



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

TEMA:

**Análisis comparativo de resinas biocompatibles para guías
quirúrgicas 3D.**

AUTOR:

Chávez Cortez, Darwin Francisco

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
ODONTÓLOGO**

TUTOR:

Dr. Lema Gutiérrez, Héctor Alfredo

**Guayaquil, Ecuador
7 de septiembre del 2026**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación fue realizado en su totalidad por **Chávez Cortez, Darwin Francisco**, como requerimiento para la obtención del título de **Odontólogo**.

TUTOR



Hector Alfredo
Lema Gutierrez



f. _____
Dr. Lema Gutiérrez, Héctor Alfredo

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____
Bermúdez Velásquez, Andrea Cecilia

Guayaquil, a los 7 del mes de septiembre del año 2026



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Chávez Cortez, Darwin Francisco**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Análisis comparativo de resinas biocompatibles para guías quirúrgicas 3D** previo a la obtención del título de **Odontólogo**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 7 del mes de septiembre del año 2026

EL AUTOR



Darwin Francisco
Chavez Cortez



f. _____

Chávez Cortez, Darwin Francisco



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

AUTORIZACIÓN

Yo, **Chávez Cortez, Darwin Francisco**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Análisis comparativo de resinas biocompatibles para guías quirúrgicas 3D**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 7 del mes de septiembre del año 2026

EL AUTOR:



Darwin Francisco
Chavez Cortez



f. _____
Chávez Cortez, Darwin Francisco



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA

REPORTE COMPILATIO



Certificado de análisis

Compilatio Magister+ | UCSG-EC- Universidad Católica de Santiago de Guayaquil

Análisis Comparativo De Resinas Bbiocompatibles Para Guías Quirúrgicas 3D - Chávez Cortez,
Darwin Francisco

ID : eec937ce220d4729c347cfbaedc97e89379d6319



0%
Textos
sospechosos

Nombre del fichero : Análisis Comparativo De Resinas Bbiocompatibles
Para Guías Quirúrgicas 3D - Chávez Cortez, Darwin Francisco.txt
Tamaño del archivo original : 347,5 kB
Número de palabras : 3686

Depositante : Hector Alfredo Lema Gutierrez
Fecha de depósito : 5 de septiembre de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 5 de septiembre de 2026

Resumen (sección 1/2)



**Hector Alfredo
Lema Gutierrez**



Localización de los textos sospechosos en el documento :



TUTOR



**Hector Alfredo
Lema Gutierrez**



f. _____
Dr. Lema Gutiérrez, Héctor Alfredo

AGRADECIMIENTO

Por la culminación de la tesis agradezco al doctor que me ayudó con las inquietudes durante todo el desarrollo de esta y al laboratorio que me brindó toda la información necesaria para hacer posible este proyecto y a las demás personas que de una u otra manera aportaron para el desarrollo de la tesis.

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre, pues sin ella no lo había logrado. Tu bendición a diario a lo largo de mi vida me protege y me lleva por el camino del bien. Por eso te doy mi trabajo en ofrenda por tu paciencia y amor madre mía, te amo.



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

ANDREA CECILIA BERMÚDEZ VELÁSQUEZ

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

(NOMBRES Y APELLIDOS)

COORDINADOR DEL ÁREA O DOCENTE DE LA CARRERA

f. _____

ANDREA CECILIA BERMÚDEZ VELÁSQUEZ

OPONENTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
CARRERA DE ODONTOLOGÍA**

CALIFICACIÓN

TUTOR



Hector Alfredo
Lema Gutierrez



f. _____
Dr. Lema Gutiérrez, Héctor Alfredo

RESUMEN

Introducción: La incorporación de tecnologías digitales en odontología ha transformado la planificación y ejecución de tratamientos con implantes usando herramientas de diseño digital e impresión 3D. En esta situación, las guías quirúrgicas 3D llevan la planificación al quirófano, facilitando una colocación más exacta de los implantes y contribuyendo a disminuir desviaciones en procedimientos tradicionales. La precisión de estas estructuras depende de varios factores, como el diseño, los parámetros de impresión, el post procesamiento y las propiedades del material, lo que hace fundamental elegir las resinas adecuadas en el proceso de implantología digital. **Objetivo:** Comparar la estabilidad dimensional de las resinas biocompatibles Arma, Antinsky, Nagy y Portux. **Metodología:** Enfoque cuantitativo, experimental y comparativo; las muestras fueron comparadas evaluando las mediciones dimensionales previas y posteriores al proceso de esterilización en autoclave; se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Wilcoxon para comparar las medidas antes y después de la esterilización, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. **Resultados:** La resina Arma mostró una tendencia general a la reducción dimensional, en tanto que Antinsky exhibió variaciones de menor tamaño entre las dos condiciones. En Nagy y Portux3D, las modificaciones más significativas se centraron en el punto I2, con cambios de 4,82 mm y 5,17 mm, respectivamente. El test de Wilcoxon mostró una diferencia significativa en las mediciones antes y después del autoclave solo para la resina Arma ($p = 0,031$).

