



Facultad de Ciencias de la Salud

**Tema:**

**“Determinación de la densidad que genera artefactos en tomografía ante la presencia de diferentes materiales intraradiculares”**

**Trabajo de Titulación para la obtención del Título de  
Especialista en Endodoncia**

**Presentada por:**

Tatiana Siavichay Gómez.

**Tutor:**

Dra. Maria Soledad Peñaherrera.

**Quito, Mayo de 2026**

## **Declaración De Aceptación De Norma Ética Y Derechos**

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.

**Tatiana Siavichay Gómez**

**0105288427**

## **Dedicatoria**

Todo el esfuerzo, los sacrificios y las privaciones que me acompañaron a lo largo del camino del posgrado hoy rinden fruto. Al mirar atrás, solo puedo agradecer a quienes estuvieron siempre pendientes de que no me desanimara. A pesar de las adversidades personales, el objetivo permaneció claro, y hoy experimento la inmensa satisfacción de haberlo alcanzado y materializado,

La gratitud se hace infinita hacia Dios, mi esposo, mis padres, mis hermanas, la institución que me formó y mi círculo más íntimo de confianza. Gracias por sostenerme, por no permitir que me rinda y por caminar a mi lado en cada etapa.

Dedico este triunfo que no es solo mío, les pertenece también a ustedes. Es nuestro, y cada uno guarda un lugar especial en mi corazón porque en cada paso de este recorrido fueron mi fuerza, mi esperanza y mi compañía.

## Índice

Resumen .....	8
Abstract.....	10
Introducción.....	12
Materiales y métodos .....	15
Resultados.....	24
Discusión .....	33
Conclusiones.....	35
Referencias .....	36

## Índice de tablas

Tabla 1. Porcentaje de presencia de artefactos segun variables de los factores.....	25
Tabla 2. Porcentaje de presencia según variables de los factores interacciones.....	28
Tabla 1. Valores de referencia para la densidad.....	30
Tabla 4. Descriptivos de densidades según técnica y material.....	31

## Índice de Figuras

Figura 1 Proceso de limpieza y desinfección de piezas dentales.....	15
Figura 2. Higienización de residuos de tejido con ultrasonido.....	16
Figura 3. Bolsas selladas, rotuladas y estériles.....	16
Figura 4. Secuencia de apertura e instrumentación manual y mecánica.....	17
Figura 5. Proceso de perforación de alveolos de mandíbula de resina escaneada.....	18
Figura 6. Vista superior, vista frontal y vista lateral de mandíbula cubierta con cera rosada e introducida en agua para simulación de tejidos blandos.....	19
Figura 7. Imágen de mandíbula cubierta con cera rosada e introducida en una caja de plástico rectangular con agua, cubierta con plástico.....	19
Figura 8. Gutapercha en HD cortes axial, sagital y coronal.....	20
Figura 9. Gutaperchha en estándar cortes axial sagital y acoronal.....	21
Figura10. Metal en HD.....	21
Figura 11. Metal en estándar.....	22
Figura 12. Fibra en HD.....	22
Figura 13. Fibra en estándar.....	23
Figura 14. Porcentaje de presencia según variables de los factores.....	26

Figura 15. Porcentaje de presencia según variables de los factores e interacciones.....30

Figura 16. Distribución de la densidad según material por técnica.....32

## **Determinación de la densidad que genera artefactos en tomografía ante la presencia de diferentes materiales intraradiculares.**

**Tatiana Siavichay Gómez.**

**siavichaygomeztati@gmail.com**

**Universidad Hemisferios**

### **Resumen**

El objetivo principal de este estudio fue determinar la presencia de los artefactos y su relación con la densidad del material utilizado en imágenes de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). Se evaluaron los artefactos producidos por gutapercha, postes de fibra de vidrio y postes metálicos, que son materiales comúnmente utilizados en los conductos radiculares. Se buscó identificar cuál de estos materiales genera la mayor cantidad de artefactos que puedan interferir con las estructuras anatómicas y alterar el diagnóstico.

Se seleccionaron 36 premolares con conducto único donados, que fueron sometidos a un protocolo de conservación y desinfección. El proceso experimental comenzó con la determinación de la longitud de trabajo y la preparación biomecánica de cada conducto radicular. Para la obturación, se utilizaron conos de gutapercha y cemento biocerámico NeoSealer Flo®, aplicando la técnica de condensación lateral. Las muestras se dividieron en tres grupos: grupo 1 (G1): 12 premolares obturados solo con gutapercha y cemento NeoSealer Flo®, grupo 2 (G2): 12 premolares obturados de manera similar, a los que se les realizó una desobturación parcial para cementar un poste de fibra de vidrio, grupo 3 (G3): 12 premolares obturados de manera similar, a los que se les realizó una desobturación parcial para alojar un poste metálico.

Para la adquisición de las imágenes, se utilizó una mandíbula impresa en resina con perforaciones para simular alvéolos. Los dientes de los tres grupos se colocaron de manera alternada (gutapercha, fibra de vidrio y metal) para obtener imágenes CBCT de 4 piezas dentales por tomografía, utilizando un campo de visión (FOV) de 4x4. Para simular el tejido blando, la mandíbula se cubrió con cera rosada y se sumergió en agua dentro de una caja de plástico rectangular.

Al analizar la presencia de artefactos por diente, se observó que el destello (artefacto streaking) fue más frecuente que el ruido y el artefacto metálico. Sin embargo, el mayor porcentaje de artefactos fue producido por objetos metálicos. Específicamente, en la técnica estándar, el porcentaje fue del 9,6%, superior al 6,8% registrado con la técnica de alta definición (HD). El ruido fue el artefacto más común con la técnica estándar, presentándose en el 60,5% de las mediciones, mientras que en la técnica HD solo se registró en el 3,7%. En cuanto a los materiales, los valores de artefactos fueron similares entre la gutapercha (36,1%), el metal (31,0%) y la fibra de vidrio (29,2%).

Las comparaciones estadísticas entre las técnicas, los materiales y sus interacciones no mostraron diferencias significativas ( $p > 0,05$ ).

