

# Utilización de Microtomografía de Rayos X para Análisis Morfológico Tridimensional de Tejido Óseo

Use of X-Ray Microtomography for Three-Dimensional Morphological Analysis of Bone Tissue

Marcelo Parra<sup>1,2,3</sup>; Héctor Torres<sup>1</sup>; Víctor Ravelo<sup>1,3,4</sup>; Sergio Olate<sup>3,5</sup>

---

**PARRA, M.; TORRES, H.; RAVELO, V. & OLATE, S.** Utilización de microtomografía de rayos X para análisis morfológico tridimensional de tejido óseo. *Int. J. Morphol.*, 44(2):669-676, 2026.

**RESUMEN:** El presente estudio tuvo como objetivo evaluar la utilidad de la microtomografía de rayos X en el análisis tridimensional de defectos óseos críticos de cadera de conejo rellenos con injerto sintético bifásico (B-TCP/HA) o hueso autógeno particulado, y para la caracterización morfológica de la articulación temporomandibular (ATM) en el mismo modelo experimental. Se utilizaron cinco conejas adultas, en las que se crearon defectos de 5 mm en ambos lados; el lado derecho se relleno con injerto sintético y el izquierdo con autoinjerto. Posterior a tres semanas, se obtuvieron muestras de cadera e ATM, que fueron fijadas en etanol al 70 % y escaneadas con micro-CT, generándose visualizaciones multiplanares y reconstrucciones tridimensionales para el análisis cualitativo y volumétrico. En los defectos con injerto sintético, la micro-CT mostró una masa hiperdensa bien delimitada que ocupaba completamente el defecto, con interfaz nítida entre biomaterial y hueso huésped y trabéculas principalmente periféricas. En los defectos con autoinjerto, el relleno presentó una densidad similar al hueso trabecular circundante, transición morfológica más gradual y mayor continuidad trabecular a través del defecto, compatible con un grado relativamente más avanzado de integración ósea en el periodo estudiado. En la ATM, los cortes ortogonales y las reconstrucciones 3D permitieron localizar con precisión el cóndilo, definir volúmenes de interés y describir la arquitectura trabecular condilar. En conjunto, los resultados indican que la micro-CT es una herramienta adecuada para discriminar entre injerto sintético, autoinjerto y hueso huésped, y para evidenciar diferencias en el patrón de integración ósea y en la morfología articular, apoyando su uso como método central en estudios experimentales de regeneración ósea y anatomía tridimensional.

**PALABRAS CLAVE:** Microtomografía de Rayos X; Hueso; Morfología.

---

## INTRODUCCIÓN

La microtomografía de rayos X (micro-CT) se ha consolidado como una herramienta de gran utilidad para el análisis morfológico en ciencias biomédicas, ya que permite obtener imágenes tridimensionales de estructuras óseas con resolución suficiente para estudios a nivel microestructural (Bouxsein *et al.*, 2010; Nishiyama & Shane, 2013). Esta técnica es no destructiva y proporciona datos volumétricos y morfométricos precisos, lo que resulta esencial para la caracterización de la calidad ósea y de la microarquitectura trabecular en modelos animales y en muestras humanas *ex vivo* (Bouxsein *et al.*, 2010). Su uso se ha extendido en la evaluación de procesos de regeneración y remodelación ósea, incluyendo el análisis de defectos críticos y la valoración de diferentes biomateriales o estrategias

terapéuticas y densidad mineral ósea aparente (He *et al.*, 2016; Nishiyama & Shane, 2013).

Durante la última década, múltiples estudios han demostrado que la micro-CT permite cuantificar con alta reproducibilidad la presencia de hueso neoformado en modelos experimentales de defectos óseo tanto en calota como en otros sitios esqueléticos, comparando la respuesta a diversos injertos y sustitutos óseos (He *et al.*, 2016; de Souza Faroni *et al.*, 2018; Dilkes-Hoffman *et al.*, 2024). En estos trabajos, la micro-CT se ha empleado para delimitar volúmenes de interés, segmentar el tejido neoformado y diferenciarlo del hueso huésped y del material de injerto, evidenciando su utilidad para la evaluación objetiva de la

<sup>1</sup> Laboratorio de Estudios Craneofaciales 3D; Facultad de Odontología, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

<sup>2</sup> Unidad de Imagenología, Clínica Odontológica Docente Asistencial, Facultad de Odontología, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

<sup>3</sup> Centro de Excelencia en Estudios Morfológicos y Quirúrgicos (CEMyQ) Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

<sup>4</sup> Programa de Doctorado en Ciencias Morfológicas, Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

<sup>5</sup> Departamento de Diagnóstico Oral, División de cirugía Oral y Maxilofacial Universidad Estadual de Campinas, SP, Brasil.

Financiado por la Universidad de La Frontera, a través del Proyecto DIUFRO DI22-0038.

osteoconducción, la oseointegración y la capacidad regenerativa de los biomateriales (He *et al.*, 2016; de Souza Faloni *et al.*, 2018). De forma complementaria, se han desarrollado flujos de trabajo automatizados y protocolos estandarizados de adquisición y análisis que mejoran la comparabilidad entre estudios y reducen la influencia del operador en los resultados morfométricos (Costa *et al.*, 2023; Shi *et al.*, 2024).