Palabras Claves: *Guías quirúrgicas, Arma, Antinsky, Nagy, Portux3D, estabilidad dimensional.*

ABSTRACT

Introduction: The incorporation of digital technologies in dentistry has transformed the planning and execution of implant treatments using digital design tools and 3D printing. In this context, 3D surgical guides bring the planning process to the operating room, facilitating more precise implant placement and helping to reduce deviations in traditional procedures. The accuracy of these structures depends on several factors, such as design, printing parameters, post-processing, and material properties, making the selection of appropriate resins essential in the digital implantology process.

Aim: To compare the dimensional stability of the biocompatible resins Arma, Antinsky, Nagy, and Portux. **Methodology:** A quantitative, experimental, and comparative approach was used; the samples were compared by evaluating dimensional measurements before and after the autoclave sterilization process. The Shapiro-Wilk and Wilcoxon tests were used to compare measurements before and after sterilization, with a significance level of $p < 0.05$. **Results:** The Arma resin showed a general trend toward dimensional reduction, while Antinsky exhibited smaller variations between the two conditions. In Nagy and Portux3D, the most significant modifications were concentrated at point I2, with changes of 4.82 mm and 5.17 mm, respectively. The Wilcoxon test showed a significant difference in measurements before and after autoclaving only for the Arma resin ($p = 0.031$).

Keywords: *Surgical guides, Arma, Antinsky, Nagy, Portux3D, dimensional stability.*

INTRODUCCIÓN

La incorporación de las tecnologías digitales en la carrera de odontología ha evolucionado a través de la planificación y elaboración de métodos por medio de prótesis utilizando herramientas de proyecto automatizado e impresión 3D, de acuerdo con este panorama, las directrices quirúrgicas en 3D traslada la planificación al quirófano, permitiendo una colocación más precisa de las prótesis favoreciendo a la reducción de ciertas desviaciones en procedimientos convencionales. La exactitud de esta organización e incidencia por varios factores, los parámetros de impresión, como el diseño, el post procesamiento y las propiedades del material, haciendo que la elección de resinas apropiadas sea vital en el proceso de la implantología digital.

Investigaciones experimentales han mostrado que el método de producción y el material utilizado pueden afectar la precisión de las guías quirúrgicas y, por ende, la ubicación final del implante (1).

Entre las propiedades a considerar en resinas para guías quirúrgicas está la estabilidad dimensional, ya que los cambios durante la fabricación pueden afectar las dimensiones originales de la estructura. Un cambio aparentemente menor puede influir en el ajuste de la guía sobre las estructuras de soporte y alterar la transferencia de la planificación digital al procedimiento clínico. Un estudio que analizó diversos materiales de resina biocompatible para fabricar estructuras de guías quirúrgicas y se hallaron cambios dimensionales tras la esterilización con vapor, notándose variaciones en dimensiones externas e internas de los ejemplares (2).

La biocompatibilidad es esencial en la elección de materiales para dispositivos utilizados en procedimientos odontológicos, por su contacto con tejidos y estructuras quirúrgicas. Sin embargo, que una resina sea biocompatible no implica que conserve sus propiedades dimensionales en las etapas de fabricación y procesamiento (3). Por ello, además de evaluar la seguridad biológica del material, es

necesario analizar su comportamiento físico y dimensional en condiciones similares a las que enfrentará antes de su uso clínico (4).

La esterilización es un factor que puede alterar las propiedades de los materiales poliméricos en impresión 3D (5). La autoclave utiliza vapor a alta presión y temperatura, condiciones que pueden provocar variaciones dimensionales según la composición del material, su polimerización y las características del proceso. Yazigi et al. (6) analizaron cuarenta guías quirúrgicas hechas de cinco materiales distintos antes y después de la esterilización a vapor a 121 °C por 20 minutos, observando variaciones en la precisión y el ajuste tras el procedimiento.

La investigación científica indica que la respuesta de las guías quirúrgicas a la esterilización no es constante y puede variar según el material usado. Chen & Wei(7) estudiaron cinco combinaciones distintas de resina y aparato de impresión, notando cambios dimensionales tras la autoclave que

dependieron del material y procesos aplicados. Los autores indicaron que algunas combinaciones mostraron contracciones relevantes en varios ejes, mientras que otras conservaron una mejor estabilidad dimensional. El análisis de los resultados mostrados en los gráficos y tablas, permiten demostrar la importancia que tiene evaluar cada resina y su comportamiento después de la fase de esterilización.

Además, diversos estudios han identificado, que después de la fase de esterilización se producen diferentes alteraciones en la dimensión estructural de las guías quirúrgicas en diferentes puntos que se han medido a nivel de la estructura de la guía. Por tal razón, en el estudio se evaluaron diferentes puntos de medidas en las guías quirúrgicas, con el propósito de evaluar o comparar si los resultados son similares o contrarios a otros estudios(8).

Los autores indicaron que, a pesar de detectar cambios tras la esterilización, estos no siempre implicaron una alteración

clínicamente relevante en el asentamiento de las guías.

