



## Revisión

## Cambios en el hueso alveolar de los incisivos después del tratamiento ortodóntico: Revisión sistemática y meta-análisis

### *Changes in the alveolar bone of the incisors after orthodontic treatment: Systematic review and meta-analysis*

María Guadalupe Garduño-Picazo<sup>1</sup> y Silvia Victoria Servín-Hernández<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Alumna de la Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial, FEZ Zaragoza, UNAM.

<sup>2</sup> Profesora de la Especialización en Ortodoncia y Ortopedia Maxilofacial. FES Zaragoza, UNAM

#### RESUMEN

**Antecedentes.** Las maloclusiones son el tercer problema de salud pública odontológica. El apiñamiento dental es una de las principales causas de maloclusiones, con frecuencia se requiere la extracción de premolares para el tratamiento ortodóntico. En este sentido, el conocimiento sobre esta problemática es imprecisa, de ahí la importancia de llevar a cabo una revisión sistemática. **Objetivo.** Presentar una síntesis del conocimiento sobre los cambios del hueso alveolar después del tratamiento ortodóntico en pacientes clases I y II a través de una revisión sistemática y un meta-análisis. **Material y métodos.** Se realizó una búsqueda de artículos en las bases científicas *PubMed*, *Web Of Science*, *Cochrane*, *Scopus*, *SciELO*, *LILACS* y *TESIUNAM*, hasta octubre 2022. Las palabras clave y estrategias de búsqueda fueron: "Orthodontic" AND "change alveolar bone". Se estimó la diferencia de medias (DM) de los cambios del hueso alveolar después del tratamiento ortodóntico, con un intervalo de confianza al 95%, de los estudios considerados en el meta-análisis, con una significancia estadística  $p < 0.05$  y se elaboró una gráfica de Forest plot con el software RevMan 5.4. **Resultados.** Se encontró mayor la pérdida de la cresta ósea en los pacientes que se les realizaron extracciones de premolares. Asimismo, se observó una disminución del grosor del hueso alveolar cervical palatino. **Conclusión.** Nuestros hallazgos sugieren que los principales cambios en el hueso alveolar de los incisivos fueron en la cresta alveolar y en el grosor del hueso alveolar a nivel cervical. Cabe señalar que el número de estudios es escaso y con una metodología heterogénea por lo que se hace necesario realizar más estudios con una metodología similar para que los resultados sean precisos.

**Palabras clave:** Cambios en el hueso alveolar, Tratamiento ortodóntico, hueso alveolar.

#### ABSTRACT

**Background.** Malocclusions are the third dental public health problem. Dental crowding is one of the main causes of malocclusions; extraction of premolars is often required for orthodontic treatment. In this sense, knowledge about this problem is imprecise, hence the importance of carrying out a systematic review. **Aim.** To present a synthesis of knowledge about alveolar bone changes after orthodontic treatment in class I and II patients through a systematic review and meta-analysis. **Material and methods.** A search for articles was carried out in the scientific databases *PubMed*, *Web Of Science*, *Cochrane*, *Scopus*, *SciELO*, *LILACS* and *TESIUNAM*, until October 2022. The key words and search strategies were: "Orthodontic" AND "change alveolar bone". The mean difference (MD) of alveolar bone changes after orthodontic treatment was estimated, with a confidence interval at 95% of the studies considered in the meta-analysis, with a statistical significance  $p < 0.05$  and a Forest plot graph was prepared with the RevMan 5.4 software. **Results.** Greater bone crest loss was found in patients who underwent premolar extractions. