

Evaluación tomográfica del hueso alveolar en molares maxilares y sus implicaciones en selección de zonas viables para anclajes ortodóncicos

Tomographic Evaluation of Alveolar Bone in Maxillary Molars and Its Implications for Selecting Viable Sites for Orthodontic Anchorage

Diana Teresa Herrera Navarrete

Especialidad de Ortodoncia. Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda -Estelí, Nicaragua.
ddrherrera07@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-7024-4331>

Recibido: 14/10/2025

Aceptado: 10/11/2025

Publicado: 18/12/2025

Resumen

La estabilidad de los dispositivos de anclaje utilizados en ortodoncia depende de la cantidad y calidad del hueso disponible en la región posterior del maxilar, así como de la separación existente entre las raíces y la relación con el espacio situado detrás de los molares. En Nicaragua existen pocos estudios que describan estas características anatómicas, lo cual limita la planificación basada en evidencia local. El objetivo de este estudio fue evaluar de forma integral la morfología del hueso alveolar en la zona de los molares superiores para determinar la viabilidad de colocar anclajes ortodóncicos en distintos puntos anatómicos. Se analizaron treinta y cinco tomografías de pacientes entre 15 y 44 años, en las que se midieron la altura y el grosor del hueso en la superficie externa, la distancia entre raíces y el espacio situado detrás de los molares, considerando además la presencia de terceros molares. Los resultados mostraron que las regiones ubicadas entre el segundo premolar y el primer molar, así como entre el primer y el segundo molar, presentaron mejores condiciones anatómicas que la zona adyacente al primer molar, que mostró menor disponibilidad ósea. El lado izquierdo presentó una mayor proporción de lugares considerados favorables para la inserción. Se observó que en aproximadamente un tercio de los pacientes la extracción de los terceros molares podría facilitar la mecánica de distalización y la colocación de anclajes, especialmente en el lado izquierdo. En conjunto, los hallazgos subrayan la utilidad de la tomografía para identificar áreas seguras y posibles asimetrías entre ambos lados, lo cual resulta fundamental para planificar de manera individualizada el tratamiento ortodóncico. Este estudio aporta



información anatómica local que puede servir como referencia para la práctica clínica y futuras investigaciones.

Palabras clave: anclaje ortodóncico; tomografía computarizada de haz cónico; hueso alveolar; distancia interradicular; terceros molares.

Abstract

The stability of orthodontic anchorage devices depends on the amount and quality of bone available in the posterior maxillary region, as well as on the separation between dental roots and the space located behind the molars. In Nicaragua, there are few studies have described these anatomical characteristics, limiting treatment planning based on local evidence. The aim of this study was to comprehensively evaluate alveolar bone morphology in the maxillary molar region to determine the feasibility of placing orthodontic anchorage devices at different anatomical sites. Thirty-five cone-beam tomography scans from patients aged 15 to 44 years were analyzed. Measurements included bone height and thickness on the outer cortical surface, inter-root distance, and the space behind the molars, along with the presence of third molars. The results showed that the areas located between the second premolar and first molar, and between the first and second molar, presented more favorable anatomical conditions than the region adjacent to the first molar, which exhibited reduced bone availability. The left side showed a greater proportion of anatomically suitable sites for insertion. In approximately one-third of patients, extraction of the third molars was considered potentially beneficial for facilitating molar distalization and anchorage placement, particularly on the left side. Overall, the findings highlight the usefulness of three-dimensional imaging in identifying safe insertion zones and potential lateral asymmetries, which are essential for individualized orthodontic treatment planning. This study provides locally relevant anatomical information that can serve as a reference for clinical practice and future research.

Keywords: orthodontic anchorage; cone-beam computed tomography; alveolar bone; interradicular distance; third molars.

Introducción



La morfología del hueso alveolar maxilar es un elemento clave en la planificación ortodóncica, especialmente en la colocación de dispositivos de anclaje temporal, utilizados para generar puntos de fijación estables durante el tratamiento. Estos dispositivos han ampliado las posibilidades biomecánicas en ortodoncia, permitiendo movimientos más predecibles y eficientes; sin embargo, su éxito depende en gran medida de las características anatómicas del sitio de inserción, como la altura y el grosor del hueso, la separación entre raíces y la disponibilidad de espacio en la región posterior del maxilar (Leo et al., 2016; Sharma et al., 2025). Por ello, la evaluación tridimensional del área donde se planea colocar un anclaje se ha vuelto indispensable en la práctica clínica actual. Estudios realizados en diferentes poblaciones señalan que la región entre el segundo premolar y el primer molar es una de las más favorables para la inserción, particularmente a niveles más apicales, donde suelen encontrarse mayores valores de altura y grosor óseo (Krieger & Wehrbein, 2015; Nucera et al., 2017). Sin embargo, la mayoría de estas investigaciones provienen de contextos asiáticos y europeos, lo cual limita la extrapolación de sus resultados a poblaciones latinoamericanas, en las que pueden existir variaciones anatómicas determinadas por factores genéticos y ambientales. Investigaciones más recientes han destacado también la importancia de considerar la edad, el patrón esquelético y la presencia de terceros molares, ya que pueden influir en la disponibilidad ósea y en la estabilidad del anclaje (Zago et al., 2021; Tang et al., 2024; Campoy et al., 2025).