**Palabras clave:** Tomografía computarizada de haz cónico, gutapercha, artefactos, in vitro, pruebas de materiales, obturación de conductos radiculares.

## Abstract

The main objective of this study was to determine the presence of artifacts and their relationship with the density of the material used in cone beam computed tomography (CBCT) images. Artifacts produced by gutta-percha, fiberglass posts, and metal posts, which are commonly used materials in root canals, were evaluated. The goal was to identify which of these materials generates the greatest number of artifacts that could interfere with anatomical structures and falsify the diagnosis.

Thirty-six donated single-canal premolars were selected and subjected to a conservation and disinfection protocol. The experimental process began with determining the working length and biomechanical preparation of each root canal. For filling, gutta-percha cones and NeoSealer Flo® bioceramic cement were used, applying the lateral condensation technique. The samples were divided into three groups: group 1 (G1): 12 premolars filled with gutta-percha and NeoSealer Flo® cement alone, group 2 (G2): 12 similarly filled premolars that underwent partial defilling to accommodate a fiberglass post, group 3 (G3): 12 similarly filled premolars that underwent partial defilling to accommodate a metal post.

For image acquisition, a resin-printed mandible with perforations simulating alveoli was used. Teeth from the three groups were placed alternately (gutta-percha, fiberglass, and metal) to obtain CBCT images of four teeth per CT scan, using a 4x4 field of view (FOV). To simulate soft tissue, the mandible was covered with pink wax and immersed in water inside a rectangular plastic box.

When analyzing the presence of artifacts per tooth, it was observed that streaking was more common than noise and metallic artifacts. However, the highest percentage of artifacts was caused

by metallic objects. Specifically, in the standard technique, the percentage was 9.6%, higher than the 6.8% recorded with the high-definition (HD) technique. Noise was the most common artifact with the standard technique, occurring in 60.5% of measurements, while it was only recorded in 3.7% with the HD technique. Regarding materials, artifact levels were similar between gutta-percha (36.1%), metal (31.0%), and fiberglass (29.2%).

Statistical comparisons between techniques, materials, and their interactions showed no significant differences ( $p > 0.05$ ).

**Keywords:** Cone-Beam Computed Tomography, Gutta-Percha, Artifacts, in vitro, Materials Testing, Root Canal Obturation.

## Introducción

La historia de la tomografía computarizada (TC) se remonta a 1967, cuando el ingeniero Sir Godfrey Newbold Hounsfield desarrolló un dispositivo que procesaba múltiples haces de rayos X para obtener imágenes bidimensionales de los tejidos blandos en organismos vivos, utilizando sensores en lugar de película de rayos X (Bosch, 2004). Al capturar múltiples imágenes desde una fuente de fotones en rotación, se generaban cortes que mostraban las diferentes densidades de los tejidos (Heriberto Emanuel Figueroa & Ángel Emilio Durán, 2021).

Estas imágenes permitieron la creación de representaciones tridimensionales. De este modo, Hounsfield estableció el primer equipo de TC para la práctica clínica, permitiendo el examen del cráneo y constituyendo un importante avance para la comunidad médica (Nicholls, 2019). Este primer equipo requería aproximadamente nueve días para generar la tomografía y más de dos horas para procesar los datos. Años más tarde, en 1979, el escáner de TC recibió el Premio Nobel de Fisiología o Medicina (Martinez Mondragon et al., 2023).

La tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) se ha convertido en una herramienta diagnóstica esencial, destacándose por ofrecer una menor dosis de radiación en comparación con la TC convencional y produciendo imágenes tridimensionales eficaces de las estructuras óseas orales (Bali et al., 2023). Por consiguiente, su aplicación en endodoncia es particularmente relevante, ya que proporciona cortes en diferentes planos (axial, coronal y sagital), lo que permite un diagnóstico más preciso de diversas patologías. Además, es fundamental en la planificación de cirugías endodónticas y en el reconocimiento de la anatomía radicular, aumentando así las probabilidades de éxito en el tratamiento (Kail et al., 2017).

A pesar de la alta calidad y fidelidad de las imágenes que produce la tomografía, pueden presentarse distorsiones evidentes en el análisis de los cortes, conocidas como artefactos (Vázquez et al., 2023). Los artefactos son imágenes que aparecen en el análisis tomográfico, pero que no están presentes en el objeto real; son discrepancias que surgen entre las condiciones físicas del CBCT y la composición y comportamiento del objeto analizado. La forma en que el haz de rayos atraviesa los materiales depende en gran medida de la densidad de estos, como las restauraciones, postes metálicos, prótesis e implantes, lo que puede interpretarse como falsos positivos (Crespo et al., 2015).

Por lo tanto, el análisis de los artefactos es de suma importancia, ya que la alteración de una imagen disminuye su calidad y puede resultar en un diagnóstico erróneo (Schulze et al., 2011). Asimismo, la identificación y comprensión de estos artefactos puede prevenir la exposición repetida del paciente (Bali et al., 2023). Un artefacto se caracteriza por su apariencia similar a un rayo de sol, formando un halo por una secuencia de bandas (Likubo et al., 2020). Otro tipo de distorsión que se presenta en la tomografía es el ruido, que se manifiesta como líneas y rayas dispuestas al azar. A medida que aumenta el ruido, los objetos de alta densidad (como el hueso) se visualizan con bajo contraste, mientras que los tejidos blandos se vuelven difíciles de identificar (Sartori et al., 2015). Los artefactos en las imágenes de CBCT se clasifican en tres categorías: aquellos derivados de la física durante la adquisición de datos, los relacionados con las características del paciente en cuanto a anatomía y posición, y los asociados con el funcionamiento del escáner (Kuteken et al., 2015).

Frente a lo expuesto este estudio pretende determinar en imágenes obtenidas por CBCT la presencia de los artefactos y su relación con la densidad de distintos materiales como gutapercha, poste de fibra de vidrio y poste metálico utilizados en los conductos radiculares y conocer que

produce mayor cantidad de artefactos que puedan interferir en las diferentes estructuras anatómicas y alterar el diagnóstico.

## Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio experimental comparativo in vitro con un total de 36 premolares inferiores obtenidos de extracciones realizadas por indicación de tratamientos de ortodoncia, mediante donación. De este modo, fueron seleccionadas piezas dentales con conducto único y recto, excluyendo aquellas con conductos curvos o muy estrechos y se aplicó un protocolo de conservación de piezas dentales para estudios en el que recomienda almacenar los dientes en un recipiente con una solución de cloro y agua en una proporción de 1:10. Posteriormente los dientes se higienizaron de residuos de tejido con la ayuda de una unidad ultrasónica.

### Figura 1.

*Proceso de limpieza y desinfección de piezas dentales*



**Figura 2.**

*Higienización de residuos de tejido con ultrasonido*



Posteriormente los dientes pasaron por un ciclo en autoclave durante 40 minutos a 121°C en bolsas de esterilización. Se utilizó las respectivas precauciones universales de bioseguridad como guantes, mascarilla y protección ocular al manipular dientes extraídos antes de usarlos.

**Figura 3.**

*Bolsas selladas, rotuladas y estériles.*



El proceso experimental se inició con la determinación de la longitud de trabajo y la preparación biomecánica de los conductos de cada uno de los premolares. Se combinó técnica manual y sistema reciprocante para la conformación de cada conducto radicular.

#### Figura 4.

*Secuencia de apertura (a) e instrumentación manual (b) y mecánica (c)*



Para la obturación de los conductos radiculares, se utilizó conos de gutapercha y cemento biocerámico de la marca NeoSealer Flo® mediante la técnica de condensación lateral que luego de introducir el cono principal impregnado en cemento en el conducto, se empleó un espaciador digital de calibre similar con movimientos horarios y antihorarios, presionando el cono hacia las paredes y dejando espacio para introducir conos accesorios que completen la obturación.

La muestra será dividida aleatoriamente en tres grupos:

**G1:** (N=12) premolares que fueron obturados con conos de gutapercha y cemento NeoSealer Flo® utilizando la técnica de condensación lateral. Se sellaron completamente con ionómero de base SZ Cavity Base Lining LC y resina Solare, y se almacenarán en bolsas Ziploc de 4 x 6 cm para su posterior evaluación.

**G2:** (N=12) premolares obturados con conos de gutapercha y cemento NeoSealer Flo®, a los cuales se les realizó una desobturación parcial del tercio cervical y medio, y se cementó un poste de fibra de vidrio tamaño 0.5 de la marca Whitepost (FGM) utilizando cemento de ionómero de vidrio modificado con resina Relyx®. Luego se almacenarán en bolsas Ziploc de 4 x 6 cm para su evaluación.

**G3:** (N=12) premolares obturados con conos de gutapercha y cemento NeoSealer Flo® que pasarán por un proceso de desobturación parcial del tercio cervical y medio para retirar el material intracanal, con el fin de preparar un espacio para alojar un poste metálico. La longitud ideal apical que debe quedar en el interior del conducto será de 4 a 5 mm, tras lo cual se cementará el poste metálico utilizando cemento de ionómero de vidrio modificado con resina Relyx®. Estos también se almacenarán en bolsas Ziploc de 4 x 6 cm para su evaluación posterior.

En una mandíbula impresa en resina se realizaron perforaciones simulando alveolos dispuestos a lo largo de la misma; se usó el sistema de cirugía convencional con conexión cónica (cone Morse) de la marca Titaniumfix (bfox profile) utilizando la secuencia de fresas desde la fresa lanza, luego continuamos con A 2.0, B 2.0/2.5, C 2.2/2.8, D 2.8/3.4, B1 cortical 3.0, C1 cortical 3.5, hasta la fresa D1 cortical 4.0. Los dientes de cada grupo, correctamente identificados, se colocaron dentro de dichas perforaciones, ubicados según su material de manera alternada (gutapercha, fibra de vidrio y poste metálico) esta ubicación facilitará la obtención de imágenes CBCT de 4 piezas dentales por tomografía debido al FOV (4x4) seleccionado del equipo tomográfico Newtom Giano HR Profesional.

### **Figura 5.**

*Proceso de perforación de alveolos en mandíbula de resina con fresa B 2.0/2.5 de la secuencia del sistema de cirugía convencional de la marca Titaniumfix (bfox profile).*



Previo a la adquisición de imágenes la mandíbula fue cubierta con cera rosada e introducida en una caja de plástico rectangular que se llenó con agua en su totalidad con la finalidad de simular tejido blando, pues los tejidos con una gran concentración de agua, como los músculos, la sangre y algunos órganos, muestran una densidad similar a la del agua (0 Unidades Hounsfield). Como referencia en radiología, la unidad de medida de la densidad es la Unidad Hounsfield (UH), que cuantifica la atenuación de los rayos X en los tejidos corporales lo que favorece su identificación en imágenes de tomografía.

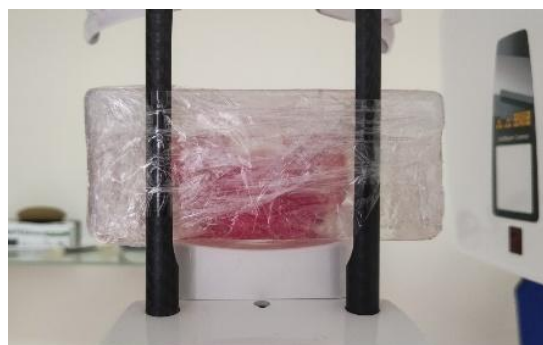
### Figura 6.

*Vista superior (a), vista frontal (b) y vista lateral (c) de mandíbula cubierta con cera rosada e introducida en agua para simulación de tejidos blandos*



### Figura 7.

*Imagen de mandíbula cubierta con cera rosada e introducida en una caja de plástico rectangular con agua, cubierta con plástico.*



Las imágenes fueron obtenidas en calidad estándar (*SD*) y en alta definición (*HD*); y se analizaron mediante el software visualizador NNT del equipo tomográfico Newtom HR Profesional y se generaron imágenes en cortes coronal, axial y sagital y en los tercios cervical, medio y apical. Se clasificaron los artefactos como ruido, artefacto por objeto metálico y destello.

