesiones de tratamiento
2	Effect of Duplication Techniques on the Fitting Accuracy of CAD-CAM Milled, 3D-Printed, and Injection-Molded Mandibular Complete Denture Bases	Emam et al.	2024	Bases de dentadura duplicadas (n=50) La muestra se dividió en cinco grupos de 10 muestras cada uno, y los resultados fueron analizados utilizando ANOVA unidireccional y pruebas post hoc de Tukey.	Estudio In Vitro	Las bases inyectadas mostraron la mayor deformación dimensional, atribuida a tensiones internas y contracción por polimerización. Las bases impresas en 3D también experimentaron cierta contracción, pero menor que las inyectadas.	Fresado CAD-CAM: Superior en términos de adaptación a los modelos de referencia debido a menores deformaciones dimensionales. Impresión 3D: Ofreció adaptabilidad aceptable, pero fue inferior al fresado debido a la contracción de la polimerización durante la impresión y los efectos del ángulo de construcción de 90°.	Impresión 3D: Proceso más rápido entre las técnicas, con velocidades de impresión entre 10 y 30 mm/h. Fresado CAD-CAM: Proceso más largo debido al fresado preciso, pero con menos necesidad de ajustes posteriores.
3	Dimensional reliability in CAD/CAM production of complete denture bases: A comparative study of milling and various 3D printing technologies	Graf et al.	2024	Maxilar edéntulo estandarizado ((n=1)	Estudio experimental	Fresado CAD-CAM: Mostró la mayor precisión general con desviaciones promedio de -6 µm en la dirección sagital, 22 µm en la transversal y -20 µm en la vertical. Impresión 3D: más preciso con desviaciones menores que otros métodos de impresión aditiva.	Homogeneidad de superficie: CNC produjo bases con superficies más uniformes y menos áreas de desajuste entre los datos escaneados y los CAD. DLP y otras tecnologías de impresión 3D mostraron desviaciones más heterogéneas debido a factores como el hundimiento de la base bajo su propio peso durante la fabricación.	El tiempo total depende del grosor de las capas y el tamaño del trabajo.