La tomografía computarizada de haz cónico se ha consolidado como una herramienta fundamental para el análisis tridimensional de la morfología alveolar, debido a su capacidad para medir con precisión parámetros que no pueden evaluarse adecuadamente mediante radiografías convencionales. Esta técnica permite identificar variaciones entre hemiarcadas, determinar zonas de riesgo y seleccionar sitios con condiciones favorables para la inserción, lo que contribuye a reducir complicaciones y aumenta la predictibilidad del tratamiento.

En Nicaragua no se han realizado estudios que describan las características anatómicas del hueso alveolar maxilar en adolescentes y adultos jóvenes, lo que genera una brecha de evidencia clínica que afecta la planificación ortodóncica basada en datos locales. Ante la ausencia de información contextualizada, persiste el riesgo de tomar decisiones basadas en referencias externas que podrían no reflejar la realidad anatómica de la población nicaragüense.

En este contexto, el propósito del presente estudio fue evaluar, mediante tomografía computarizada de haz cónico, la morfología del hueso alveolar en la región de molares superiores y determinar la viabilidad anatómica para la colocación de dispositivos de anclaje temporal, considerando la altura y el grosor óseo, la distancia entre raíces, el espacio retromolar, la presencia de terceros molares y posibles diferencias entre hemiarquadas.

Materiales y métodos

Se llevó a cabo un estudio observacional, de corte transversal y enfoque analítico-correlacional, con el objetivo de evaluar las características morfológicas del hueso alveolar en la región molar del maxilar superior y su relación con la viabilidad anatómica para la colocación de dispositivos de anclaje temporal (TADs).

El estudio se desarrolló en la clínica de ortodoncia de la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda (UNFLEP), ubicada en el municipio de Estelí, Nicaragua, entre los meses de junio y julio de 2025.

La población de estudio estuvo conformada por pacientes ≥ 15 años que acudieron a la clínica de ortodoncia de la UNFLEP entre 2022 y 2025, y que contaban con estudios de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) bimaxilar realizados previo al inicio del tratamiento ortodóncico.

Se tuvo acceso a un grupo de 51 casos con estudios de imagen, de los cuales, 35 cumplieron los criterios y fueron incluidos en el estudio (muestra final).

Se excluyeron aquellos con expedientes clínicos incompletos, tomografías dañadas o unimaxilares, y con lesiones o condiciones patológicas que pudieran alterar la morfología del maxilar.

Las variables principales incluyeron: (1) la altura (BAH) y el grosor (BAT) del hueso alveolar bucal en la región molar superior, (2) la distancia interradicular bucal (BID), (3) la presencia de terceros molares, (4) el espacio retromolar maxilar (MRS), y (5) la viabilidad anatómica para la colocación de TADs.

Como variables independientes se consideraron la edad, el sexo, el patrón esquelético sagital (Clase I, II o III) y el patrón esquelético vertical (hipodivergente, normodivergente o hiperdivergente).

Todas las mediciones fueron extraídas a partir de imágenes tomográficas CBCT y registros clínicos. Los datos fueron recolectados mediante revisión documental retrospectiva de expedientes clínicos

e imágenes tomográficas, utilizando un instrumento estructurado que fue validado mediante juicio de expertos y prueba piloto con cinco casos.

Las variables cuantitativas fueron registradas en milímetros y expresadas como media y desviación estándar, mientras que las variables categóricas fueron expresadas como frecuencias absolutas y porcentajes.

Las imágenes CBCT fueron analizadas en cortes axiales, coronales y sagitales utilizando software especializado. En una primera fase, se evaluó el patrón esquelético general:

- **Relación sagital:** Se calculó el ángulo ANB en cortes laterales para clasificar la relación anteroposterior maxilomandibular (Clase I: $ANB \approx 2^\circ \pm 2^\circ$; Clase II: $ANB > 4^\circ$; Clase III: $ANB < 0^\circ$).
- **Relación vertical:** Se determinó el ángulo formado por Ba-Na y Pt-Gn. Un ángulo $< 87^\circ$ se clasificó como hipodivergente, entre 87° – 93° como normodivergente y $> 93^\circ$ como hiperdivergente.

Posteriormente, se evaluó la morfología del hueso alveolar en zonas estandarizadas:

- **Altura (BAH):** Medida vertical desde el margen óseo bucal hasta el fondo del vestíbulo.
- **Grosor (BAT):** Medido desde la cortical externa a la interna en dirección bucolingual.
- **Distancia interradicular bucal (BID):** Se consideró adecuada cuando fue ≥ 3 mm.
- **Espacio retromolar (MRS):** Medido entre la cara distal del segundo molar y la tuberosidad maxilar.
- **Presencia de terceros molares:** Se evaluó su posición y posible interferencia con el MRS.
- **Viabilidad anatómica:** Se definieron tres zonas para la posible colocación de TADs: U56, U6md y U67. Cada zona fue clasificada como viable o no viable según los criterios de $BAH \geq 5$ mm, $BAT \geq 1$ mm y $BID \geq 3$ mm.

La base de datos fue construida en SPSS versión 26 (IBM Corp., 2020). Las variables cuantitativas fueron descritas mediante media, mediana, desviación estándar, y rango; las variables categóricas se expresaron en frecuencias absolutas y relativas. Para explorar asociaciones entre variables categóricas se utilizó la prueba de Chi cuadrado o la prueba exacta de Fisher, según correspondiera. Para evaluar diferencias significativas en cuanto a parámetros cuantitativos, entre mediciones del maxilar derecho e izquierdo se usaron la prueba de rangos con signo de Wilcoxon (para muestras

relacionadas) o la prueba de ANOVA para muestras relacionadas. Se consideró un nivel de significancia estadística de $p < 0.05$.

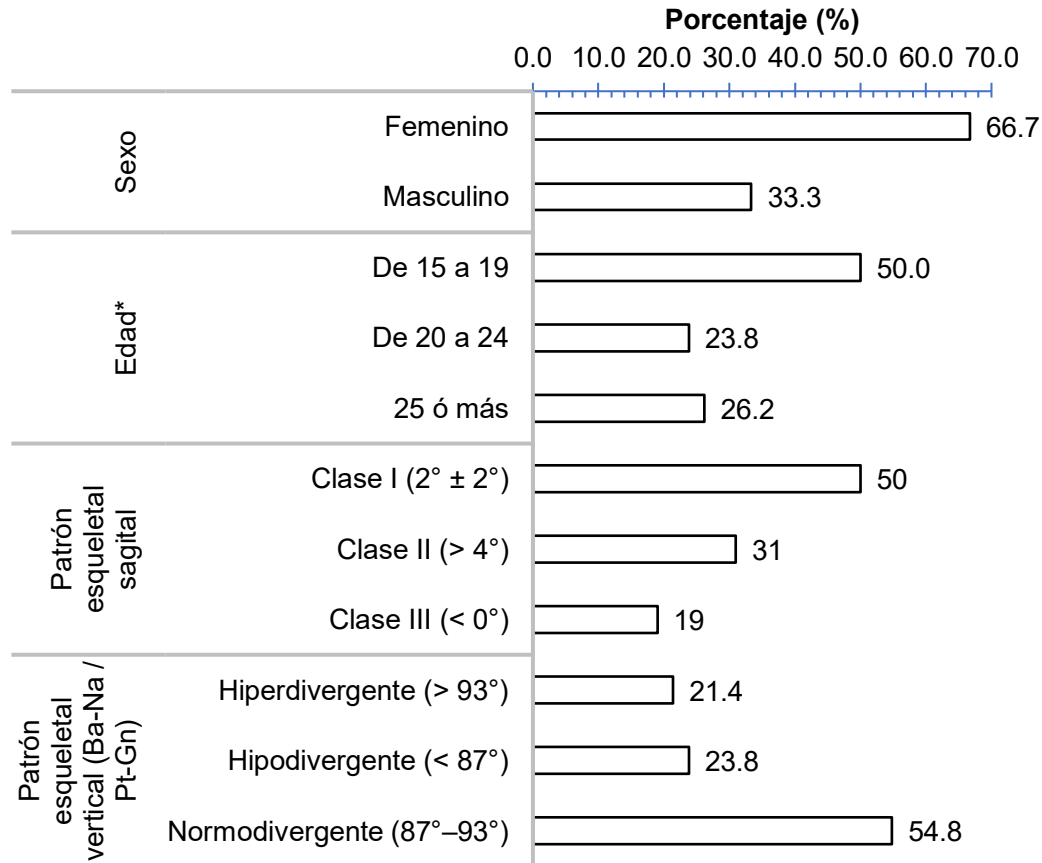
Resultados y discusión

Se evaluaron 35 tomografías de haz cónico correspondientes a pacientes con una edad media de 20.57 años (DE 6.4), mediana de 19 y un rango entre 15 y 44 años. La mayoría de los participantes fueron mujeres ($n=25$; 71.4 %), mientras que 10 fueron hombres (28.6 %) (Figura 1).

En la distribución sagital, predominó la Clase I ($n=19$; 54.3 %), seguida por la Clase II ($n=10$; 28.6 %) y la Clase III ($n=6$; 17.1 %). En cuanto al patrón vertical, 18 pacientes (51.4 %) fueron normodivergentes, 9 (25.7 %) hipodivergentes y 8 (22.9 %) hiperdivergentes (Figura 1).

Figura 3.

Distribución porcentual según edad, sexo y patrón esquelético sagital y vertical (Ba-Na / Pt-Gn) de los pacientes en quienes se realizó evaluación tomográfica de la morfología del hueso alveolar en molares maxilares ($n=35$)



Fuente: Elaboración propia

Nota: Edad media 20.57 años (DE 6.4), mediana de 19 años (rango 5 y 44 años)

Las mediciones de la altura del hueso alveolar bucal (BAH) mostraron que las regiones U56 y U67 presentaron valores más favorables para la colocación de dispositivos de anclaje temporal (TADs) en comparación con U6md. En U56, la altura fue de 11.94 mm (DE 2.32; mediana 11.34; rango 7.83–18.64) en el lado derecho y de 11.54 mm (DE 2.03; mediana 11.07; rango 7.78–15.68) en el izquierdo (Tabla 1).

En U6md, los valores fueron considerablemente menores: 6.95 mm (DE 1.60; mediana 7.03; rango 3.41–10.53) en el lado derecho y 7.09 mm (DE 1.52; mediana 7.08; rango 4.52–11.35) en el izquierdo. En U67, la altura fue de 10.65 mm (DE 2.01; mediana 10.24; rango 6.10–15.38) en el

lado derecho y de 10.96 mm (DE 2.84; mediana 10.20; rango 7.70–22.31) en el izquierdo. Las comparaciones entre lados no revelaron diferencias significativas ($p>0.05$) (Tabla 1).