En el ámbito de la articulación temporomandibular (ATM), la imagenología tridimensional ha permitido describir la anatomía condilar y la microestructura trabecular del cóndilo mandibular, así como analizar cambios estructurales asociados a condiciones clínicas o experimentales (Hasegawa *et al.*, 2020; Yamada *et al.*, 2022). Estudios recientes han mostrado que las técnicas basadas en tomografía computarizada de alta resolución, incluida la micro-CT y modalidades afines, facilitan la evaluación de la arquitectura trabecular condilar y su relación con factores oclusales, clase esquelética o condiciones patológicas, aportando información cuantitativa sobre la organización interna del hueso subcondral (Yamada *et al.*, 2023; Hasegawa *et al.*, 2020). En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar la utilidad de la microtomografía computarizada para el análisis volumétrico y morfológico tridimensional en defectos óseos experimentales de cadera de conejo tratados con injerto, así como para la caracterización morfológica de la articulación temporomandibular del mismo modelo experimental.

## MATERIAL Y MÉTODO

### Procedimientos quirúrgicos

El presente estudio contó con la aprobación del comité de ética científico de la Universidad de La Frontera. N.º Folio 043/22. El estudio incluyó cinco conejas adultas Neo Zelandesas (*Oryctolagus cuniculus*); de aproximadamente 6 meses de edad y  $3,0 \pm 0,5$  kg de peso, las cuales fueron adquiridas y aclimatadas en el Centro de Excelencia en Estudios Morfológicos y Quirúrgicos (CEMyQ), Facultad de Medicina, Universidad de La Frontera, Temuco, Chile.

Antes de cualquier intervención quirúrgica, los animales fueron asignados aleatoriamente a jaulas individuales por un médico veterinario que no participó en el estudio. Todas las cirugías se realizaron bajo condiciones estériles y anestesia general, utilizando ketamina (40 mg/kg) y xilazina (5 mg/kg) por vía intramuscular, con monitorización continua de las funciones vitales. Una vez inducida la anestesia, se rasuró y desinfectó la zona cutánea con povidona yodada. Posteriormente, se realizó una incisión y decolamiento del colgajo, hasta acceder a la zona ósea de

la cresta ilíaca. Luego, con una trefina de 5 mm de diámetro se creó un defecto óseo en lado izquierdo y uno en lado derecho de la pelvis de cada animal. Donde, en lado derecho: se rellenó el defecto óseo con una combinación de injerto óseo bifásico (B-TCP/HA) y en lado izquierdo, se rellenó el defecto óseo con hueso autógeno particulado, proveniente del fragmento retirado con la trefina para ser utilizado como control, al ser el hueso autógeno el “gold standard”.

Finalmente, se realizó la sutura capa a capa con sutura absorbible (ácido poliglicólico) 4.0 en las áreas más profundas y en el músculo y con seda 3.0 en la piel.

### Cuidado postoperatorio

Posterior al procedimiento quirúrgico, los animales fueron puestos en jaulas individuales con acceso libre a agua y comida (*ad libitum*), con temperatura ambiente de  $20 \pm 2$  °C y ciclos de luz/oscuridad de 12 horas. Se le administró a los animales Enrofloxacino 5 mg/kg cada 24 horas por tres días y Diclofenaco de sodio 80 mg/kg vía intramuscular cada 24 por tres días.

### Eutanasia

Luego de tres semanas de realizados los procedimientos, Se realizó la eutanasia de los animales con sobredosis de tiopental sódico, y se obtuvieron las muestras de hueso coxal y de ATM correspondientes. Las muestras fueron fijadas en etanol al 70 % para su posterior estudio mediante microtomografía computarizada tridimensional.

### Micro-CT

Las muestras fueron escaneadas utilizando el microtomógrafo (mCT) Skyscan 1273, Bruker, Billerica, MA, USA. Tanto el hueso coxal como el de ATM, fueron escaneados con los mismos parámetros de exposición (100 kv, 150 mA y 440 ms). Respecto a la resolución, en el caso de la cadera, esta fue de 17  $\mu$ m, mientras en la ATM se utilizó 35  $\mu$ m.

Los datos se transfirieron luego al software CTan, (Bruker, Billerica, MA, USA) para la reconstrucción volumétrica, cuantificación y visualización de la cantidad de hueso regenerado dentro del sitio del defecto, la presencia de “scaffold” según corresponda y el espacio restante vacío. Todas las reconstrucciones mCT fueron realizadas por un observador único, calibrado y entrenado.

Para el análisis de los defectos en el hueso coxal, se delimitó un volumen de interés (VOI) circunscribiendo el área del defecto y el injerto. Mediante técnicas de

segmentación basada en radiodensidad, se calculó el volumen óseo absoluto y relativo del hueso, así como el grado de integración entre injerto y hueso huésped. En el estudio de las ATM, los cóndilos mandibulares se reconstruyeron en tres dimensiones y se definieron VOIs. Y posteriormente se aplicaron algoritmos automáticos para segmentación y cuantificación.

## RESULTADOS

### Injerto óseo

En los defectos óseos críticos de cadera tratados con injerto sintético, la visualización multiplanar en el software de micro-CT permitió identificar una solución de continuidad cortical ocupada por una masa hiperdensa, de límites bien definidos, correspondiente al material sintético. En el plano axial (Fig. 1A) se observó un relleno compacto del defecto, con partículas de alta atenuación rodeadas por hueso trabecular de menor densidad, lo que permitió delimitar con

precisión el contorno transversal del defecto y la relación circunferencial con la cortical remanente. En los planos sagital y coronal (Fig. 1B & 1C), el injerto se apreció como una columna continua de material hiperdenso que ocupaba la longitud y la altura del defecto, contenida entre corticales relativamente conservadas. La reconstrucción tridimensional (Fig. 1D) mostró un defecto circular metafisario completamente ocupado por el biomaterial, con una interfaz nítida entre el injerto y el hueso huésped y trabéculas óseas que parecían organizarse en la periferia del defecto, lo que podría ser compatible con un proceso inicial de neoformación ósea en torno al material sintético.

En los defectos tratados con autoinjerto (Fig. 2), la apariencia imagenológica fue marcadamente distinta. En una visualización axial, el defecto se identificó como una interrupción cortical rellena por tejido de densidad similar al hueso trabecular vecino, con pérdida de la imagen de partículas claramente hiperdensas y una transición más gradual entre el lecho del defecto y el material de relleno.

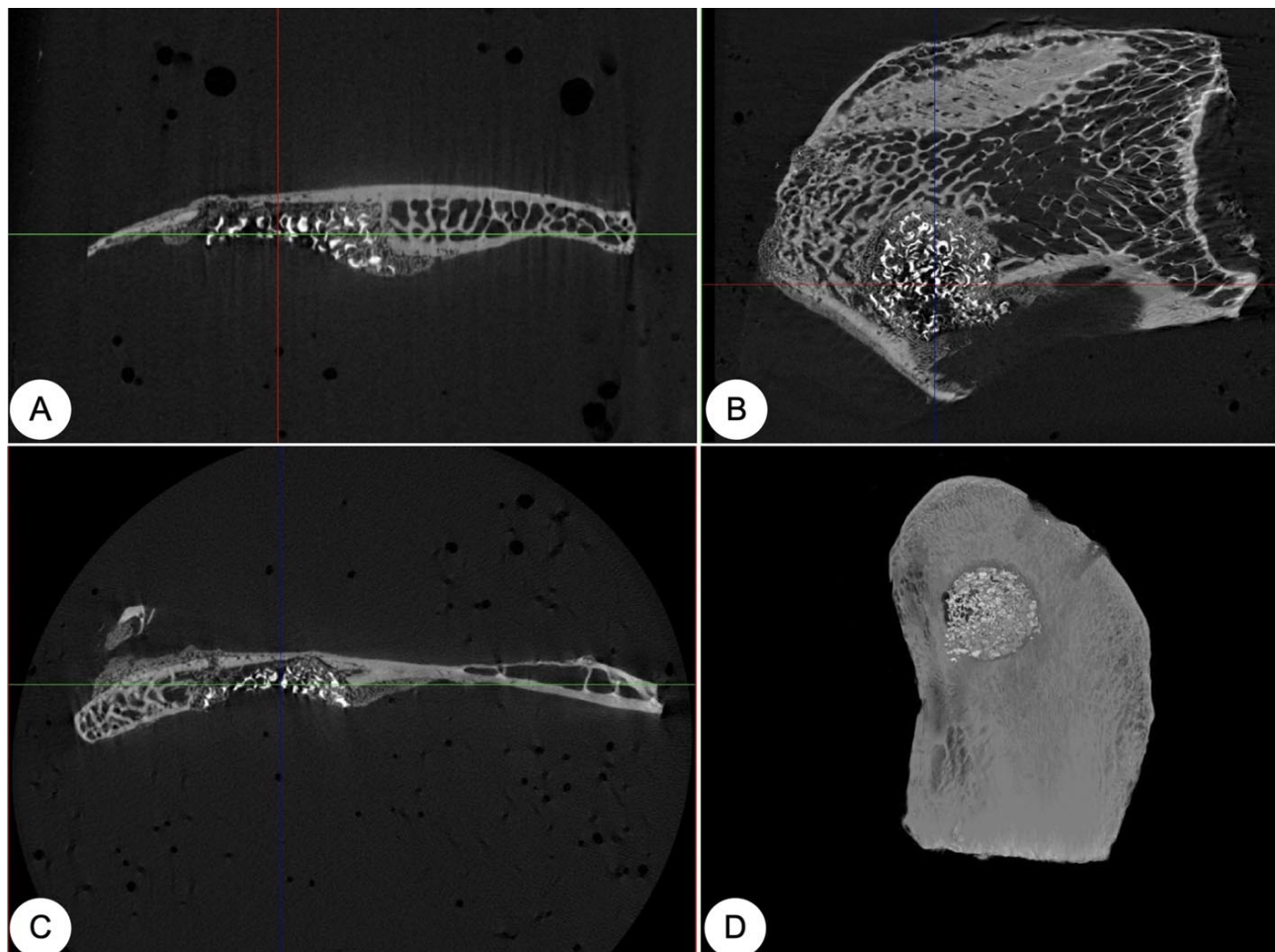


Fig. 1. Visualización de defecto óseo relleno con injerto óseo sintético. A: eje axial, B: eje sagital, C: eje coronal, D: reconstrucción tridimensional.

En el plano coronal, el espacio crítico se observó ocupado por una estructura ósea heterogénea pero continua con la red trabecular adyacente, lo que permitió apreciar una restitución parcial de la arquitectura metafisaria y una aparente integración del autoinjerto a ambos márgenes del defecto. En el plano sagital, el autoinjerto ocupaba el espesor metafisario con trabéculas que parecían puentear la brecha en sentido anteroposterior, sugiriendo un mayor grado de continuidad ósea a lo largo del eje del hueso. La reconstrucción tridimensional mostró un defecto circular relleno por tejido de densidad ósea comparable al entorno, con un contorno menos nítido entre relleno y hueso huésped y un patrón trabecular que parecía extenderse desde los márgenes hacia el interior del defecto, lo cual podría ser compatible con un proceso más avanzado de neoformación e integración ósea del autoinjerto.

Al comparar ambos tipos de injerto, el material sintético se caracterizó por un patrón de alta densidad bien delimitado, con partículas claramente distinguibles y una interfaz nítida con el hueso huésped, mientras que el autoinjerto mostró una densidad más cercana a la del hueso trabecular circundante y una transición morfológica progresiva entre el relleno y el hueso nativo. En las imágenes con injerto sintético predominó la delimitación precisa del volumen del biomaterial, lo que favorece la cuantificación directa del volumen de relleno, mientras que en las imágenes con autoinjerto se evidenció una mayor continuidad trabecular y un aspecto más homogéneo del tejido dentro del defecto, lo que podría sugerir un grado relativamente mayor de integración ósea y remodelación en el momento de la evaluación.

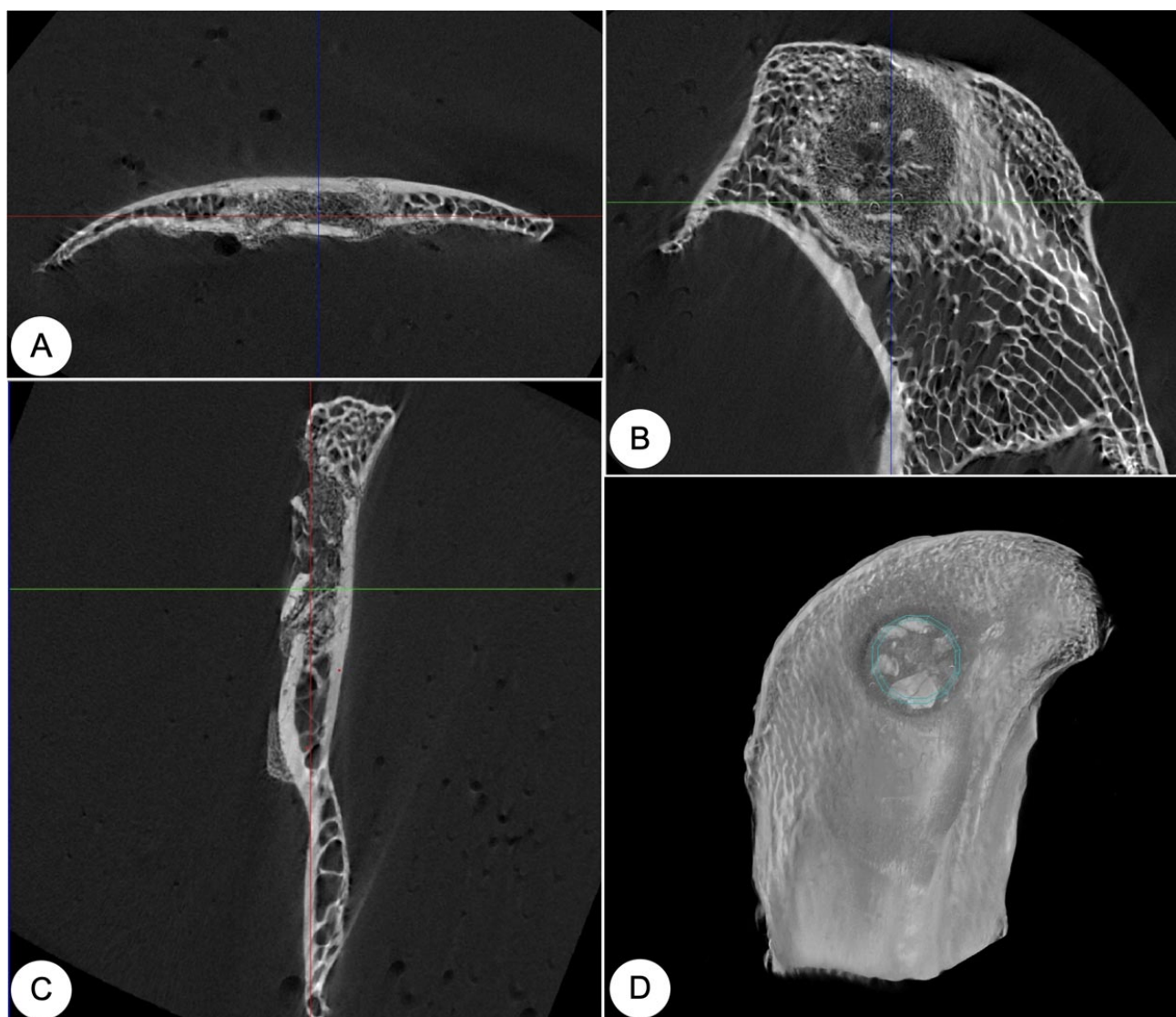


Fig. 2. Visualización de defecto óseo relleno con autoinjerto particulado. A: eje axial, B: eje sagital, C: eje coronal, D: reconstrucción tridimensional.

### Articulación temporomandibular

En la visualización multiplanar del software de microtomografía computarizada se obtuvieron cortes ortogonales de la articulación temporomandibular de conejo, que permitieron una localización precisa del cóndilo y la definición del volumen de interés para el análisis morfométrico (Fig. 3) Donde el plano axial, se utilizó para centrar el cóndilo dentro del campo de visión y verificar la simetría medial-lateral del contorno articular y del hueso subcondral. El plano sagital permitió ajustar el espesor y la posición del corte sobre el eje mayor del cóndilo, optimizando la delimitación del cuello condilar y de la superficie articular para la posterior segmentación. Mientras que el plano coronal, fue empleado para corroborar la

correcta alineación superoinferior del cóndilo y delimitar el espesor de la región trabecular condilar que sería incluida en los análisis volumétricos y de microarquitectura.

Los softwares permiten también una visualización tridimensional de la reconstrucción. Figura 4A muestra el plano axial, donde se identifican claramente la cabeza del cóndilo mandibular, la fosa glenoidea y el espacio articular, permitiendo valorar la congruencia articular y la distribución del hueso subcondral en sentido medial-lateral. En la Figura 4B se muestra la reconstrucción en plano sagital, en la que se aprecia el contorno anteroposterior del cóndilo, el cuello mandibular y la relación con la eminencia articular, siendo útil para describir la morfología condilar, la altura del cuello y la continuidad cortical. Mientras en la