Los datos obtenidos se recopilaron en varias tablas de Excel diseñadas específicamente para el estudio y para el tratamiento de datos se utilizó técnicas de intervalos de confianza entre proporciones (para la presencia) y contraste mediante intervalos de confianza para promedios (para la densidad). Se utilizó el software libre R v4.5.1 disponible a la fecha.

La hipótesis planteada es que el análisis tomográfico de premolares con anatomía similar y diferentes materiales intraconducto permitirá evaluar los artefactos o distorsiones en las imágenes obtenidas por CBCT, contribuyendo al diagnóstico y la navegación de imágenes.

### Figura 8.

*Gutapercha en HD cortes axial, sagital y coronal*



**Figura 9.**

*Gutapercha en estándar cortes axial sagital y coronal*

**Figura 10.**

*Metal en HD.*

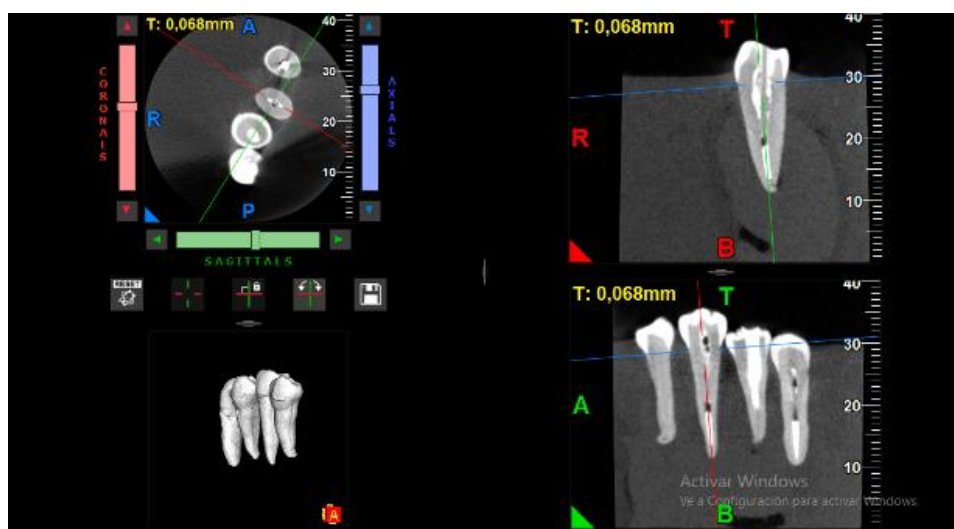


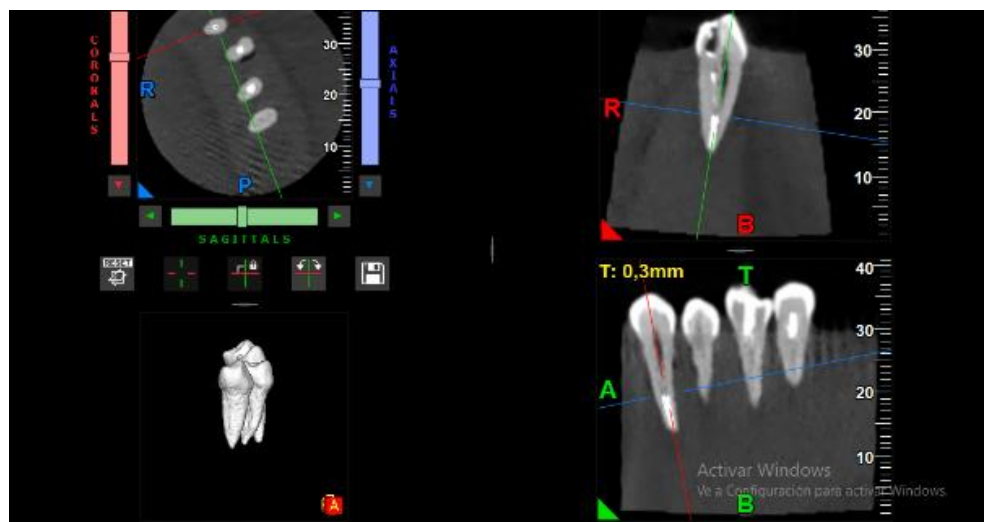
**Figura 11.**

*Metal en estándar*

**Figura 12.**

*Fibra en HD*



**Figura 13.***Fibra en estándar*

## Resultados

Según los artefactos generados a través de las imágenes obtenidas en CBCT, el destello fue el artefacto que en mayor porcentaje se presentó en calidad HD con 8% en comparación con el 4.6% en calidad SD. Según el tipo de material; el destello se presentó en el grupo de gutapercha en un alto porcentaje 10.6% con respecto al 6% de fibra de vidrio y 2.3% de metal.

Por otro lado, el artefacto producido por objetos metálicos se presentó en mayor porcentaje en SD con un 9.6% que con la técnica HD que se presentó en un 6.8%

Por su parte, el ruido tuvo mayor predominio en la navegación con un 60.5% en SD frente a un 3.7% en HD en cuanto a los diferentes materiales, las cifras fueron similares entre gutapercha (36,1%), metal (31,0%) y fibra (29,2%).

Los tres tercios radiculares mostraron porcentajes elevados y comparables (25,5–37,0%), al igual que los diferentes cortes (27,8–37,0%).

Finalmente, al analizar la presencia de artefactos por diente, se observó que el destello tendió a presentarse con mayor frecuencia que el ruido y el metálico. Sin embargo, las comparaciones estadísticas entre técnicas, materiales y sus interacciones no evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ( $p > 0,05$ ). (Ver tabla 2.)