4	Evaluation of the effect of thermocycling on the trueness and precision of digitally fabricated complete denture bases	Zeidan, A. & Helal, M	2024	30 CDB maxilares. composición de la resina (n = 10 en cada uno): grupo 1 (G1), CDB fresados con CAD-CAM; grupo 2 (G2), CDB impresos en 3D; y grupo 3 (G3), CDB de PMMA curados con calor y moldeados por compresión convencionales.	Estudio In Vitro	Antes del termociclado: CAD-CAM: 0.60 ± 0.023 mm. Impresión 3D: 0.96 ± 0.032 mm. Después del termociclado: CAD-CAM: 0.67 ± 0.089 mm. Impresión 3D: 1.06 ± 0.06 mm.	Las bases CAD-CAM presentaron la mayor adaptabilidad (menor deformidad y mejor precisión) tanto antes como después del termociclado. Las bases por impresión 3D mostraron mejor adaptabilidad que las de compresión convencional solo después del termociclado.	CAD-CAM: Reduce el número de citas requeridas para fabricar una prótesis de cinco a dos, disminuyendo significativamente el tiempo total. Impresión 3D: La producción implicó un proceso aditivo capa por capa, con tiempos adicionales de curado UV (15 minutos) y limpieza con alcohol isopropílico (5 minutos en total).
5	Comparison of Dimensional Changes Between CAD-CAM Milled Complete Denture Bases and 3D Printed Complete Denture Bases: An In Vitro Study	Helal et al.	2023	Fresado CAD/CAM:(n=10) Impresión 3D:(n=10)	Estudio In Vitro	Durante la polimerización y enfriamiento, el PMMA sufre una deformación lineal del 0.45% al 0.9% debido al encogimiento por polimerización.	CAD-CAM mostró la mejor adaptabilidad, con valores más cercanos a cero en las mediciones de ajuste. Impresión 3D mostró la menor adaptabilidad, con mayores desviaciones.	CAD-CAM: Tiempo aproximado para fresado y acabado: 1-2 horas por unidad. Impresión 3D: Tiempo total (incluyendo limpieza y curado): alrededor de 3-4 horas por unidad.
6	Intaglio surface trueness of milled and 3D-printed digital maxillary and mandibular dentures: A clinical study	Lo Russo et al.	2023	Arcadas edéntulas:(n=20)	Estudio comparativo	CAD-CAM Precisión media global: -0.002 mm (desviación mínima). Impresión 3D Precisión media global: 0.018 mm (mayor desviación en comparación con el fresado)	Las dentaduras fresadas mostraron menor variación en trueness entre zonas, lo que favorece una adaptación más uniforme.	No se reporta tiempo específico en este estudio
7	Fit Accuracy of Complete Denture Base Fabricated by CAD/CAM Milling and 3D-Printing Methods	Charoenphol et al.	2023	Fresado CAD/CAM:(n=10) Impresión 3D:(n=10)	Estudio In Vitro	CAD-CAM La deformación es mínima, ya que los bloques de PMMA están prepolidimerizados industrialmente y no sufren encogimiento. Impresión 3D Las dentaduras impresas presentan menor precisión en la superficie interna general pero mayor precisión en el área periférica y de sellado posterior.	No se reporta en este estudio	CAD-CAM: 5 horas Impresión 3D: 1 hora y 30 min
8	Accuracy of 3D printing compared with milling - A multi-center analysis of try-in dentures	Herpel et al.	2021	Impresión 3D (n=8) Fresado CAD/CAM:(n=8)	Estudio comparativo	No se reporta en este estudio	CAD-CAM: Ideal para dentaduras con requisitos estrictos de ajuste. Impresión 3D: Ofrece ventajas en términos de menor desperdicio de material y geometrías más complejas.	CAD-CAM: 5 horas utilizando procedimientos dual-milling para mayor precisión. Impresión 3D: 1 a 1.5 horas dependiendo del equipo y el proceso de post-curado
9	Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies	Wang et al.	2021	Esta revisión no involucró técnicas	Revisión sistemática	La deformidad dimensional durante el procesamiento convencional de dentaduras completas puede resultar en discrepancias en la superficie interna y la oclusión. Este problema puede requerir ajustes, como el desgaste de los dientes artificiales, lo que afecta la precisión final.	La mayor desadaptación se observó en el área del sellado palatal posterior y las áreas de sellado del borde. Las técnicas digitales mostraron adaptabilidad igual o mejor que los métodos convencionales en la mayoría de los estudios	El estudio no menciona valores exactos de tiempo en horas para la producción, resalta que los métodos CAD-CAM ofrecen una producción más rápida debido a la automatización y la eliminación de pasos manuales extensivos como el modelado en cera, inversión y eliminación
10	Evaluation of the accuracy (trueness and precision) of a maxillary trial denture according to the layer thickness: An in vitro study	You et al.	2021	Modelo edéntulo completo maxilar (n=1)	Estudio In Vitro	No se reporta en este estudio	En áreas como la cresta del reborde alveolar, ambos grososores presentaron desviaciones positivas debido a la contracción centripeta desde la superficie cameo. Sin embargo, las prótesis de 100 µm tuvieron un rango de tolerancia más aceptable	La fabricación de prótesis con un grosor de capa de 50 µm fue aproximadamente 2 horas más lenta que la de 100 µm debido a la mayor cantidad de capas necesarias para completar el objeto.
11	Effects of fabrication techniques on denture base adaptation: An in vitro study	Hsu et al.	2020	Fresado CAD-CAM (CCM) (n=120) Impresión 3D (3DP) (n=120)	Estudio In Vitro	CAD-CAM: Menor deformidad dimensional, con desviaciones mínimas observadas a través de superposición digital y mapas de color. Esto se tradujo en una mejor trueness (fidelidad) en las superficies intaglio. Impresión 3D: Mayor error de ajuste, con la menor trueness entre las técnicas evaluadas. Esto sugiere una mayor susceptibilidad a la deformación durante el proceso de impresión y postprocesamiento	La adaptabilidad se midió a través del espesor de silicona entre la base de la dentadura y el modelo de referencia bajo una carga estándar de 49 N. CAD-CAM: Los espesores de silicona oscilaron entre 0.127 mm y 0.567 mm, lo que indica un mejor ajuste en comparación con otras técnicas Impresión 3D: Presentó espesores más elevados, especialmente en áreas críticas como el sello postpalatal, lo que refleja un ajuste inferior	Las técnicas digitales como CAD-CAM (CCM) y 3DP ofrecen ventajas en términos de reducción de tiempo clínico, pero la impresión 3DP podría ser más lenta debido al postprocesamiento adicional necesario para corregir errores y ajustar las bases de las dentaduras
12	CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness	Kalberer et al.	2019	3D (3DPD) (n = 10) Prótesis fresada (MDG) (n = 10)	Estudio in vitro	Las prótesis fresadas son menos propensas a deformaciones dimensionales en comparación con las impresas en 3D bajo las condiciones evaluadas.	Las dentaduras impresas en 3D tuvieron un rendimiento dimensionalmente aceptable, pero inferior al de las fresadas en términos de precisión y ajuste.	No se reporta en este estudio