Desde esta perspectiva, se comparan diversas resinas biocompatibles para identificar las muestras y comportamientos dimensionales más estables en condiciones de fabricación y esterilización controladas (9). Esta evaluación es esencial, debido al cambio de las dimensiones de una guía quirúrgica y su afectación, ajuste y la exactitud de la transferencia de la planificación implantológica. Se ha comprobado que el material de impresión, el equipo, los parámetros de fabricación y el proceso de esterilización influyen en la precisión de las guías quirúrgicas (10).

Aunque se han creado materiales para impresión 3D de dispositivos dentales, la variabilidad en el comportamiento dimensional de las resinas persiste (11). Asimismo, la evidencia existente se ha enfocado mayormente en materiales comerciales particulares y en diversas tecnologías de impresión, por lo que es relevante producir información experimental sobre las resinas elegidas para este estudio.

La comparación en condiciones controladas permitirá identificar diferencias entre materiales y evaluar su comportamiento dimensional antes y después de la esterilización por autoclave.

Tras revisar la evidencia científica existente, el objetivo de esta investigación es comparar la estabilidad dimensional de las resinas biocompatibles Arma, Antinsky, Nagy y Portux.

MATERIALES Y MÉTODOS

El grupo de estudio estuvo formado por los modelos producidos con impresión 3D usando resinas biocompatibles para crear guías quirúrgicas 3D. Se analizaron cuatro tipos de resinas: Arma, Antinsky, Nagy y Portux, midiendo dimensiones en seis puntos: O1, O2, O3, I1, I2 e I3. Se evaluó cada grupo en dos condiciones experimentales: antes y después de la esterilización por autoclave, para identificar las variaciones dimensionales ocasionadas por este proceso.

La muestra consistió en cuatro especímenes experimentales, uno

de cada una de las cuatro resinas analizadas: Arma, Antinsky,

Nagy y Portux. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la elección deliberada de los materiales accesibles para el experimento. Se realizaron mediciones en los seis puntos fijados antes y después de esterilizar cada espécimen, totalizando 24 mediciones por condición experimental y 48 registros al incluir ambas condiciones, organizados para análisis comparativo posterior.

En base a los criterios de inclusión, se eligieron a los ejemplares que presentaron las siguientes características: productos elaborados a través de impresión 3D con resinas biocompatibles Arma, Antinsky, Nagy y Portux; ejemplares creados según criterios de impresión previamente establecidos y normalizados; muestras que finalizaron correctamente el lavado y post curado; ejemplares con integridad estructural y sin defectos evidentes; ejemplares que mantuvieron la forma definida en el diseño empleado para su creación; ejemplares adecuados para

efectuar las mediciones dimensionales con el calibrador digital; y muestras que finalizaron adecuadamente el proceso de esterilización del grupo experimental. Además, se excluyeron del estudio: aquellos que mostraron fallos en el proceso de impresión; ejemplares con quiebres, grietas, burbujas, deformidades o cambios estructurales visibles; muestras que mostraron alteraciones antes de la primera medición; muestras que no finalizaron adecuadamente el lavado o post curado; ejemplares que fueron mal manejados o mostraron contaminación que podría afectar el experimento; y, finalmente, ejemplares que impidieron llevar a cabo adecuadamente las mediciones dimensionales estipuladas.

Se utilizó el método experimental en el estudio, ya que se controlaron las variables independientes del tipo de resina biocompatible y el proceso de esterilización, para evaluar su efecto en la estabilidad dimensional de los especímenes creados con impresión 3D. Las

muestras se crearon en condiciones estandarizadas, y se midieron dimensiones antes y después del proceso de esterilización en autoclave, observando cambios en condiciones controladas.

Se utilizó el método comparativo al contrastar las dimensiones de los especímenes producidos con las cuatro resinas analizadas: Arma, Antinsky, Nagy y Portux. La comparación facilitó identificar diferencias en el comportamiento dimensional de los materiales antes y después de la esterilización, reconociendo los que mostraron mayor o menor variación bajo las condiciones experimentales.

Se aplicó el método analítico para dividir el fenómeno en sus diversos componentes y examinar por separado las dimensiones de los puntos de medición definidos en cada muestra. Este enfoque permitió analizar las diferencias entre las medidas de referencia, las dimensiones antes de la esterilización y las dimensiones después del autoclave, facilitando la interpretación de las variaciones dimensionales de cada resina.

Se aplicó el método estadístico para organizar, procesar, analizar e interpretar los datos de las mediciones dimensionales. Se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk para evaluar la normalidad de los datos y la prueba de Wilcoxon para comparar las mediciones antes y después de la esterilización, detectando posibles diferencias entre ambas condiciones experimentales.

Se empleó la técnica de medición dimensional directa, usando un calibrador digital de alta precisión. Se realizaron las mediciones en los puntos designados del diseño experimental, registrando las dimensiones de cada muestra antes y después de la esterilización. La técnica facilitó la obtención de valores cuantitativos en milímetros (mm), los cuales se usaron para establecer las diferencias dimensionales tras el tratamiento de esterilización y comparar el comportamiento de las cuatro resinas biocompatibles analizadas.