**Tabla 1**

*Porcentaje de presencia de artefactos segun variables de los factores.*

<b>Artefacto</b>	<b>Factor</b>	<b>Variable</b>	<b>Mediciones</b>	<b>Presentación</b>	<b>Porcentaje</b>	
<b>Destello</b>	Técnica	Estándar	324	15	4.6	
		HD	324	26	8.0	
	Material	Fibra	216	13	6.0	
		Gutapercha	216	23	10.6	
		Metal	216	5	2.3	
	Tercio	Apical	216	1	0.5	
		Cervical	216	32	14.8	
		Medio	216	8	3.7	
	Corte	Axial	216	36	16.7	
		Corona	216	5	2.3	
		Sagital	216	0	0.0	
	<b>Metálico</b>	Técnica	Estándar	324	31	9.6
			HD	324	22	6.8
Material		Fibra	216	0	0.0	
		Gutapercha	216	0	0.0	
		Metal	216	53	24.5	
Tercio		Apical	216	0	0.0	
		Cervical	216	46	21.3	
		Medio	216	7	3.2	
Corte		Axial	216	28	13.0	
		Corona	216	17	7.9	
	Sagital	216	8	3.7		

<b>Ruido</b>	Técnica	Estándar	324	196	60.5
		HD	324	12	3.7
	Material	Fibra	216	63	29.2
		Gutapercha	216	78	36.1
		Metal	216	67	31.0
	Tercio	Apical	216	55	25.5
		Cervical	216	73	33.8
		Medio	216	80	37.0
	Corte	Axial	216	76	35.2
		Corona	216	72	33.3
		Sagital	216	60	27.8

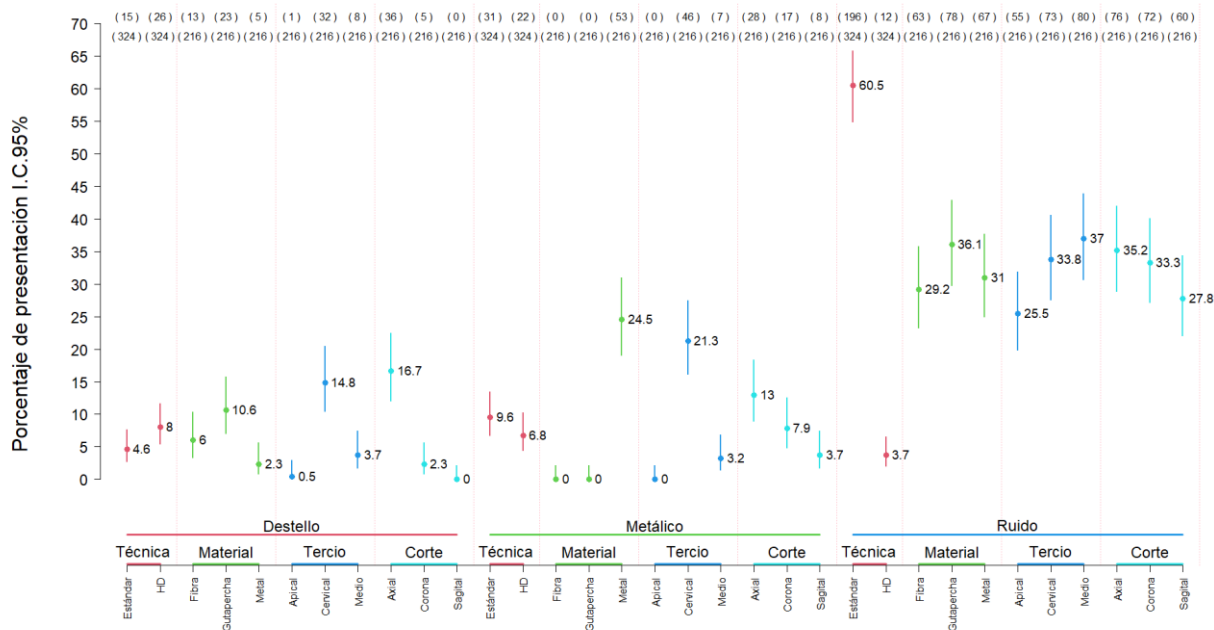
---

Intervalo de confianza al 95%

Fuente: Elaboracion propia.

Figura 14.

*Porcentaje de presencia según variables de los factores*



Es de interés evaluar la presencia en cada pieza dental analizada; por lo cual se obtiene, indistintamente del tercio o corte, la presencia de cada artefacto según sea la técnica y/o el material. Se destaca además el porcentaje de presencia para la interacción de los factores.

**Tabla 2.***Porcentaje de presencia según variables de los factores e interacciones.*

<b>Artefacto</b>	<b>Factor</b>	<b>Variable</b>	<b>Mediciones</b>	<b>Presentación</b>	<b>Porcentaje</b>	<b>p.valor</b>	
<b>Destello</b>	Técnica	Estándar	36	13	36.1	<b>0.809</b>	
		HD	36	15	41.7		
	Material	Fibra	24	11	45.8	<b>0.081</b>	
		Gutapercha	24	12	50.0		
		Metal	24	5	20.8		
	Técnica-	Material	Estándar-Fibra	12	5	41.7	<b>0.209</b>
	Estándar-Gutapercha		12	6	50.0		
			Estándar-Metal	12	2	16.7	
			HD-Fibra	12	6	50.0	<b>0.357</b>
			HD-Gutapercha	12	6	50.0	
			HD-Metal	12	3	25.0	
	<b>Metálico</b>	Técnica	Estándar	36	1	2.8	<b>0.112</b>
HD			36	6	16.7		
Material		Fibra	24	0	0.0	<b>0.000</b>	
		Gutapercha	24	0	0.0		
		Metal	24	7	29.2		
Técnica-		Material	Estándar-Fibra	12	0	0.0	<b>0.358</b>
Estándar-Gutapercha			12	0	0.0		
			Estándar-Metal	12	1	8.3	
			HD-Fibra	12	0	0.0	<b>0.108</b>
			HD-Gutapercha	12	0	0.0	
			HD-Metal	12	6	50.0	
<b>Ruido</b>		Técnica	Estándar	36	2	5.6	<b>0.154</b>
	HD		36	7	19.4		