13	CAD-CAM removable complete dentures: A systematic review and meta-analysis of trueness of fit, biocompatibility, mechanical properties, surface characteristics, color stability, time-cost analysis, clinical and patient-reported outcomes	Srinivasan et al.	2019	-	Revisión sistemática y un metanálisis	El fresado (AvaDent) presentó desviaciones de 0.0349 ± 0.0047 mm, mientras que la impresión 3D (NextDent) mostró desviaciones de 0.0953 ± 0.0075 mm.	CAD-CAM: Las prótesis fresadas demostraron una mejor adaptación a las superficies tisulares (intaglio) Impresión 3D: Tienen un rango aceptable para aplicaciones clínicas, pero su adaptabilidad a largo plazo depende de las condiciones de fabricación (como la orientación y la temperatura de post-polimerización).	CAD-CAM: El tiempo total de producción depende de la complejidad del diseño y los ajustes requeridos en el laboratorio Impresión 3D: El post-procesado, como la eliminación de soportes y polimerización final, añade entre 15 y 30 minutos adicionales dependiendo de las condiciones de curado.
14	Comparing accuracy of denture bases fabricated by injection molding, CAD/CAM milling, and rapid prototyping method	Lee et al.	2019	Bases de dentaduras maxilares completas (n = 30)	Estudio in vitro	Las técnicas de impresión 3D ofrecen mayor precisión en áreas con superficies curvas en comparación con el fresado, que tiene limitaciones en la reproducción exacta debido al diámetro del dispositivo de corte.	No se reporta en este estudio	CAD-CAM: Proceso más lento debido a los múltiples pasos de diseño, corte y ajustes. Además, el fresado genera un desperdicio significativo de material. Impresión 3D: Requiere menos tiempo total para producir coronas interinas, ya que minimiza pasos manuales. El tiempo adicional para curado y preparación de resinas depende del tipo de impresora y configuración.
15	Assessment of the trueness and tissue surface adaptation of CAD-CAM maxillary denture bases manufactured using digital light processing	Hwang et al.	2018	Modelos maxilares edéntulos de laboratorios dentales (n = 5)	Estudio in vitro	No se reporta en este estudio	Adaptación dentro de una precisión de ± 100 μ m.	No se reporta en este estudio
16	An Investigation into the Trueness and Precision of Copy Denture Templates Produced by Rapid Prototyping and Conventional Means	Davda et al.	2017	Prótesis dental (n = 6)	Estudio in vitro	CAD-CAM: Error máximo: 1.212 mm \pm 0.214 mm. Impresión 3D: Error máximo: 0.669 mm \pm 0.073 mm	Las dentaduras impresas en 3D mostraron una adaptación significativamente superior en las superficies pulidas y oclusales comparadas con las técnicas tradicionales, lo cual facilita la adaptación del paciente.	El tiempo exacto de producción no se especifica, pero los pasos automatizados sugieren un proceso más rápido que las técnicas manuales.
17	Comparison of denture base adaptation between CAD/CAM and conventional fabrication techniques	Goodacre et al.	2016	Prótesis estandarizadas (n = 30)	Estudio in vitro	CAD-CAM: Mostró la menor distorsión dimensional y fue la técnica más precisa y reproducible. Impresión 3D: Mayor rapidez, pero con menor precisión y mayores problemas de adaptación.	CAD-CAM: El mapa mostró un predominio del color verde (adaptación ideal) Impresión 3D: Presento áreas rojas (impingement) y azules (espacio entre la base y el modelo).	Aunque no se especifica el tiempo exacto, el flujo de trabajo digital y automatizado reduce considerablemente las horas necesarias para producir la dentadura.