El proceso experimental se llevó a cabo de forma estandarizada e incluyó las siguientes fases:

1. Modelo de referencia

diseñado: Se creó un modelo geométrico de referencia con dimensiones definidas, que sirvió como base para la producción de los ejemplares. El diseño abarcó los puntos y medidas que luego se evaluaron con medición directa.

2. Elaboración e impresión de los ejemplares:

Los especímenes se crearon con impresión 3D y resinas Arma, Antinsky, Nagy y Portux. Para asegurar la comparabilidad entre los grupos, se mantuvieron fijos los parámetros de impresión establecidos para el estudio, incluyendo la orientación, altura de capa y otros parámetros técnicos previamente definidos.

3. Lavado y post curado:

Al concluir la impresión, los especímenes fueron lavados para quitar los residuos de resina no polimerizada. Luego, se secaron y se expusieron a post curado con luz ultravioleta, según las

condiciones definidas para cada material.

4. Medición inicial: Tras el post curado, se llevó a cabo la primera medición dimensional de los especímenes. Las medidas se obtuvieron con un calibrador digital, usando los puntos de referencia del modelo experimental. Los valores obtenidos fueron las mediciones iniciales o pre autoclave.

5. Proceso de esterilización:

Los especímenes del grupo esterilizado se colocaron en el autoclave y se sometieron al ciclo de esterilización definido para el estudio. Se mantuvieron iguales la temperatura, presión y tiempo de exposición para asegurar la estandarización del proceso.

6. Evaluación tras la esterilización:

Al concluir el ciclo de esterilización y tras alcanzar los especímenes condiciones adecuadas para manipularse, se llevó a cabo una segunda medición dimensional con el mismo calibrador digital y puntos de

referencia utilizados en la medición inicial. Los valores obtenidos reflejaron las mediciones tras el proceso de esterilización o post autoclave.

7. Registro y evaluación de las mediciones: Los valores recolectados se anotaron en una ficha y luego se ordenaron en una base de datos. Se compararon los valores medidos antes y después de la esterilización en cada punto, determinando la diferencia dimensional de cada espécimen. La variación dimensional se estableció al comparar la medida actual con la medida de referencia,

permitiendo identificar si hubo una reducción, aumento o conservación de la dimensión analizada.

8. Procesamiento estadístico:

Finalmente, se procesaron los datos usando herramientas estadísticas para identificar medidas descriptivas y diferencias entre los grupos experimentales. Se presentaron resultados a través de tablas y gráficos comparativos para facilitar la interpretación del comportamiento dimensional de las cuatro resinas analizadas.

RESULTADOS

Como primer paso del análisis experimental, se anotaron los parámetros de impresión de las cuatro resinas biocompatibles usadas para crear los especímenes: Arma, Antinsky, Nagy y Portux3D. Estos parámetros facilitaron registrar las condiciones técnicas usadas en la fabricación de las muestras y definir las características específicas de procesamiento de cada material.

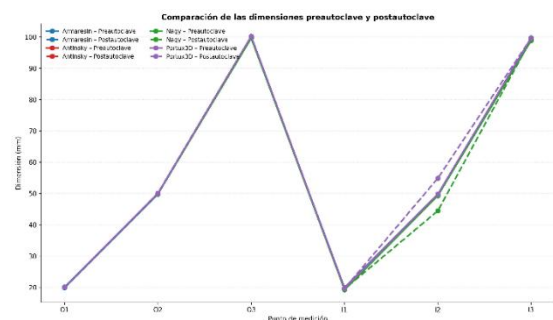
Tabla 1. Parámetros de impresión

Resina	Altura de capa	Total de capas	Densidad	Tiempo de exposición
Arma Resin	0,090 mm	9	1,100 g/ml	4.500 s
Antinsky	0,050 mm	5	1,100 g/ml	4.000 s
Nagy	0,050 mm	5	1,100 g/ml	3.200 s
Portux	0,050 mm	12	1,100 g/ml	15,000 s

Los datos obtenidos mostraron variaciones entre los materiales, especialmente en altura de capa, cantidad de capas y duración de exposición. Estas propiedades se registraron durante el experimento, ya que las condiciones de fabricación pueden afectar las dimensiones finales de las muestras.

Se efectuaron mediciones de dimensiones con calibrador digital en los seis puntos definidos para cada resina: O1, O2, O3, I1, I2 e I3. Se realizaron mediciones antes y después del proceso de autoclave, registrándose los valores en milímetros. Para hacer más sencilla la comparación visual de resultados, se representaron los datos con un gráfico lineal, usando colores distintos para cada resina y líneas continuas y discontinuas para las condiciones pre autoclave y post autoclave.