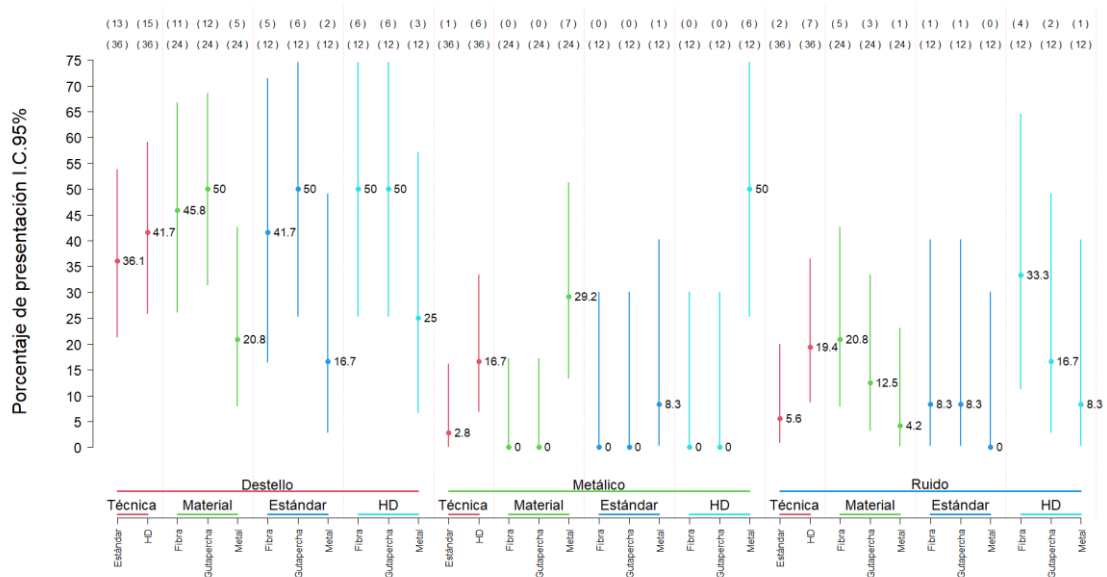
Material	Fibra	24	5	20.8	<b>0.218</b>
	Gutapercha	24	3	12.5	
	Metal	24	1	4.2	
Técnica-	Estándar-Fibra	12	1	8.3	<b>0.589</b>
Material	Estándar-Gutapercha	12	1	8.3	
	Estándar-Metal	12	0	0.0	
	HD-Fibra	12	4	33.3	<b>0.289</b>
	HD-Gutapercha	12	2	16.7	
	HD-Metal	12	1	8.3	

---

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 15.**

*Porcentaje de presencia según variables de los factores e interacciones.*



Por otra parte, para la evaluación de la densidad se analizan valores que no incluye artefactos, se refiere a valores de referencia que cuantifican la atenuación de los rayos X representados en Unidades Hounsfield (UH) según el material y la técnica. Cabe notar que la técnica HD muestra menor valor referencial que la técnica Estándar.

**Tabla 3.**

*Valores de referencia para la densidad.*

Técnica	Promedio
Estándar	1854
HD	1605

Fuente: Elaboracion propia.

La siguiente tabla muestra los estadísticos descriptivos básicos de la valoraciones realizadas según la técnica y material. Muestra que los dientes cuyo material interior es la fibra tiende a dar valores (promedio) menores que metal y que Gutapercha

Cabe notar que los coeficientes de variación (CV) son relativamente bajos; por lo cual se señala que los resultados son relativamente homogéneos en los niveles de técnica y material. Para visualizar la distribución de las valoraciones realizadas, se muestra el boxplot (caja y bigote) de los valores; notándose como en efecto en las dos técnicas, los valores de fibra tienden a ser menores que gutapercha y metal. Se percibe además que las valoraciones de gutapercha tienden a ser los de mayor variabilidad en las dos técnicas. Además, se muestra promedios e I.C. 95% de los valores referenciales; lo cual permite destacar que los valores de fibra están alrededor de los valores referenciales y los datos de gutapercha y metal están muy por encima de los valores referenciales. (Figura16.)

**Tabla 4.**

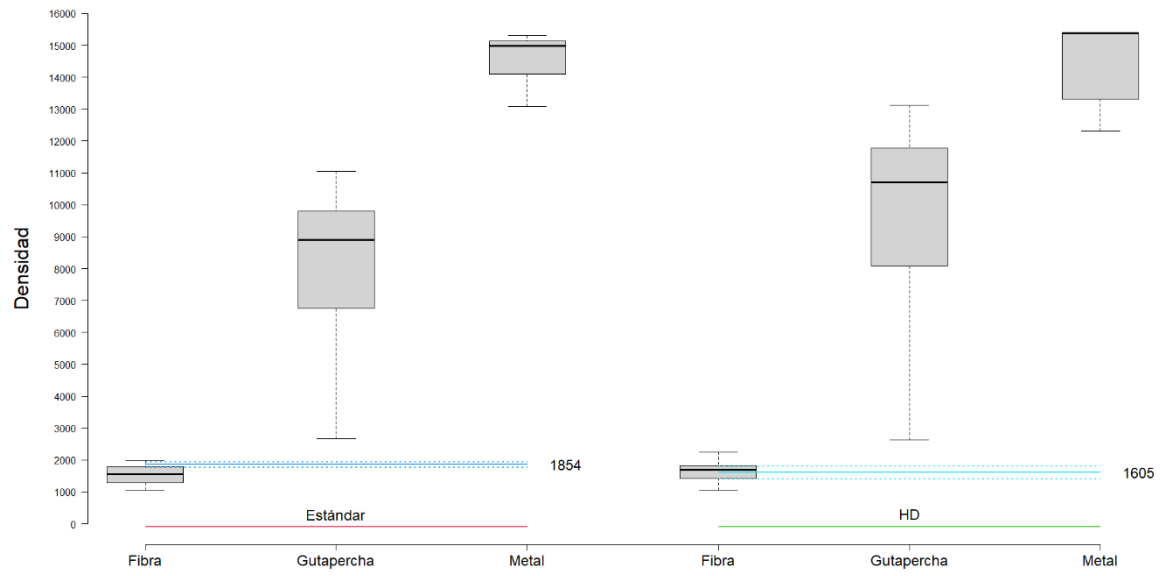
*Descriptivos de densidades según técnica y material*

<b>Técnica</b>	<b>Material</b>	<b>Muestras</b>	<b>Promedio</b>	<b>D.E.</b>	<b>C.V.</b>	<b>p.valor</b>
<b>Estándar</b>	Fibra	12	1532.7	290.7	19.0	0.004
	Gutapercha	12	8034.1	2565.1	31.9	0.000
	Metal	12	14601.7	741.5	5.1	0.000
<b>HD</b>	Fibra	12	1657.2	300.8	18.2	0.620
	Gutapercha	12	9468.7	3305.7	34.9	0.000
	Metal	12	14452.0	1234.4	8.5	0.000

Fuente: Elaboracion propia.