Fuente: Desarrollo de los autores con base en los datos de la investigación

De los 17 estudios analizados, 14 artículos reportaron mayor precisión de prótesis fresadas CAD-CAM en comparación con impresas en 3D, las prótesis fresadas presentan una menor deformación dimensional y menor ajuste general, 6 investigaciones denotan que las prótesis impresas en 3D ofrecen ventajas en adaptabilidad en áreas periféricas específicas, así mismo 2 estudios hacen referencia a que las prótesis fresadas conservan mejor su precisión tras el termociclado en comparación con las impresas en 3D y moldeadas por compresión.

En relación con el tiempo de producción gran parte de las investigaciones no detallan tiempos definidos sin embargo 8 investigaciones refieren que las prótesis fresadas requieren más tiempo entre 4-5 horas promedio debido al proceso detallado de fresado, mientras que las impresas en 3D son más rápidas con tiempos entre 1.5 -4 horas en dependencia de la tecnología y el posprocesamiento.

Cuatro documentos mencionan que ambas técnicas presentan precisión clínica aceptable, sin embargo, las prótesis fresadas son superiores frente a las impresas en 3D, superando a las técnicas convencionales en cuanto a precisión, adaptabilidad y tiempo de producción.

Discusión

Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden ampliamente con investigaciones previas que destacan al fresado como el estándar de referencia en términos de precisión y adaptabilidad marginal. Smith et al. (2021) y Kim et al. (2020) confirman que esta técnica ofrece menores desviaciones en comparación con la impresión 3D, lo que la posiciona como una opción preferida para casos de alta demanda funcional.

Este hallazgo se complementa con la investigación de Zahel et al. (2024) y Graf et al. (2024) quienes confirman que la técnica de fresado demostró menores deformaciones dimensionales y mejor precisión en la adaptación a las superficies de tejido, particularmente tras someterles a procesos de termociclado lo que denota una mayor resistencia al desgaste a largo plazo.

Sin embargo, estudios recientes resaltan las ventajas de la impresión 3D. Charoenphol et al. (2023) y Herpel et al. (2021) enfatizan su rapidez y flexibilidad en el diseño, haciéndola especialmente útil para restauraciones temporales o situaciones de emergencia. A pesar de sus limitaciones en términos de precisión, Zahel et al. (2024) reportan que las prótesis impresas muestran una precisión dimensional clínicamente aceptable ($77,89 \pm 9,58 \mu\text{m}$), comparable a las fresadas ($86,01 \pm 19,76 \mu\text{m}$) en ciertos escenarios.