Gráfico 1. Medidas pre y post autoclave

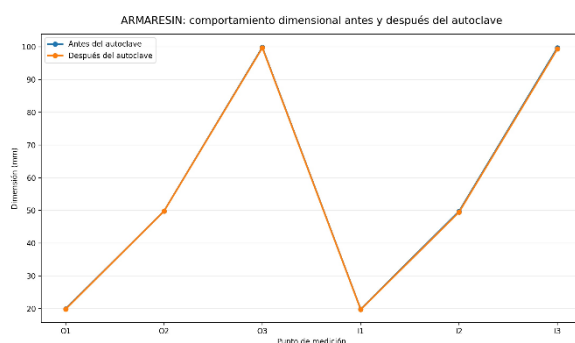


El gráfico muestra que las variaciones dimensionales tras la esterilización no fueron iguales en las cuatro resinas ni en los distintos puntos de medición. La resina Arma mostró una tendencia general hacia la disminución de sus dimensiones, mientras que Antinsky presentó variaciones menores. Las principales

modificaciones se identificaron en Nagy y Portux3D, especialmente en la medición I2. En general, las mediciones externas mostraron más estabilidad, mientras que las variaciones más significativas se dieron en ciertas mediciones internas.

En la resina Arma se notó una reducción en las medidas en los seis puntos analizados tras el proceso de esterilización. De acuerdo con el gráfico 2, las fluctuaciones fueron de $-0,05$ mm en O2 y $-0,38$ mm en I3. La reducción más significativa fue en el punto I3, y la menor en O2.

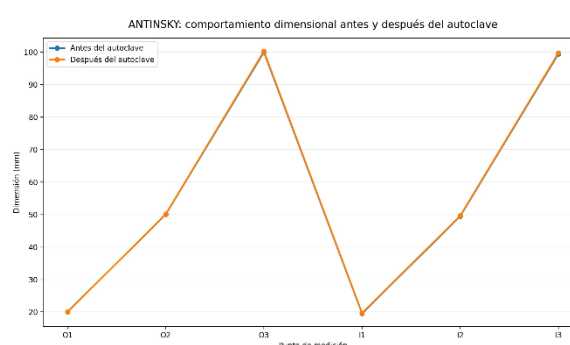
Gráfico 2. Resina Arma



En líneas generales, los resultados mostraron una inclinación hacia la reducción dimensional tras el autoclave. La disminución observada fue bastante uniforme entre los puntos, aunque con una mayor magnitud en la medición I3.

Según el gráfico 3, la resina Antinsky mostró variaciones menos significativas que las de Nagy y Portux3D. O1 mostró una disminución de $0,03$ mm, en cambio O2, O3, I1, I2 e I3 tuvieron aumentos de $0,07$, $0,30$, $0,14$, $0,13$ y $0,28$ mm, respectivamente.

Gráfico 3. Resina Antinsky

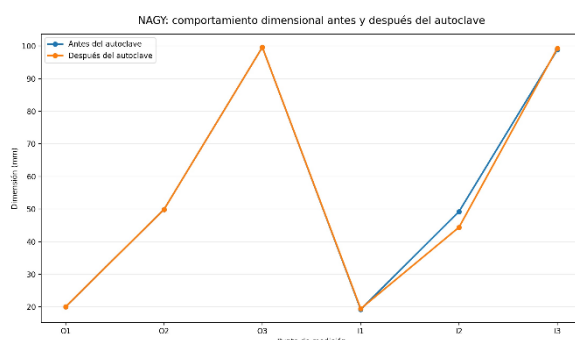


En el gráfico 3 se observa también que O3 tuvo el mayor aumento, con $0,30$ mm, seguido por I3, con $0,28$ mm. En conjunto, estos hallazgos reflejan un comportamiento dimensional generalmente estable, aunque con una tendencia clara al aumento de dimensiones tras la esterilización.

La resina Nagy mostró un comportamiento distinto en las mediciones internas y externas. Los puntos O1, O2 y O3 mantuvieron los mismos valores antes y después del autoclave. Sin embargo, I1 mostró un aumento de

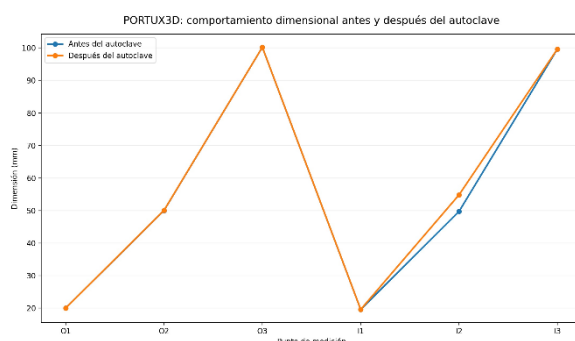
0,23 mm, mientras que I3 creció 0,43 mm.

Gráfico 4. Resina Nagy



Además, en cuanto a la resina Portux3D, en el gráfico 5, se observa que la principal alteración se notó en I2, cuya medida bajó de 49,24 mm a 44,42 mm, resultando en una disminución de 4,82 mm. Este hallazgo representó una de las más significativas variaciones de tamaño halladas en el conjunto experimental, enfocándose en una dimensión interna.

Gráfico 5. Resina Portux



Portux3D mostró estabilidad en los puntos O1 y O2, que mantuvieron sus dimensiones tras el autoclave.

O3 mostró una disminución de 0,02 mm, mientras que I1 e I3 registraron aumentos de 0,01 mm y 0,03 mm, respectivamente.