**Figura 16.**

*Distribución de la densidad según material por técnica.*



## Discusión

En el presente estudio *in vitro* se evaluó la presencia de los artefactos producidos por tres materiales: gutapercha, poste de fibra de vidrio y postes metálicos prefabricados en imágenes obtenidas mediante CBCT. En base a los resultados, se mostraron que el artefacto más frecuente fue el ruido, con una marcada diferencia entre la técnica estándar (60.5%) y la técnica HD (3.7%). El artefacto de destello se presentó principalmente en gutapercha (10.6%), seguido de fibra de vidrio (6.0%) y en menor proporción con postes metálicos (2.3%). El artefacto metálico se observó únicamente en piezas con postes metálicos (24,5%) sobre todo en tercio cervical. En cuanto a la densidad, la fibra de vidrio mostro valores cercanos a los referenciales, mientras que la gutapercha y el metal registraron densidades significativamente altas.

Estos hallazgos se ajustan con lo reportado en literatura como Sutare et al. (2023) describieron que la gutapercha produce artefactos leves, principalmente alrededor del material sin distorsión significativa de la imagen. De manera similar, Gaêta-Araujo et al. (2020) señalaron que sin aplicación de algoritmos de reducción de artefactos metálicos (MAR) la gutapercha no genera artefactos de intensidad suficiente para como para que la reducción sea efectiva, lo que coincide con la variabilidad y magnitud limitada observada en nuestro estudio.

En contraste, los postes metálicos fueron el material que generó mayor cantidad y magnitud de artefactos, lo que coincide con diversos estudios. Gaêta-Araujo et al. (2020) reportaron que los artefactos metálicos son más intensos en proximidad al diente, debido al efecto de endurecimiento del haz. Fontenele et al. (2021) y Helvacioğlu-Yigit et al. (2022) también confirmaron que las aleaciones metálicas y especialmente las que presentan mayor número atómico como el oro y la plata-paladio, producen más artefactos en comparación con postes de fibra y la gutapercha. Estos resultados respaldan los hallazgos de nuestra

investigación, donde los postes metálicos presentaron densidades muy superiores a las de otros materiales y artefactos exclusivos de este grupo.

Respecto a la gutapercha, estudios como los de Kuo et al. (2024) y AlMohareb et al. (2022) indicaron que este material genera artefactos, pero en menor grado, y con baja deformación de la imagen, aunque pueden presentarse hipodensos (bandas oscuras) como hiperdensos (líneas blancas) especialmente en el tercio cervical.

Nuestros resultados confirman la presencia de estos artefactos, con predominio en el tercio cervical y con magnitudes intermedias entre fibra y metal. Por otra parte, los postes de fibra de vidrio mostraron los materiales con menor producción de artefactos, hallazgo en línea con lo informado por Helvacioğlu-Yigit et al. (2022) quienes observaron que los postes de fibra de vidrio generan menos artefactos que los metálicos, y con lo descrito por AlMohareb et al. (2022) en donde señalaron una menor variabilidad de densidad en este grupo.

En este presente estudio la fibra presentó valores cercanos a los referenciales y estadísticamente más bajos que la gutapercha y metal en la técnica estándar, lo que refuerza su ventaja en la radiología. Otro aspecto a considerar es la influencia de parámetros de adquisición. Mientras estudios previos resaltan que factores como la corriente de tubo, el FOV y la presencia de algoritmos de reducción de artefactos influyen en la expresión de artefactos. (Gaeta-Araujo et al. 2020; AlMohareb et al. 2022), en nuestro estudio no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre técnicas de adquisición (HD vs. estándar). Esta discrepancia pudo atribuirse al diseño del estudio *in vitro* y la estandarización de condiciones experimentales.

## Conclusiones

En conclusión, los artefactos en CBCT varía según el material intraradicular, siendo el ruido el más frecuente en la técnica estándar (60.5%) y prácticamente ausente en la técnica HD (3.7%). El destello según el material se presentó con más frecuencia en gutapercha (10.6%), mientras que el artefacto metálico fue exclusivo de los postes metálicos(24.5%).

El material más crítico que representa en generación de artefactos son los postes metálicos, ya que producen alteraciones tanto en frecuencia como en magnitud, particularmente en tercio cervical, lo cual puede comprometer la interpretación diagnóstica de estructuras adyacentes.

En cuanto a la densidad claramente relacionada con el material, la fibra de vidrio mostró valores cercanos a los de referencia, en cambio la gutapercha y los postes metálicos mostraron densidades significativamente más altas, lo que confirma que los materiales de mayor número atómico genera mayor distorsión radiográfica.

No se mostró una significancia estadística, entre las técnicas de adquisición estándar y HD, lo que sugiere que la variable determinante en la generación de artefactos es el tipo de material intraradicular más que el protocolo de adquisición utilizado en CBCT.

Por último, este estudio *in vitro* aporta evidencia de utilidad para la práctica clínica, aunque sus hallazgos deben interpretarse con cautela debido a la ausencia de condiciones biológicas como tejidos blandos, los movimientos del paciente y las diferentes variaciones anatómicas. Se recomienda complementar con estudios clínicos *in vivo* que validen estos resultados en escenarios de diagnóstico en la cotidianidad.