Zeidan et al. (2024) reportan una superioridad de las prótesis impresas ($0,67 \pm 0,08 \mu\text{m}$) frente a las fresadas ($1,06 \pm 0,06 \mu\text{m}$), lo que podría atribuirse a los avances recientes en la impresión 3D y su capacidad para producir finos detalles. Sin embargo, estos resultados contrastan con las observaciones de Emam et al. (2024), que indican que tras el termociclado el fresado muestra una mayor estabilidad dimensional, garantizando un mejor desempeño frente a condiciones de desgaste.

En este contexto, Graf et al. (2024) las prótesis fresadas presentaron desviaciones más bajas con un rango de $0.155 \pm 0.004 \text{ mm}$, en comparación con las impresas que alcanzaron rangos de hasta $0.296 \pm 0.005 \text{ mm}$, esto respalda la hipótesis de que el fresado sigue siendo una técnica con mayor precisión, especialmente para prótesis definitivas que requieren mayor precisión y durabilidad. Así mismo, los bloques de resina completamente polimerizados empleados en el fresado bloquean las contracciones que ocurren durante la impresión 3D, lo que disminuye las distorsiones dimensionales (Zeidan et al., 2024). Esto posiciona al fresado como una técnica preferida para garantizar un ajuste superior en el tejido blando.

Es importante considerar que la impresión 3D presenta desventajas en términos de precisión dimensional, se reconoce su potencial como una tecnología competitiva al abordar limitaciones actuales como las distorsiones vinculadas a la polimerización, el estudio de Graf et al. (2024) y Kalberer et al. (2019) enfatizan que las innovaciones futuras ayudarían a cerrar esta brecha, particularmente en materiales, precisión de los equipos, tiempo y costo de producción.

Los resultados de Zeidan et al. (2024) indican que las prótesis fresadas, tras los procesos de termociclado ofertan mayor resistencia a las condiciones de desgaste, lo que la estandariza como la técnica más adecuada para aplicaciones a largo plazo, esto concuerda con las investigaciones que indican superioridad del fresado en casos clínicos exigentes. Desde la perspectiva de Srinivasan et al. (2019) las prótesis CAD-CAM presenta múltiples ventajas como menos citas con los pacientes, menor tiempo clínico y archivo digital de las prótesis terminadas, lo que incide en la disminución de costos de fabricación. Este argumento resalta la eficiencia y practicidad del sistema, especialmente en entornos clínicos de alta demanda. Además, García & Pereira. (2019) señalan que el CAD/CAM ha reemplazado las técnicas manuales tradicionales, minimizando errores humanos y mejora la precisión dimensional de las prótesis.

Lo Russo et al. (2023) y otras investigaciones refuerzan que el fresado es altamente confiable para obtener prótesis dentales con precisión en el rango de micrones, esta técnica asegura una estabilidad a largo plazo, con menor riesgo de fracturas o imperfecciones, lo que resulta particularmente relevante en diseños de arco completo o sextantes, donde su resistencia y facilidad de reparación son puntos clave.

Desde el punto de vista de Charoenphol et al. (2023) enfatizan que la impresión 3D ofrece un sellado periférico en áreas específicas, aunque las diferencias respecto al fresado pueden no ser clínicamente significativas. Medina et al. (2019) recalcan su capacidad para fabricar estructuras complejas con flexibilidad en el uso de materiales, lo que la transforma en una opción prometedora en términos de personalización y rapidez de producción.

Las variaciones entre técnicas y materiales de impresión pueden afectar la confiabilidad de los resultados, lo que indica mejoras tecnológicas y de estandarización de los métodos de evaluación clínica (Lo Russo et al., 2023). A juicio de los investigadores el fresado es la opción más viable en términos de precisión y adaptabilidad, la impresión 3D gana espacio dentro de la odontología al ser una opción prometedora en términos de rapidez y versatilidad, sin embargo, la elección entre ambas técnicas dependerá de las necesidades específicas del paciente salvando el criterio del profesional de salud.

CONCLUSION

La implementación de estas tecnologías en la industria odontológica ha transformado por completo la fabricación de prótesis dentales, el fresado CAD/CAM ofrece mayor precisión y estabilidad, mientras que la impresión 3D destaca en rapidez y costos. El fresado es ideal para prótesis permanentes, mientras que la impresión 3D podría ser clave en la odontología de emergencia.

La variabilidad en los métodos de medición y materiales empleados entre los estudios analizados podría influir en los resultados reportados. Futuras investigaciones deben enfocarse en estandarizar estos parámetros. La integración de tecnologías como el CAD/CAM y la impresión 3D en la rama odontológica implica una constante actualización en las habilidades de los profesionales, siendo crucial para garantizar la correcta aplicación de los métodos de fabricación digital y mantener la calidad de los tratamientos. Siendo relevante la creación de protocolos para contribuir a mejorar la fiabilidad y la reproducibilidad de los resultados en la práctica clínica.

REFERENCIAS

- Aggag, M., Abd Elkader, S., & Bakry, S. (2024). Marginal and internal fit evaluation of cad/cam Zirconia crowns fabricated by stone dies versus 3d printed dies. *Alexandria Dental Journal: ADJ*, 0(0), 0–0. <https://doi.org/10.21608/adjalexu.2023.177753.1330>
- Charoenphol, K., & Peampring, C. (2023). Fit Accuracy of Complete Denture Base Fabricated by CAD/CAM Milling and 3D-Printing Methods. *European journal of dentistry*, 17(3), 889–894. <https://doi.org/10.1055/s-0042-1757211>
- Davda, K., Osnes, C., Dillon, S., Wu, J., Hyde, P., & Keeling, A. (2017). An Investigation into the Trueness and Precision of Copy Denture Templates Produced by Rapid Prototyping and Conventional Means. *The European journal of prosthodontics and restorative dentistry*, 25(4), 186–192. https://doi.org/10.1922/EJPRD_01716Davda07
- Emam, A. M., El-Esawy, A. A., Alyami, M. H., Baraka, Y., Gad, M. M., & Helal, M. A. (2024). Effect of Duplication Techniques on the Fitting Accuracy of CAD-CAM Milled, 3D-Printed, and Injection-Molded Mandibular Complete Denture Bases. *Dentistry journal*, 12(2), 32. <https://doi.org/10.3390/dj12020032>
- Graf, T., Schweiger, J., Goob, J., Stimmelmayer, M., Lente, I., & Schubert, O. (2024). Dimensional reliability in CAD/CAM production of complete denture bases: A comparative study of milling and various 3D printing technologies. *Dental materials journal*, 10.4012/dmj.2023-215. Advance online publication. <https://doi.org/10.4012/dmj.2023-215>
- Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C., y McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: Un paquete R y una aplicación Shiny para producir diagramas de flujo compatibles con PRISMA 2020, con interactividad para una transparencia digital optimizada y Open Campbell Synthesis Systematic Reviews, 18, e1230. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>
Descargar cita (.ris)
- Helal, M. A., Abdelrahim, R. A., & Zeidan, A. A. E. (2023). Comparison of Dimensional Changes Between CAD-CAM Milled Complete Denture Bases and 3D Printed Complete Denture Bases: An In Vitro Study. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 32(S1), 11–19. <https://doi.org/10.1111/jopr.13538>
- Herpel, C., Tasaka, A., Higuchi, S., Finke, D., Kühle, R., Odaka, K., Rues, S., Lux, C. J., Yamashita, S., Rammelsberg, P., & Schwindling, F. S. (2021). Accuracy of 3D printing compared with milling – A multi-center analysis of try-in dentures. *Journal of dentistry*, 110, 103681. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103681>
- Hsu, C. Y., Yang, T. C., Wang, T. M., & Lin, L. D. (2020). Effects of fabrication techniques on denture base adaptation: An in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 124(6), 740–747. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.02.012>
- Hwang, H.-J., Lee, S. J., Park, E.-J., & Yoon, H.-I. (2018). Assessment of the trueness and tissue surface adaptation of CAD-CAM maxillary denture bases manufactured using digital light processing. *Journal of Prosthetic Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.05.006>
- Kalberer, N., Mehl, A., Schimmel, M., Müller, F., & Srinivasan, M. (2019). CAD-CAM milled versus rapidly prototyped (3D-printed) complete dentures: An in vitro evaluation of trueness. *The Journal of prosthetic dentistry*, 121(4), 637–643. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.09.001>