Para añadir al análisis por puntos de medición, se determinó el cambio dimensional absoluto de cada medición y se calculó el promedio de las variaciones absolutas de cada resina.

Tabla 2. Cambio dimensional

Resina	Cambio dimensional absoluto medio (mm)
Arma	0,182
Antinsky	0,158
Nagy	0,913
Portux3D	0,872

Los resultados indican que Antinsky tuvo el menor cambio dimensional absoluto medio (0,158 mm), seguido de Arma (0,182 mm). En cambio, Nagy mostró un cambio absoluto promedio de 0,913 mm y Portux3D de 0,872 mm. Los cambios en I2 fueron la principal causa de las variaciones en estos dos materiales.

Se aplicó la prueba de Shapiro-Wilk a las diferencias entre mediciones pre autoclave y post autoclave para determinar su significación estadística.

Tabla 3. Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk

Resina	W	p	Distribución
Arma	0,919	0,5011	Normal
Antinsky	0,940	0,6621	Normal
Nagy	0,575	0,0002	No normal
Portux3D	0,507	<0,0001	No normal

La prueba de Shapiro-Wilk indicó una distribución normal para las diferencias entre Arma y Antinsky, ya que sus p fueron mayores a 0,05. En contraste, Nagy y Portux3D mostraron valores de p menores a 0,05, así que sus diferencias no siguieron una distribución normal.

Tabla 4. Prueba de significancia

Resina	Prueba	Estadístico	p	Significancia
Arma	Wilcoxon	0,000	0,0313	Significativa
Antinsky	Wilcoxon	1,000	0,0625	No significativa
Nagy	Wilcoxon	3,000	1,0000	No significativa
Portux3D	Wilcoxon	0,000	0,0625	No significativa

Se utilizó la prueba de Wilcoxon para muestras pareadas para mantener un criterio estadístico uniforme y conservador por la escasez de observaciones. Se determinó un umbral de significancia de $\alpha = 0,05$. Así, los valores de p menores a 0,05 se consideraron significativos, en cambio, los de 0,05 o más se

consideraron no significativos. Los resultados indican que Arma mostró una diferencia significativa entre pre autoclave y post autoclave ($p = 0,0313$). Por lo tanto, se desestimó la hipótesis nula de igualdad para esta resina. En Antinsky ($p = 0,0625$), Nagy ($p = 1,0000$) y Portux3D ($p = 0,0625$) no se hallaron diferencias estadísticamente relevantes al nivel de $\alpha = 0,05$. Así que, para estas tres resinas no se desestimó la hipótesis nula. Con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, los resultados mostraron una diferencia significativa solo para Arma. Según Antinsky, Nagy y Portux3D, las variaciones entre mediciones pre autoclave y post autoclave no fueron estadísticamente significativas. No obstante, lo estadísticamente no significativo no implica la ausencia de un cambio dimensional. Esto es especialmente relevante en Nagy y Portux3D, donde se detectaron cambios descriptivos significativos en I2 ($-4,82$ mm y $-5,17$ mm, respectivamente), aunque el análisis inferencial con los seis puntos no llegó a significancia estadística.

DISCUSIÓN

La investigación demostró diferencias en el comportamiento dimensional de las resinas biocompatibles Arma, Antinsky, Nagy y Portux3D antes y después de la esterilización por autoclave. Previo a la esterilización, Arma mostró el menor RMSE (0,194 mm), seguido de Portux3D (0,274 mm), Antinsky (0,375 mm) y Nagy (0,663 mm), indicando una mejor correspondencia inicial de Arma con el modelo de referencia. Tras el autoclave, Antinsky mostró el RMSE más bajo (0,268 mm), mientras que Nagy obtuvo el más alto (2,313 mm). Estos hallazgos evidencian que la estabilidad dimensional no solo se relaciona con el proceso de impresión, sino también con la respuesta específica de cada material ante las condiciones térmicas de esterilización.

Estos resultados se alinean parcialmente con lo informado por Sharma(13), quienes analizaron varios materiales biocompatibles para la creación de cuerpos de

prueba para guías quirúrgicas, notando que la esterilización por vapor causó cambios dimensionales, aunque la mayoría de estos no fueron estadísticamente significativos. Los autores observaron valores RMS por debajo de 100 μm antes de la esterilización y de 200 μm después, además de una tendencia general hacia la expansión lineal del material, con aumento de dimensiones externas y disminución de las internas. Esta variación podría asociarse a las propiedades de las resinas, los parámetros de impresión, el protocolo de post curado, las condiciones del ciclo de esterilización y la geometría del modelo.

Las dimensiones individuales observadas también coinciden con los hallazgos de Sharma et al.(13), especialmente en relación con la presencia de cambios distintos entre las dimensiones internas y externas. En este estudio, Arma evidenció una reducción dimensional tras el autoclave en los seis puntos analizados, mientras que en Nagy y Portux3D los

cambios más significativos se centraron en la dimensión I2. En Nagy, I2 cayó de 49,24 mm a 44,42 mm, y en Portux3D bajó de 54,82 mm a 49,65 mm. La acumulación de cambios en una dimensión interna es clínicamente importante, ya que las alteraciones en las superficies internas de una guía pueden influir en su ajuste sobre el modelo o las estructuras de soporte, impactando así su estabilidad en el procedimiento quirúrgico.