El grosor del hueso alveolar bucal (BAT) evidenció un aumento progresivo desde niveles más coronales hacia zonas apicales. A 5 mm por arriba de la cresta, la media fue de 1.70 mm (DE 0.50; mediana 1.80; rango 0.50–3.00) en el lado derecho y de 1.83 mm (DE 0.59; mediana 1.80; rango 0.75–3.58) en el izquierdo. A 7 mm, el grosor alcanzó 2.38 mm (DE 0.53; mediana 2.30; rango 1.20–4.00) en el lado derecho y 2.30 mm (DE 0.54; mediana 2.30; rango 1.30–3.20) en el izquierdo. Finalmente, a 9 mm, los valores fueron de 2.91 mm (DE 0.72; mediana 3.00; rango 1.50–4.50) en el lado derecho y de 2.93 mm (DE 0.65; mediana 3.00; rango 1.70–4.50) en el izquierdo. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre lados ($p>0.05$) (Tabla 1).

La distancia interradicular bucal (BID) mostró un comportamiento distinto. A 5 mm de la cresta, los valores promedio fueron de 3.14 mm (DE 0.72; mediana 3.20; rango 1.80–4.50) en el lado derecho y 3.08 mm (DE 0.68; mediana 3.30; rango 1.50–4.50) en el izquierdo. A 7 mm, la media fue de 2.18 mm (DE 0.60; mediana 2.10; rango 1.20–3.70) en el lado derecho y 2.46 mm (DE 0.86; mediana 2.30; rango 1.20–4.50) en el izquierdo. A 9 mm, se registraron valores de 2.74 mm (DE 0.92; mediana 2.80; rango 0–4.20) en el lado derecho y 2.79 mm (DE 1.06; mediana 2.90; rango 0.40–5.20) en el izquierdo. Aunque las diferencias en las medias no fueron estadísticamente significativas ($p>0.05$), al categorizar los valores de BID se evidenció un hallazgo relevante (Tabla 2).

En el lado derecho, 4 casos (11.4 %) mostraron una distancia <1.5 mm, 11 casos (31.4 %) entre 1.5 y 2.9 mm, y 20 casos (57.1 %) ≥ 3 mm. En el lado izquierdo, la distribución fue similar en la categoría <1.5 mm ($n=4$; 11.4 %), pero con menor proporción en la categoría intermedia ($n=8$; 22.9 %) y mayor en la óptima ($n=23$; 65.7 %). Esta diferencia fue estadísticamente significativa ($p=0.002$), indicando que el lado izquierdo ofrecía con mayor frecuencia condiciones seguras para la inserción de TADs (Tabla 2).

La integración de los parámetros BAH, BAT y BID permitió clasificar la viabilidad global para la inserción de TADs. En el lado derecho, 3 casos (8.6 %) se catalogaron como no viables, 8 (22.9 %) como en riesgo y 24 (68.6 %) como viables. En el lado izquierdo, 4 casos (11.4 %) fueron no viables, 5 (14.3 %) en riesgo y 26 (74.3 %) viables. La distribución difirió de manera significativa

entre lados ($p=0.042$), con ventaja del lado izquierdo en la proporción de sitios considerados viables (Tabla 2).

Tabla 1.

Comportamiento de los parámetros cuantitativos de la evaluación morfológica del hueso alveolar maxilar derecho e izquierdo.

		N	Lado Derecho					Lado Izquierdo					p
			M	Md	DE	Min	Máx	M	Md	DE	Min	Máx	
Altura del	U56	35	11.9	11.3	2.3	7.8	18.6	11.5	11.1	2	7.8	15.7	>0.05
hueso alveolar	U6md	35	6.9	7	1.6	3.4	10.5	7.1	7.1	1.5	4.5	11.3	>0.05
bucal (BAH)	U67	35	10.6	10.2	2	6.1	15.3	11	10.2	2.8	7.7	22.3	>0.05
(mm)													
Grosor del	5 mm	35	1.7	1.8	0.5	0.5	3	1.83	1.8	0.59	0.75	3.6	>0.05
hueso alveolar	7 mm	35	2.4	2.3	0.5	1.2	4	2.3	2.3	0.5	1.3	3.2	>0.05
bucal (BAT)	9 mm	35	2.9	3	0.7	1.5	4.5	2.9	3	0.6	1.7	4.5	>0.05
(mm)													
Distancia	5 mm	35	3.1	3.2	0.7	1.8	4.5	3.1	3.3	0.7	1.5	4.5	>0.05
interradicular	7 mm	35	2.2	2.1	0.6	1.2	3.7	2.5	2.3	0.9	1.2	4.5	>0.05
bucal (BID)	9 mm	35	2.7	2.8	0.9	0	4.2	2.8	2.9	1.1	0.4	5.2	>0.05
(mm)													

Fuente: Elaboración propia

Nota: M: Media; Md: Mediana; Min: mínimo; Max: máximo

Prueba U de Man Whitney, el resultado se consideró significativo si $p < 0.05$

Tabla 2.