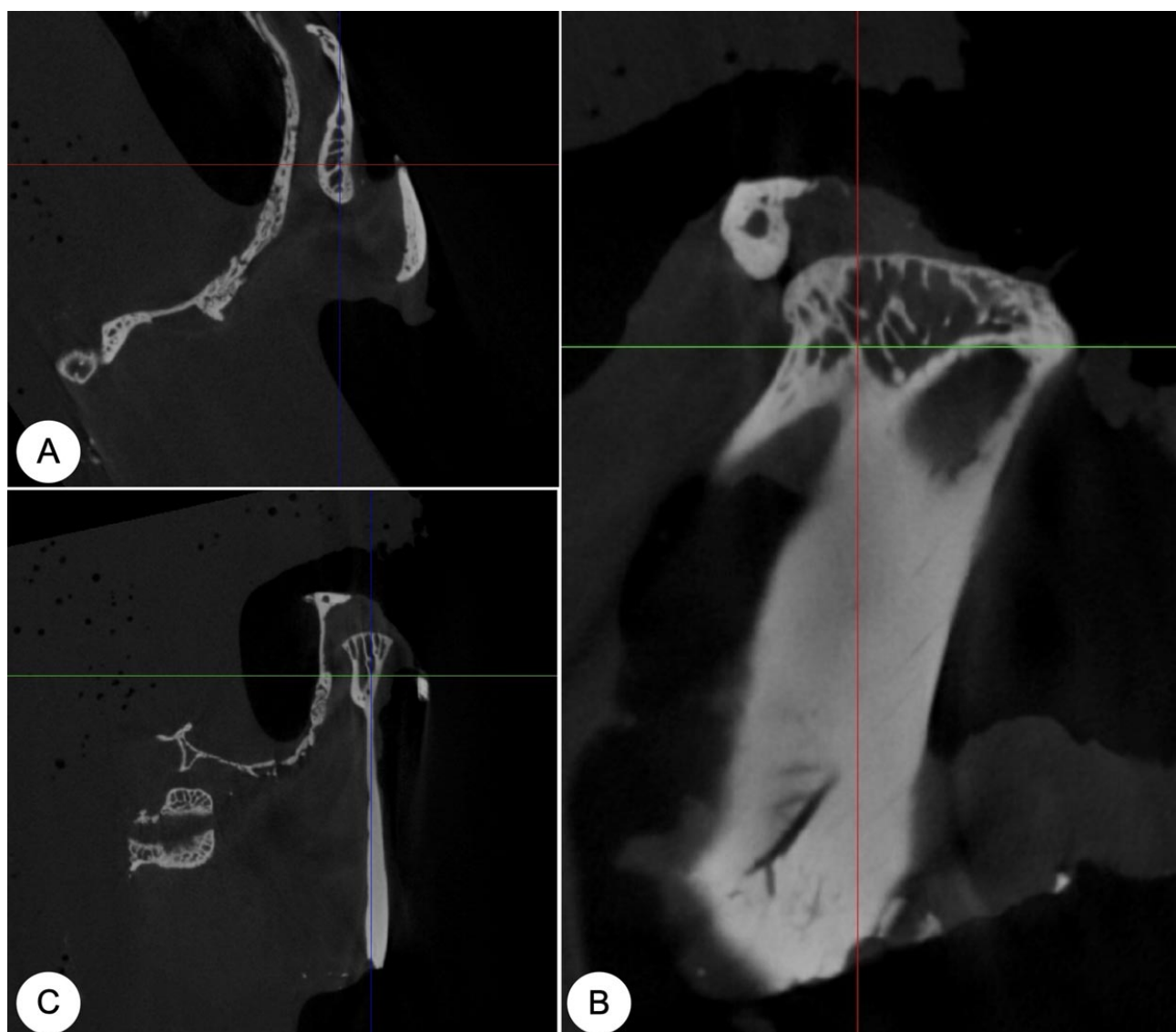


Fig. 3. Visualización multiplanar de la articulación temporomandibular. A: eje axial, B: eje sagital, C: eje coronal.

Figura 4C se presenta la vista coronal, que permite evaluar la altura y el ancho del cóndilo, así como la disposición de las trabéculas en sentido superoinferior y mediolateral, facilitando el análisis de la arquitectura ósea condilar y del hueso subcondral adyacente.



Fig. 4. Reconstrucción tridimensional de la articulación temporomandibular. A: vista axial, B: vista sagital, C: vista coronal.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio, la microtomografía computarizada permitió caracterizar de manera detallada el comportamiento morfológico de dos tipos de injerto óseo, sintético bifásico B-TCP/HA y autoinjerto particulado en defectos óseos críticos de cadera de conejo, así como describir la arquitectura del cóndilo mandibular en la ATM del mismo modelo experimental. Los hallazgos confirman que la micro-CT es una herramienta robusta para discriminar entre hueso huésped, material de injerto y tejido óseo de densidad intermedia, y para cuantificar diferencias volumétricas y cualitativas entre distintas condiciones experimentales, en concordancia con lo descrito previamente en modelos de defectos críticos y regeneración ósea en animales (Lappalainen *et al.*, 2016; de Souza Faloni *et al.*, 2018; Wang *et al.*, 2023).

En los defectos tratados con injerto sintético se observó, tanto en las reconstrucciones multiplanares como en las tridimensionales, un patrón de alta densidad bien delimitado, constituido por un conglomerado de partículas claramente distinguibles y separado del hueso huésped por una interfaz nítida. Este aspecto coincide con lo reportado para scaffolds cerámicos y materiales bifásicos en defectos críticos, donde la micro-CT permite identificar con precisión el volumen ocupado por el biomaterial y el espacio disponible para la colonización ósea (Lappalainen *et al.*, 2016; Beitlitum *et al.*, 2024). En nuestro modelo, esta morfología favorece la segmentación y la cuantificación del volumen de injerto, pero también pone de manifiesto que, a las tres semanas, la integración aparente se concentra principalmente en la periferia del defecto, con presencia de trabéculas que parecen organizarse en torno al biomaterial más que sustituirlo.

En contraste, los defectos rellenos con autoinjerto mostraron una densidad imagenológica más cercana a la del hueso trabecular circundante y una transición morfológica gradual entre el lecho del defecto y el tejido de relleno, con pérdida del aspecto particulado y mayor continuidad de la red trabecular a través del defecto. Este patrón es coherente con el comportamiento esperado del hueso autógeno, considerado “Gold Standard” por su capacidad osteogénica, osteoinductiva y osteoconductiva (de Souza Faloni *et al.*, 2018). La presencia de trabéculas que parecen puentear la brecha en los tres planos del espacio y la restitución parcial de la arquitectura metafisaria sugieren un grado relativamente más avanzado de remodelación e integración ósea del autoinjerto en el intervalo de tiempo estudiado, lo que coincide con lo descrito en modelos de defectos críticos donde el autoinjerto muestra una incorporación más rápida que los sustitutos sintéticos (Lappalainen *et al.*, 2016; Wang *et al.*, 2023).