Los hallazgos de esta investigación también pueden ser comparados con el análisis de Yazigi et al.(14), que evaluaron cinco materiales de impresión 3D antes y después de la esterilización en autoclave a 121°C por 20 minutos. Los investigadores hallaron que la esterilización ocasionó variaciones importantes en las discrepancias verticales de las guías y que el material elegido afectó la precisión tras la esterilización. Estos resultados apoyan en parte los hallazgos del estudio actual, dado que se notó un comportamiento distinto según la resina utilizada. Sin embargo, la cantidad de cambios observados

en Nagy y Portux3D fue notablemente más alta, lo que enfatiza la necesidad de analizar cada material por separado antes de proponerlo para la producción de guías quirúrgicas para tratamientos clínicos.

Con respecto al cambio producido por la esterilización, los resultados indicaron que Portux3D mostró el mayor aumento relativo del RMSE, con un incremento de 622,50%, seguido por Nagy con 248,61% y Arma con 105,94%. En cambio, Antinsky mostró una disminución del RMSE de 28,66%. Este comportamiento diferencial se alinea con la evidencia de Gandarilla et al.(15), quienes examinaron guías quirúrgicas impresas previas y posteriores a esterilización por autoclave a 134°C durante 20 minutos y hallaron variaciones de desviación según el área anatómica evaluada. Los investigadores notaron un efecto significativo de la esterilización y una interacción relevante entre el tratamiento y el lugar de medición, evidenciando que la distorsión no se distribuye de manera uniforme en toda la guía.

CONCLUSIONES

Se concluyó que las cuatro resinas biocompatibles mostraron variaciones dimensionales en comparación con el modelo digital de referencia. Previo al procedimiento de esterilización, Arma mostró el RMSE más bajo (0,194 mm), seguido por Portux3D (0,274 mm), Antinsky (0,375 mm) y Nagy (0,663 mm), indicando que Arma tuvo la mejor precisión dimensional inicial en las condiciones experimentales.

El estudio de las resinas reveló una variabilidad dimensional entre los materiales analizados. Después del autoclave, Antinsky presentó el RMSE más bajo (0,268 mm), mientras que Nagy tuvo el más alto (2,313 mm). De este modo, bajo las condiciones experimentales, Antinsky evidenció el comportamiento dimensional óptimo tras la esterilización, mientras que Nagy presentó la mayor variación respecto al modelo de referencia.

La esterilización causó cambios de tamaño variados según la resina utilizada. Portux3D mostró el mayor

aumento relativo del RMSE (622,50%), seguido de Nagy (248,61%) y Arma (105,94%); Antinsky, por su parte, redujo el RMSE en un 28,66%. La prueba de Wilcoxon en el análisis estadístico mostró una diferencia significativa solo para Arma ($p = 0,031$). El estudio individual de los puntos de medición reveló que las alteraciones dimensionales no se distribuyeron de manera uniforme en las muestras. Arma mostró su mayor cambio en I3, mientras que en Nagy y Portux3D la principal modificación se enfocó en I2. Según los valores previos y posteriores al autoclave, Antinsky mostró el mejor comportamiento dimensional tras la esterilización, con el RMSE más bajo (0,268 mm) y una disminución de su error dimensional frente a la condición inicial. Sin embargo, estos hallazgos deben entenderse únicamente en el contexto experimental de este estudio y no permiten, por sí solos, afirmar una clara superioridad clínica del material.

Thermomechanical Aging.
MDPI. 2023 oct; 13(21).

REFERENCIAS

1. Ballesteros J, Vásquez S, Revilla M, Gómez M. A Comparative Study on the Accuracy of Implant Placement Using 3D-Printed and Milled Guides Without Metal Sleeves. Clin Implant Dent Relat Res. 2025 junio; 27(4).
2. Arcos C. Formulación de una resina de impresión 3D biocompatible para elaboración de guías quirúrgicas con resistencia a la degradación por luz UV. Tesis. Medellín: Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería; 2023.
3. Frost L. 3D Natives. [Online].; 2026 [cited 2026 junio 9. Available from: <https://www.3dnatives.com/en/antinsky-desktop-3d-printing-ecosystem-19012025/#!>
4. Esad M, Cakmak G, Borga M. Evaluation of Dimensional Stability and Occlusal Wear of Additively and Subtractively Manufactured Resin-Based Crowns after Thermomechanical Aging. MDPI. 2023 oct; 13(21).
5. Gómez M, Guerrero M, Villarreal S, Núñez J. Assessing the Impact of Additive Manufacturing on Dental Clinical Workflows: A Process-Oriented Approach. Journal of Composites Science. 2025 enero; 9(11).
6. Marturello D, Déjardin L. Post-sterilization Dimensional Accuracy of Methacrylate Monomer Biocompatible Three-Dimensionally Printed Mock Surgical Guides. Veterinary and Comparative Orthopaedics and Traumatology. 2023 enero; 36(6).
7. Popescu D, Lacob M, Marinescu R. Dimensional accuracy of 3D-printed surgical cutting guides after hospital sterilization: a comparative evaluation of ten MEX materials. 3D Printing in Medicine. 2025 agosto; 44(2025).
8. Ntovas P, Marchand L, Basir B, Kudara Y, Revilla M, Att W. Effect of Storage Conditions