Evaluación de las condiciones morfológicas óptimas del hueso alveolar maxilar derecho e izquierdo para colocación segura y efectiva de TADs

			Lado derecho		Lado izquierdo		p
			n	%	n	%	>0.05
Altura del hueso alveolar adecuada para inserción vertical	Si		35	100.0	34	97.1	>0.05
	No		0	0.0	1	2.9	>0.05
Grosor del hueso alveolar bucal (BAT) óptimo para estabilidad	≥ 1 mm (óptimo para estabilidad)		35	100.0	35	100.0	>0.05
	<1 mm (no óptimo)		0	0.0	0	0.0	>0.05
Condición para anclaje de TADs de zona U56 (2° premolar – 1° molar)	Condiciones favorables		35	100.0	34	97.1	>0.05
	Condiciones desfavorables		0	0.0	1	2.9	>0.05
Condición para anclaje de TADs de zona U6md (mesial/distal 1° molar)]	Condiciones favorables		35	100.0	34	97.1	>0.05
	Condiciones desfavorables		0	0.0	1	2.9	>0.05
Condición para anclaje de TADs de zona [U67 (1° – 2° molar)]	Condiciones favorables		35	100.0	34	97.1	>0.05
	Condiciones desfavorables		0	0.0	1	2.9	>0.05
Distancia interradicular bucal (BID) óptima para la colocación de TAD	< 1.5 mm (riesgo elevado)		4	11.4	4	11.4	0.002
	1.5–2.9 mm (aceptable con precaución)		11	31.4	8	22.9	
	≥ 3 mm (óptimo)		20	57.1	23	65.7	
Viabilidad de la colocación de TAD*	No viable***		3	8.6	4	11.4	0.042
	En riesgo**		8	22.9	5	14.3	
	Viable***		24	68.6	26	74.3	
	Total		35	100.0	35	100.0	

Fuente: Elaboración propia

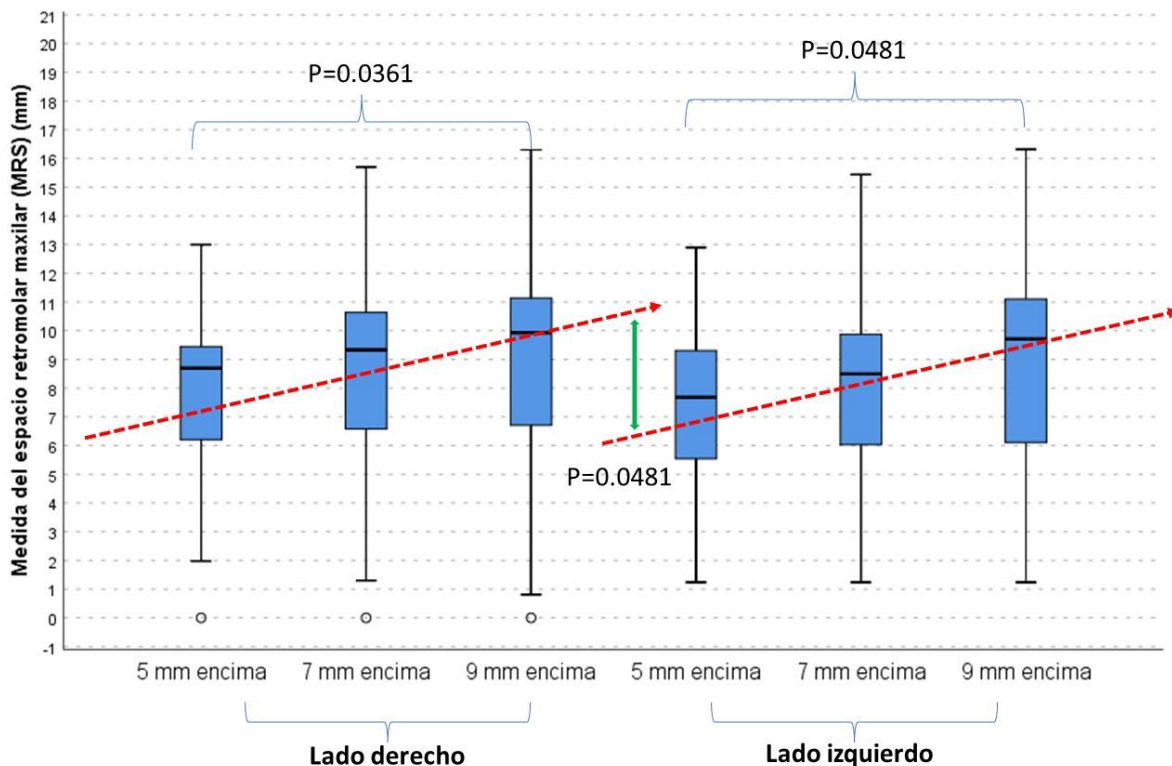
Nota: *La viabilidad se evaluó integrando la información del BID, BAT y BAH; **En riesgo: riesgo moderado de inestabilidad; ***No viable: alto riesgo de inestabilidad o bien no hay condiciones para colocación de anclajes; ****Viable: bajo riesgo de inestabilidad