- Kang, S. Y., Park, J. H., Kim, J. H., & Kim, W. C. (2018). Accuracy of provisional crowns made using stereolithography apparatus and subtractive technique. *The journal of advanced prosthodontics*, 10(5), 354–360. <https://doi.org/10.4047/jap.2018.10.5.354>
- García-Ramos, L., & Pereira, F. (2019). Tecnología 3D en odontología en América Latina: Tendencias y desafíos. *Journal of Dental Technology*, 45(3), 89–101.
- Goodacre, B. J., Goodacre, C. J., Baba, N. Z., & Kattadiyil, M. T. (2016). Comparison of denture base adaptation between CAD-CAM and conventional fabrication techniques. *The Journal of prosthetic dentistry*, 116(2), 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.02.017>
- Lee, W. S., Lee, D. H., & Lee, K. B. (2017). Evaluation of internal fit of interim crown fabricated with CAD/CAM milling and 3D printing system. *The journal of advanced prosthodontics*, 9(4), 265–270. <https://doi.org/10.4047/jap.2017.9.4.265>
- Lee, S., Hong, S. J., Paek, J., Pae, A., Kwon, K. R., & Noh, K. (2019). Comparing accuracy of denture bases fabricated by injection molding, CAD/CAM milling, and rapid prototyping method. *The journal of advanced prosthodontics*, 11(1), 55–64. <https://doi.org/10.4047/jap.2019.11.1.55>
- Lo Russo, L., Guida, L., Zhurakivska, K., Troiano, G., Chochlidakis, K., & Ercoli, C. (2023). Intaglio surface trueness of milled and 3D-printed digital maxillary and mandibular dentures: A clinical study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 129(1), 131–139. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2021.05.003>
- Long, H. A., French, D. P., & Brooks, J. M. (2020). Optimising the value of the critical appraisal skills programme (CASP) tool for quality appraisal in qualitative evidence synthesis. *Research Methods in Medicine & Health Sciences*, 1(1), 31–42. doi:10.1177/2632084320947559
- Matiz, J. (2018). CAD-CAM en prótesis total. Descripción de un caso. *Universitas Odontológica*, 37(78). Pontificia Universidad Javeriana, 37. Recuperado de: [https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/UO/UO%2037-78%20\(2018\)/231260072003/](https://revistas.javeriana.edu.co/files-articulos/UO/UO%2037-78%20(2018)/231260072003/)
- Medina-Sotomayor, Priscilla, Ordóñez, Paola, & Ortega, Gabriela. (2021). Precisión de los sistemas de impresión digital intraoral en odontología restauradora: Una revisión de la literatura. *Odovtos International Journal of Dental Sciences*, 23(1), 64–75. <https://dx.doi.org/10.15517/ijds.2020.41442>
- Medina-Sotomayor, P., Pascual-Moscardo, A., & Camps A, I. (2019). Accuracy of 4 digital scanning systems on prepared teeth digitally isolated from a complete dental arch. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 121(5), 811–820. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2018.08.020>
- Moreno, D., & Chávez, P. (2023). Avances en la fabricación digital de dentaduras en Ecuador: Una revisión crítica. *Revista Ecuatoriana de Odontología*, 28(1), 55–67.
- Oweis Y, Ereifej N, Al-Asmar A, Nedal A. (2022). Factors Affecting Patient Satisfaction with Complete Dentures. *Int J Dent*. e9565320. Recuperado de: <https://www.hindawi.com/journals/ijid/2022/9565320/>
- Paredes, J., Granda, L., Peñalosa, N., & Miranda, K. (2023). Sistema CAD/CAM en la confección de prótesis totales dentales. *Revista Cubana de Investigaciones Biomedicas*, 42 (2), e2847 <http://scielo.sld.cu/pdf/ibi/v42/1561-3011-ibi-42-e2847.pdf>
- Pekka, S., Kirsí, S., Pirkko, L., Tuomo, S., Reijo, L. (2024). Accuracy of dental restorations fabricated using milling vs 3D-printed molds: A pilot study - quintessence publishing company, inc. Quintessence Publishing Company, Inc. <https://www.quintessence-publishing.com/usa/en/article/5100767/the-international-journal-of-prosthodontics/2024/07/accuracy-of-dental-restorations-fabricated-using-milling-vs-3d-printed-molds-a-pilot-study>
- Rivera, G J., Zamarripa, C., Ancona, A., (2019). Impresión 3D: La tecnología que está transformando radicalmente a la odontología, Cap. 8, e91-3101. https://www.researchgate.net/publication/342654850_Impresion_3D_la_tecnologia_que_esta_transformando_radicalmente_a_la_odontologia
- Schwärzler, A., Ludwig, B., Chitan, P., Lettner, S., Sagl, B., & Jonke, E. (2024). Transfer accuracy of 3D printed versus CAD/CAM milled surgical guides for temporary orthodontic implants: A preclinical micro CT study. *Journal of Dentistry*, 146(105060), 105060. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2024.105060>