## Referencias

- AlMohareb, R. A., Barakat, R. M., & Mehanny, M. (2022). Quantitative Analysis of Cone-Beam Computed Tomography Artifacts Induced by Nonmetallic Root Canal Filling Materials Using Different Fields of View: In Vitro Study. *Scanning*, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/4829475>
- Bali, H., Luitel, A., & Upadhyaya, C. (2023). Artifacts among Cone Beam Computed Tomography Images of Patients of Tertiary Care Centre: A Descriptive Cross-sectional Study. *Journal of the Nepal Medical Association*, 61(257), 18–22. <https://doi.org/10.31729/jnma.7949>
- Bosch, E. (2004). Sir Godfrey Newbold Hounsfield y la tomografía computada, su contribución a la medicina moderna. *Revista Chilena de Radiología*, 10(4), 183–185. <https://doi.org/10.4067>
- Crespo, V., Orellana, D., Rebolledo, C., & Araneda, L. (2015). Comparación entre los artefactos producidos en tomografía computada de haz cónico con diferentes materiales intracanal. Estudio in-vitro. *Anuario sociedad de radiología oral y máxilofacial de Chile*, 18(1), 8–14. <https://es.scribd.com/document/633707063/Anuario-Sociedad-de-Radiologia-Oral-y-Maxilo-Facial-de-Chile-2015-Vol-18>
- Fontenele, R. C., Farias Gomes, A., Rosado, L. P. L., Neves, F. S., & Freitas, D. Q. (2021). Mapping the expression of beam hardening artefacts produced by metal posts positioned in different regions of the dental arch. *Clinical Oral Investigations*, 25(2), 571–579. <https://doi.org/10.1007/s00784-020-03494-z>
- Gaêta-Araujo, H., Nascimento, E. H. L., Fontenele, R. C., Mancini, A. X. M., Freitas, D. Q., & Oliveira-Santos, C. (2020). Magnitude of beam-hardening artifacts produced by gutta-percha and metal posts on conebeam computed tomography with varying tube current. *Imaging Science in Dentistry*, 50(1), 1–7. <https://doi.org/10.5624/ISD.2020.50.1.1>
- Helvacioglu-Yigit, D., Seki, U., Kursun-Cakmak, S., Demirturk Kocasarac, H., & Singh, M. (2022). Comparative Evaluation of Artifacts Originated by Four Different Post Materials Using Different CBCT Settings. *Tomography*, 8(6), 2919–2928. <https://doi.org/10.3390/tomography8060245>
- Heriberto Emanuel Figueroa, & Ángel Emilio Durán. (2021). *Godfrey Newbold Hounsfield De la ingeniería a la medicina*. <https://www>.
- Kail, K., Rojas, A., Fernando, A., Guaneme, B., Amilcar, J., & Vera, V. (2017). *Diseño de un manual para la interpretación de tomografías cone beam con el sistema Galileos*. Universidad Santo Tomás.
- Kuo, H. Y., Lin, K. L., Hsu, C. Y., Fu, P. S., Hung, C. C., & Song, S. J. (2024). Volumetric analysis of artifacts from fiducial markers under cone beam computed tomography. *Journal of Dental Sciences*, 19(2), 1004–1011. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2023.07.001>
- Kuteken, F., Penha, N., Simões, A. C., & Goisman, S. (2015). METALLIC ARTIFACT IN CONE BEAM COMPUTED TOMOGRAPHY. *Revista odontológica Universidad ciudad de São Paulo*, 3(27), 220–228.
- Likubo, M., Kagawa, T., Fujisawa, J., Kumasaka, A., Nishioka, T., Kojima, I., Sakamoto, M., Kobayashi, K., & Yuasa, K. (2020). Effect of exposure parameters and gutta-percha cone size on

fracture-like artifacts in endodontically treated teeth on cone-beam computed tomography images. *Oral Radiology*, 36(4), 344–348. <https://doi.org/10.1007/s11282-019-00411-3>

Martinez Mondragon, M., Baruch Castro Guzmán, Y., Romero Ángeles, B., Urriolagoitia Sosa Guillermo Urriolagoitia Calderón, G., Adolfo López Mateos, P., Gustavo Madero, A. A., de México, C., & Alumno de posgrado, M. (2023). *Metodología para el desarrollo de un biomodelo mediante una tomografía computarizada para la estructura anatómica de un primer molar inferior*. [https://virtual.cuautitlan.unam.mx/CongresoCiTec/Memorias\\_Congreso/Anio7\\_No7/Extensos/D E-02.pdf](https://virtual.cuautitlan.unam.mx/CongresoCiTec/Memorias_Congreso/Anio7_No7/Extensos/D E-02.pdf)

Nicholls, M. (2019). Sir Godfrey Newbold Hounsfield and Allan M. Cormack. *European heart journal*, 40(26), 2101–2103. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehz421>

Sartori, P., Rozowykniat, M., Siviero, L., Barba, G., Peña, A., Mayol, N., Acosta, D., Castro, J., & Ortiz, A. (2015). Common artefacts in computed tomography and magnetic resonance imaging. En *Revista Argentina de Radiología* (Vol. 79, Número 4, pp. 192–204). Elsevier Doyma. <https://doi.org/10.1016/j.rard.2015.04.005>

Schulze, R., Heil, U., Groß, D., Bruellmann, D. D., Dranischnikow, E., Schwanecke, U., & Schoemer, E. (2011). Artefacts in CBCT: A review. En *Dentomaxillofacial Radiology* (Vol. 40, Número 5, pp. 265–273). <https://doi.org/10.1259/dmfr/30642039>

Sutare, A., Parihar, A., Reddy, P., Singh, R., & AC, V. (2023). Influence of Windowing and Evaluation of Metal Artifact Reduction Algorithm on Five Different Restorative Materials by Using Different Cone Beam Computed Tomography (CBCT) Scanners: A CBCT Study. *Cureus*. <https://doi.org/10.7759/cureus.41742>

Vázquez, D., Subirán, B., Pujol, M., Estévez, A., Nart, L., & Hecht, P. (2023). Corrección del artefacto producido en imágenes tomográficas en equipos odontológicos. *Revista de la Asociación Dental Mexicana*, 80(4), 204–208. <https://doi.org/10.35366/112309>