El análisis del espacio retromolar maxilar (MRS) mostró un incremento conforme la referencia se situaba más apical. En el lado derecho, los valores fueron de 7.74 mm (DE 2.91; mediana 7.80; rango 0.40–15.60) a 5 mm, 8.33 mm (DE 3.45; mediana 8.50; rango 0–15.60) a 7 mm, y 8.86 mm (DE 3.65; mediana 8.90; rango 0–15.90) a 9 mm. En el lado izquierdo, se registraron valores de 7.46 mm (DE 2.75; mediana 7.40; rango 1.20–14.30) a 5 mm, 8.23 mm (DE 3.14; mediana 8.20; rango 1.10–15.50) a 7 mm, y 8.97 mm (DE 3.38; mediana 9.10; rango 1.30–15.90) a 9 mm. Al categorizar el MRS, se observó que el lado derecho presentó más casos de espacio reducido ($n=5$; 14.3 %), frente al lado izquierdo ($n=2$; 5.7 %), mientras que los espacios normales y aumentados se distribuyeron en 26 (74.3 %) y 4 (11.4 %) casos en el derecho, y en 27 (77.1 %) y 6 (17.1 %) casos en el izquierdo, respectivamente. Esta diferencia resultó significativa ($p=0.036$) (Figura 4, tabla 3).

Figura 2.

Evaluación cuantitativa del espacio retromolar maxilar derecho e izquierdo de los pacientes en estudio.



Fuente: Evaluación de imagen tomográfica – Ficha de recolección de la información



La presencia de terceros molares fue frecuente, encontrándose en 22 casos (62.9 %) en el lado derecho y en 23 casos (65.7 %) en el izquierdo, sin diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$). No obstante, al valorar el beneficio potencial de la extracción, se determinó que en el lado derecho 10 pacientes (28.6 %) y en el izquierdo 13 pacientes (37.1 %) obtendrían ventajas clínicas en términos de facilitar la distalización y la colocación de TADs. Esta diferencia alcanzó significancia estadística ($p=0.049$) (Tabla 3).

Tabla 3

Valoración clínica del espacio retromolar maxilar derecho e izquierdo, presencia de terceros molares y beneficio potencial de la extracción para facilitar distalización de los pacientes.

		Lado derecho		Lado izquierdo		p
		n	%	n	%	
Condición del espacio retromolar maxilar (MRS)	Espacio reducido	5	14.3	2	5.7	0.036
	Espacio suficiente	30	85.7	33	94.3	
	Total	35	100.0	35	100.0	
Presencia de terceros molares	Ausente	13	37.1	12	34.3	>0.05
	Presente	22	62.9	23	65.7	
	Total	35	100.0	35	100.0	
Evaluación del beneficio potencial de extracción	Terceros molares estan ausentes	11	31.4	11	31.4	0.049
	Terceros molares presentes pero la extracción no es necesaria	14	40.0	11	31.4	
	Terceros molares presentes y la extracción facilitaría distalización / colocación de TADs	10	28.6	13	37.1	
	Total	35	100.0	35	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El hallazgo principal de este estudio fue que las zonas U56 y U67 ofrecen condiciones anatómicas más favorables para la inserción de dispositivos de anclaje temporal (TADs), ya que presentan mayores alturas y grosores de hueso alveolar, además de una proporción más



elevada de distancias interradiculares seguras en comparación con U6md, que resultó ser una región más limitada. Se observó también una asimetría lateral: el lado izquierdo mostró con mayor frecuencia sitios óptimos y, en general, más viables para la colocación de TADs. Esta observación subraya la importancia de un análisis tridimensional individualizado y aporta un matiz clínico práctico al demostrar que la disponibilidad ósea no es simétrica, lo cual puede influir en la planificación ortodóncica.

Estos resultados coinciden con la literatura reciente. Tang y colaboradores (2024), en un estudio con 200 CBCT, reportaron que las mayores alturas y espacios interradiculares se encontraban en la región U56 y, en segundo lugar, en U67, mientras que U6md presentaba valores claramente menores. En su serie, el BID en U56 aumentaba de 3.52 ± 0.98 mm a 5 mm hasta 5.01 ± 1.27 mm a 9 mm, mientras que en U6md apenas variaba de 1.70 ± 0.59 mm a 2.10 ± 0.77 mm en los mismos niveles. Nuestros hallazgos siguen la misma tendencia: U6md fue consistentemente la zona más desfavorable. La dirección de las tendencias y la significancia estadística reportada por Tang et al. ($p < 0.001$ en la comparación por zonas y niveles) refuerzan la validez externa de nuestro estudio, pese a la diferencia en tamaño de muestra.

El trabajo de Zago et al. (2021) aporta un aspecto adicional al evaluar no solo la disponibilidad ósea por zonas, sino también la influencia de la angulación de inserción. Sus resultados mostraron que inclinaciones de 45° en sectores anteriores y de $75\text{--}90^\circ$ en sectores posteriores maximizaban la disponibilidad ósea y reducían el riesgo de contacto radicular. Esta conclusión dialoga directamente con nuestros resultados: la reducción del BID hacia niveles apicales en U6md sugiere que la angulación es un factor determinante para compensar limitaciones anatómicas. En la práctica, no basta con identificar un espacio aceptable en CBCT, sino que es necesario considerar la trayectoria de inserción. La concordancia entre ambos estudios refuerza la idea de que la planificación clínica debe integrar no solo mediciones lineales, sino también criterios de orientación.

Al comparar los valores numéricos, nuestras medias de BAT y BID, aunque similares en dirección, fueron ligeramente menores a las reportadas por Tang et al. Esta diferencia puede atribuirse a variaciones metodológicas: algunos estudios definen el plano de referencia desde



el cementoamel junction, mientras que en nuestro caso se utilizó la cresta alveolar a 5, 7 y 9 mm. También influyen factores técnicos como el tamaño del voxel, el software de reconstrucción y criterios de inclusión como la presencia de terceros molares. La heterogeneidad metodológica entre estudios explica las variaciones en las cifras absolutas, aunque la conclusión clínica se mantiene: las regiones entre segundo premolar y primer molar y entre primer y segundo molar son consistentemente las más seguras para la inserción de TADs.

Las diferencias laterales encontradas en este estudio constituyen un aporte novedoso. Mientras que nuestro análisis mostró que el lado izquierdo presentaba con mayor frecuencia distancias interradiculares óptimas (≥ 3 mm), la mayoría de estudios previos no reportan diferencias significativas, probablemente porque agrupan ambos lados en el análisis. Esto sugiere que la asimetría puede existir, y que su ausencia en otras series se deba a un sesgo derivado de ese agrupamiento. Sin embargo, es posible también que el tamaño reducido de nuestra muestra haya amplificado la variabilidad individual, por lo que se requieren estudios con mayor número de casos para confirmar si se trata de una tendencia poblacional o de un hallazgo particular de nuestra serie.

Otro aspecto relevante fue la evaluación del espacio retromolar y la influencia de los terceros molares. En el lado derecho se identificó una mayor proporción de casos con espacio reducido (14.3 % frente a 5.7 % en el izquierdo), y la extracción de terceros molares se consideró beneficiosa en aproximadamente un tercio de los pacientes, con un efecto más marcado en el lado izquierdo. Estos resultados concuerdan con la literatura, que advierte que la presencia del tercer molar puede comprometer la distalización molar y la colocación de TADs en la tuberosidad maxilar. Tang et al. también señalaron que la exodoncia del tercer molar aumenta la disponibilidad ósea y facilita la mecánica distal. La consistencia entre estudios en este punto respalda la recomendación clínica de valorar la extracción como parte de la planificación cuando se prevé un anclaje en la región posterior.

En conjunto, nuestros hallazgos coinciden con la evidencia disponible en señalar a U56 y U67 como zonas más favorables para la inserción y llaman la atención sobre la importancia de evaluar las diferencias laterales y la influencia de los terceros molares. Aunque los valores



absolutos pueden variar entre estudios debido a diferencias metodológicas, la lección clínica es clara: la planificación de TADs requiere una evaluación tridimensional cuidadosa y personalizada, que contemple la anatomía individual y la posibilidad de intervenciones complementarias para optimizar el anclaje y la seguridad del tratamiento ortodóncico.

Entre las limitaciones de este trabajo se encuentra, en primer lugar, el tamaño muestral. Las 35 tomografías evaluadas aportan información valiosa, pero no permiten un análisis estratificado por variables como edad, sexo o biotipo facial, limitando la capacidad de explorar predictores independientes de disponibilidad ósea. En segundo lugar, el diseño transversal impide establecer una relación directa entre las mediciones morfométricas y los resultados clínicos de los TADs. Otra limitación es que las mediciones fueron realizadas por un único observador, sin análisis interexaminador que respalde la reproducibilidad externa. Finalmente, no se valoraron de manera detallada otros posibles factores de confusión, como el estado periodontal subclínico o la calidad cortical, que también pueden incidir en la estabilidad de los TADs.

A pesar de estas limitaciones, el estudio tiene fortalezas destacables. Una de ellas es el enfoque integral, que combinó tres parámetros clave (BAH, BAT y BID) en una evaluación conjunta, proporcionando un criterio más clínico que la simple descripción de cada medida por separado. Otra fortaleza es la consideración explícita de la asimetría lateral, que abre la discusión sobre la necesidad de analizar cada hemiarcada de manera independiente en futuros estudios. Además, la clasificación categórica de los sitios como viables, en riesgo o no viables ofrece información directamente aplicable a la práctica clínica, facilitando la toma de decisiones del ortodoncista.

Las implicaciones prácticas son claras: las zonas U56 y U67 deben considerarse prioritarias para la inserción, especialmente en niveles más apicales (7–9 mm), donde aumentan el grosor y la distancia interradicular. En U6md, la inserción exige mayor precaución y, en algunos casos, una angulación más oblicua para reducir riesgos. Asimismo, la CBCT debería consolidarse como herramienta de referencia en la planificación de TADs, sobre todo en casos complejos. La identificación de asimetrías sugiere que no debe asumirse simetría entre hemiarcadas y que cada lado debe evaluarse de forma independiente. Finalmente, la



presencia de terceros molares y el espacio retromolar deben ser valorados de manera sistemática, considerando la extracción cuando existan limitaciones anatómicas.

De cara al futuro, sería recomendable llevar a cabo estudios multicéntricos y prospectivos que no solo registren la morfología ósea en CBCT, sino también los resultados clínicos asociados, como tasas de éxito y estabilidad a largo plazo. Además, avanzar hacia la estandarización de protocolos de medición permitirá comparar con mayor precisión los distintos estudios y favorecer la realización de metaanálisis. La incorporación de variables como edad, biotipo facial, estado periodontal y terceros molares ayudará a construir modelos predictivos más sólidos, capaces de guiar con mayor precisión la selección del sitio de inserción. La integración de datos morfométricos y clínicos será clave para establecer guías de práctica basadas en evidencia robusta.