La comparación cualitativa entre ambos tipos de injerto pone de relieve el valor añadido de la micro-CT frente a métodos exclusivamente histológicos. Mientras que el injerto sintético ofrece la ventaja de un volumen de relleno fácilmente segmentable y cuantificable, la micro-CT revela que su integración inicial se limita a la periferia del defecto, con conservación del volumen de biomaterial. Por el contrario, en el grupo de autoinjerto, aunque la delimitación exacta del

volumen inicial de injerto es menos evidente, la técnica permite evidenciar una mayor homogeneidad de la densidad ósea dentro del defecto y una integración trabecular más continua con el hueso huésped, lo que es concordante con estudios que han demostrado buena correlación entre parámetros obtenidos por micro-CT y hallazgos histomorfométricos en defectos óseos y alrededor de implantes (Feng *et al.*, 2022).

En relación con la ATM, la combinación de visualización multiplanar y reconstrucción tridimensional permitió localizar con precisión el cóndilo mandibular, definir volúmenes de interés y describir la organización de la trabécula subcondral en el conejo. Este enfoque es congruente con publicaciones recientes que muestran que las técnicas de tomografía de alta resolución, incluida la micro-CT, son útiles para caracterizar la microestructura del cóndilo mandibular y explorar su relación con patrones esqueléticos o condiciones funcionales (Li *et al.*, 2022; Yamada *et al.*, 2023). Aunque en el presente trabajo el análisis de la ATM fue principalmente descriptivo, los resultados refuerzan el potencial de la micro-CT para incorporar evaluaciones cuantitativas de la arquitectura trabecular condilar en futuros estudios sobre carga articular, remodelación y modelos de patología temporomandibular.

Finalmente, es importante considerar que la interpretación de los hallazgos debe contextualizarse en las limitaciones del modelo. El intervalo de tres semanas proporciona una visión temprana de la respuesta ósea y no permite aún establecer conclusiones definitivas sobre la sustitución del scaffolding sintético o la estabilidad a largo plazo del autoinjerto. Además, la ausencia de un análisis histológico paralelo impide confirmar de manera directa la naturaleza de las áreas de densidad intermedia observadas en torno a los injertos. No obstante, la evidencia acumulada en la literatura respalda la validez de la micro-CT como método no destructivo para el estudio longitudinal de defectos críticos, con buena correlación respecto a la histología y capacidad para estandarizar umbrales y volúmenes de interés (Bouxsein *et al.*, 2010; Costa *et al.*, 2023; Shi *et al.*, 2024). En conjunto, los resultados de este trabajo ilustran cómo la micro-CT puede utilizarse no solo para la descripción cualitativa de la morfología ósea, sino también como plataforma cuantitativa para comparar diferentes estrategias de regeneración en defectos críticos y para caracterizar estructuras articulares complejas como la ATM en un mismo modelo experimental. La posibilidad de obtener reconstrucciones tridimensionales, definir volúmenes de interés reproducibles y diferenciar entre injerto, hueso huésped y tejido de densidad intermedia sitúa a la microtomografía computarizada como una herramienta central en el diseño de futuros estudios que integren biomateriales, autoinjertos y análisis articulares en un contexto de investigación traslacional.

## CONCLUSIÓN

La microtomografía computarizada permite la reconstrucción tridimensional, el análisis volumétrico y la caracterización microestructural de tejidos óseos, siendo capaz de discriminar tejido neoforado de injerto óseo y hueso pre-existente, además de cuantificar la remodelación ósea así como la arquitectura articular en modelos experimentales. Su aplicación ha permitido mejorar significativamente la evaluación objetiva y reproducible de resultados en biomateriales y estudios de regeneración ósea, y su desarrollo futuro promete potenciar la investigación biomédica y clínica mediante innovaciones técnicas y funcionales.

**AGRADECIMIENTOS.** Proyecto Fondecup EQM 220061

**PARRA, M.; TORRES, H.; RAVELO, V. & OLATE, S.** Use of X-ray microtomography for three-dimensional morphological analysis of bone tissue. *Int. J. Morphol.*, 44(2):669-676, 2026.

**SUMMARY:** The present study aimed to evaluate the use of X-Ray microtomography for three-dimensional analysis of critical bone defects in rabbit hip filled with a biphasic synthetic graft (B-TCP/HA) or particulate autogenous bone, and morphological characterization of the temporomandibular joint (TMJ) in the same experimental model. Five adult female rabbits were used, in which 5-mm defects were created bilaterally; the right side was filled with the synthetic graft and the left side with autograft. After three weeks, hip and TMJ specimens were harvested, fixed in 70% ethanol and scanned with micro-CT, generating multiplanar visualizations and three-dimensional reconstructions for qualitative and volumetric analysis. In defects treated with the synthetic graft, micro-CT revealed a well-defined hyperdense mass completely occupying the defect, with a sharp interface between biomaterial and host bone and predominantly peripheral trabeculae. In defects treated with autograft, the filling showed a density similar to the surrounding trabecular bone, a more gradual morphological transition and greater trabecular continuity across the defect, consistent with a relatively more advanced degree of bone integration at the time point studied. In the TMJ, orthogonal slices and 3D reconstructions allowed precise localization of the condyle, definition of volumes of interest and description of condylar trabecular architecture. Taking all aspects into account, the findings indicate that micro-CT is a suitable tool to differentiate between synthetic graft, autograft and host bone, and to demonstrate differences in the pattern of bone integration and joint morphology, supporting its use as a central method in experimental studies of bone regeneration and three-dimensional anatomy.