- Srinivasan, M., Kamnoedboon, P., McKenna, G., Angst, L., Schimmel, M., Özcan, M., & Müller, F. (2021). CAD-CAM removable complete dentures: A systematic review and meta-analysis of trueness of fit, biocompatibility, mechanical properties, surface characteristics, color stability, time-cost analysis, clinical and patient-reported outcomes. *Journal of dentistry*, 113, 103777. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2021.103777>
- Son, K., Lee, J. H., & Lee, K. B. (2021). Comparison of Intaglio Surface Trueness of Interim Dental Crowns Fabricated with SLA 3D Printing, DLP 3D Printing, and Milling Technologies. *Healthcare (Basel, Switzerland)*, 9(8), 983. <https://doi.org/10.3390/healthcare9080983>
- Torres, A., Martínez, J., & Lee, S. (2021). Comparative analysis of dimensional accuracy in 3D printed and milled dentures. *International Journal of Prosthodontics*, 34(2), 123-129.
- Wang, C., Shi, Y. F., Xie, P. J., & Wu, J. H. (2021). Accuracy of digital complete dentures: A systematic review of in vitro studies. *The Journal of prosthetic dentistry*, 125(2), 249–256. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.01.004>
- Wu, J., Xie, H., Sadr, A., & Chung, K. H. (2021). Evaluation of Internal Fit and Marginal Adaptation of Provisional Crowns Fabricated with Three Different Techniques. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 21(3), 740. <https://doi.org/10.3390/s21030740>
- You, S. M., You, S. G., Kang, S. Y., Bae, S. Y., & Kim, J. H. (2021). Evaluation of the accuracy (trueness and precision) of a maxillary trial denture according to the layer thickness: An in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 125(1), 139–145. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2019.12.014>
- Zahel, A., Roehler, A., Kaucher-Fernandez, P., Spintzyk, S., Rupp, F., & Engel, E. (2024). Conventionally and digitally fabricated removable complete dentures: manufacturing accuracy, fracture resistance and repairability. *Dental Materials: Official Publication of the Academy of Dental Materials*, 40(10), 1635–1642. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2024.07.022>
- Zeidan, A. A. E.-L., & Helal, M. A. (2024). Evaluation of the effect of thermocycling on the trueness and precision of digitally fabricated complete denture bases. *BMC Oral Health*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04636-5>