Conclusiones

En conjunto, los resultados muestran que las zonas U56 y U67 ofrecen mejores condiciones para la inserción de TADs gracias a su mayor altura y grosor óseo, mientras que la región U6md resultó menos favorable. La BID se confirmó como un factor determinante: aunque más de la mitad de los casos presentó valores óptimos (≥ 3 mm), cerca de un tercio se ubicó en un rango intermedio y alrededor de un 11 % en un nivel de alto riesgo de contacto radicular. El lado izquierdo se comportó de forma más favorable, tanto en las variables categóricas de BID como en la viabilidad global de inserción. En cuanto al espacio retromolar, el lado derecho mostró con mayor frecuencia reducciones que pueden dificultar la distalización, mientras que la extracción de terceros molares se evidenció como un recurso complementario útil en aproximadamente un tercio de los pacientes, con mayor beneficio observado en el lado izquierdo. En conjunto, estos hallazgos resaltan la necesidad de un análisis tridimensional detallado durante la planificación ortodóncica, que contemple no solo medidas continuas, sino también distribuciones categóricas y posibles diferencias entre hemiarcadas.

Conflicto de intereses:

La autora declara no tener conflicto de intereses.

Consideraciones Éticas



2025 – Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda
Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.

El estudio fue aprobado por las autoridades académicas de la Universidad Nacional Francisco Luis Espinoza Pineda. Al tratarse de una investigación retrospectiva sin contacto con los participantes ni intervención directa, no se requirió la obtención de consentimiento informado.

Se garantizó la confidencialidad de los datos mediante codificación anonimizada y acceso restringido a la información, en cumplimiento con los principios de la Declaración de Helsinki y las directrices éticas internacionales para la investigación biomédica con seres humanos.

Declaración de contribuciones de los autores

Diana Teresa Herrera Navarrete: Análisis formal, redacción, revisión, visualización Conceptualización, redacción - revisión y edición, recolección de datos, conceptualización, redacción - revisión y edición los autores han tenido una participación equitativa en cada aspecto del trabajo. Declaro que he leído y aprobado la versión final del manuscrito y soy responsable del contenido presentado.

Bibliografía

- Ahmed, N., Joseph, R., Younus, A., & Bhat, K. R. R. (2020). Temporary anchorage devices in orthodontics: A review. *IP Indian Journal of Orthodontics and Dentofacial Research*, 6(4), 222–228.
- Campoy, M. D., Chiquillo-Enguix, S., García-Sanz, V., Pérez-Varela, J. C., Camañes-Gonzalvo, S., & Paredes-Gallardo, V. (2025). Is the mandibular buccal shelf anatomy related to craniofacial morphology? A cross-sectional CBCT study. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 30(1), e135-e140. <https://doi.org/10.4317/medoral.26897>
- Jakovljevic, I., Vasiljevic, M., Milanovic, J., Stevanovic, M. Z., Jovicic, N., Stepovic, M., Ristic, V., Selakovic, D., Rosic, G., Milanovic, P., & Arnaut, A. (2025). Importance of CBCT Analysis in the Preoperative Planning of TAD Placement in the Anterior Maxillary Region. *Applied Sciences*, 15(12), 6866. <https://doi.org/10.3390/app15126866>



- Kotan, S., Koç, A., & Öner Talmaç, A. G. (2024). The current overview of the devices of temporary anchorage placed on the palatal bone: CBCT study. *Odontology*, 112(4), 1335-1342. <https://doi.org/10.1007/s10266-024-00931-3>
- Krieger, E., & Wehrbein, H. (2015). Interradicular trabecular bone density of the lateral maxilla for temporary anchorage devices--a histomorphometric study. *Head Face Med*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.1186/s13005-015-0058-9>
- Leo, M., Cerroni, L., Pasquantonio, G., Condò, S. G., & Condò, R. (2016). Temporary anchorage devices (TADs) in orthodontics: review of the factors that influence the clinical success rate of the mini-implants. *La Clinica terapeutica*, 167(3), e70–e77. <https://doi.org/10.7417/CT.2016.1936>
- Nucera, R., Lo Giudice, A., Bellocchio, A. M., Spinuzza, P., Caprioglio, A., Perillo, L., Matarese, G., & Cordasco, G. (2017). Bone and cortical bone thickness of mandibular buccal shelf for mini-screw insertion in adults. *Angle Orthod*, 87(5), 745-751. <https://doi.org/10.2319/011117-34.1>
- Sharma, M., Bajjad, A. A., Mendiratta, A. K., Gupta, S., Patil, K. J., & Saxena, S. (2025). Three-dimensional assessment of mandibular canal in different sagittal and growth patterns for safe placement of temporary skeletal anchorage devices: A prospective study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 167(4), 444-453. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2024.11.005>
- Tang, Y., Lu, W., Zhang, Y., Wu, W., Sun, Q., Zhang, Y., Liu, X., Liang, W., Chen, S., & Han, B. (2024). Variations in the alveolar bone morphology in maxillary molar area: a retrospective CBCT study. *BMC Oral Health*, 24(1), 872. <https://doi.org/10.1186/s12903-024-04588-w>
- Zago, H., Navarro, R. L., Laranjeira, V., Fernandes, T. M., Conti, A. C., & Oltramari, P. V. (2021). 3-D Evaluation of temporary skeletal anchorage sites in the maxilla. *J Clin Exp Dent*, 13(11), e1131-e1139. <https://doi.org/10.4317/jced.57574>