- and Time on the Dimensional Stability of 3D Printed Surgical Guides: An In Vitro Study. Clin Oral Implants Res. 2025 enero; 36(1).
9. Chen Y, Wei J. Application of 3D Printing Technology in Dentistry: A Review. polymers. 2025 enero; 17(7).
 10. Tian Y, Chen C, Xu X, Wang J, Hou X, Li K, et al. A Review of 3D Printing in Dentistry: Technologies, Affecting Factors, and Applications. Scanning. 2021 julio; 17(1).
 11. Vara R, Lin W, Kwan J, Smith D, Grimm A, Calvert G, et al. Assessing the Impact of Resin Type, Post-Processing Technique, and Arch Location on the Trueness and Precision of 3D-Printed Full-Arch Implant Surgical Guides. applied sciences. 2023; 13(4): p. 1-12.
 12. Sharma N, Cao S, Msallem B, Kunz C, Brantner P, Honigmann P, et al. Effects of Steam Sterilization on 3D Printed Biocompatible Resin Materials for Surgical Guides—An Accuracy Assessment Study. Journal of Clinical Medicine. 2020; 9(5): p. 1-12.
 13. Yazigi C, Chaar S, Busch R, Kern M. The Effect of Sterilization on the Accuracy and Fit of 3D-Printed Surgical Guides. Materials. 2023; 16(15): p. 1-12.
 14. Gandarilla N, Sabol J, Walworth P, Handel S. Distortion of printed resin surgical guides after autoclave sterilization and chemical disinfection. The Journal of prosthetic dentistry. 2025; 134(1): p. 1-12.



**Presidencia
de la República
del Ecuador**



**Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes**



SENESCYT

Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Chávez Cortez, Darwin Francisco**, con C.C: # **0941534653** autor del trabajo de titulación: **Análisis comparativo de resinas biocompatibles para guías quirúrgicas 3D**, previo a la obtención del título de **Odontólogo** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, 7 de septiembre de 2026



**Darwin Francisco
Chavez Cortez**



f. _____

Nombre: **Chávez Cortez, Darwin Francisco**
C.C: **0941534653**



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Análisis comparativo de resinas biocompatibles para guías quirúrgicas 3D.		
AUTOR	Chávez Cortez, Darwin Francisco		
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Dr. Lema Gutiérrez, Héctor Alfredo		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Facultad de Ciencias de la Salud		
CARRERA:	Carrera de Odontología		
TÍTULO OBTENIDO:	Odontólogo		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	7 de septiembre de 2026	No. DE PÁGINAS:	16
ÁREAS TEMÁTICAS:	Implantología, Cirugía Oral y Maxilofacial.		
PALABRAS CLAVES/KEYWORDS:	Guías quirúrgicas, Arma, Antinsky, Nagy, Portux3D, estabilidad dimensional. Surgical guides, Arma, Antinsky, Nagy, Portux3D, dimensional stability.		
RESUMEN/ABSTRACT: Introducción: La incorporación de tecnologías digitales en odontología ha transformado la planificación y ejecución de tratamientos con implantes usando herramientas de diseño digital e impresión 3D. En esta situación, las guías quirúrgicas 3D llevan la planificación al quirófano, facilitando una colocación más exacta de los implantes y contribuyendo a disminuir desviaciones en procedimientos tradicionales. La precisión de estas estructuras depende de varios factores, como el diseño, los parámetros de impresión, el post procesamiento y las propiedades del material, lo que hace fundamental elegir las resinas adecuadas en el proceso de implantología digital. Objetivo: Comparar la estabilidad dimensional de las resinas biocompatibles Arma, Antinsky, Nagy y Portux. Metodología: Enfoque cuantitativo, experimental y comparativo; las muestras fueron comparadas evaluando las mediciones dimensionales previas y posteriores al proceso de esterilización en autoclave; se utilizó la prueba de Shapiro-Wilk y la prueba de Wilcoxon para comparar las medidas antes y después de la esterilización, con un nivel de significancia de $p < 0,05$. Resultados: La resina Arma mostró una tendencia general a la reducción dimensional, en tanto que Antinsky exhibió variaciones de menor tamaño entre las dos condiciones. En Nagy y Portux3D, las modificaciones más significativas se centraron en el punto I2, con cambios de 4,82 mm y 5,17 mm, respectivamente. El test de Wilcoxon mostró una diferencia significativa en las mediciones antes y después del autoclave solo para la resina Arma ($p = 0,031$).			
ADJUNTO PDF:	☒ SI		☐ NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-9-93412977	E-mail: darwin.chavez@cu.ucsg.edu.ec	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Estefanía del Rocío Ocampo Poma		
	Teléfono: +593996757081		
	E-mail: estefania.ocampo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			