**KEY WORDS: X-Ray Microtomography; Bone; Morphology.**

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Beitlitum, I.; Rayyan, F.; Pokhojaev, A.; Tal, H. & Sarig, R. A novel micro-CT analysis for evaluating the regenerative potential of bone augmentation xenografts in rabbit calvarias. *Sci. Rep.*, 14(1):4321, 2024.
- Boussein, M. L.; Boyd, S. K.; Christiansen, B. A.; Goldberg, R. E.; Jepsen, K. J. & Müller, R. Guidelines for assessment of bone microarchitecture by micro-computed tomography in rodents. *J. Bone Miner. Res.*, 25(7):1468-86, 2010.
- Costa, G. G.; da Silva, M. M.; Gonçalves, T. A.; de Oliveira, J. E. & Guedes, V. M. The effect of micro-computed tomography thresholding methods on quantitative bone analysis. *Bioengineering*, 10(9):1070, 2023.
- de Souza Faloni, A. P.; Pereira, A. S.; Oliveira, R. V.; Andrade, M. R.; Okamoto, R.; Garcia Jr., I. R. & de Oliveira, D. M. Micro-computed tomography evaluation of bone regeneration in rabbit calvarial defects filled with bovine bone. *Front. Bioeng. Biotechnol.*, 11:1157393, 2023.
- Dilkes-Hoffman, J.; Frazer, L. L.; Louis, N.; Zbijewski, W.; Vaishnav, J.; Clark, K.; Nicoletta, D. P. *et al.* Super-resolution of clinical CT: Revealing microarchitecture in whole bone clinical CT image data. *Bone*, 185:117115, 2024.
- Feng, X.; Wang, Y.; Li, X.; Zhang, W.; Li, J.; Zhang, Y. & Yang, G. Bone quantification around chitosan-coated titanium dental implants using micro-computed tomography and histomorphometry in a rabbit model. *Front. Bioeng. Biotechnol.*, 10:858786, 2022.
- Hasegawa, H.; Hasegawa, K.; Tanaka, H.; Yamamoto, T.; Ito, M. & Nakamura, T. Evaluation of trabecular microstructure of cancellous bone using quantitative computed tomography scanner. *J. Bone Miner. Metab.*, 41(3):345-52, 2023.
- He, Y.; Zheng, Q.; Cai, J.; Liu, G.; Chen, J.; Gao, Y.; Li, J.; Hu, Y. & Wang, X. Micro-CT evaluation of bone regeneration in rabbit femoral defects filled with beta-tricalcium phosphate. *Biomed. Res. Int.*, 2016:8745628, 2016.
- Lappalainen, O. P.; Karhula, S. S.; Haapea, M.; Kauppinen, S.; Finnilä, M.; Saarakkala, S.; Serlo, W. & Sandor, G. K. Micro-CT analysis of bone healing in rabbit calvarial critical-sized defects with solid bioactive glass, tricalcium phosphate granules or autogenous bone. *J. Oral. Maxillofac. Res.*, 7(2):e4, 2016.
- Nishiyama, K. K. & Shane, E. Clinical imaging of bone microarchitecture with HR-pQCT. *Curr. Osteoporos. Rep.*, 11(2):147-55, 2013.
- Shi, Y.; Seneviratne, N.; Perera, I.; Herath, S.; Jayasinghe, R.; Ariyawardana, A.; Weerasinghe, M. & Dissanayaka, S. Degenerative temporomandibular disorders: An assessment of bone trabecular structure using fractal analysis in digital panoramic radiographs. *Cureus*, 16(4):e57321, 2024.
- Wang, Y.; Zhang, X.; Mei, S.; Li, Y.; Khan, A. A.; Guan, S. & Li, X. Determination of critical-sized defect of mandible in a rabbit model: Micro-computed tomography and histological evaluation. *Heliyon*, 9(7):e18047, 2023.
- Yamada, A.; Tanaka, K.; Sato, M.; Suzuki, H. & Watanabe, M. Evaluation of the mandibular condyles trabecular structure in patients with severe skeletal Class III pattern. *Dentomaxillofac. Radiol.*, 52(8):20220138, 2023.
- Zhang, X.; Liu, Y.; Wang, Z.; Chen, W. & Zhang, Q. Micro-computed tomography assessment of bone structure in aging mice. *Sci. Rep.*, 12:8135, 2022.

Autor de correspondencia:  
Dr. Marcelo Parra Véliz  
Universidad de La Frontera  
Avenida Francisco Salazar 01145  
Código Postal: 4811230  
Temuco  
CHILE  
E-mail: marcelo.parra@ufrontera.cl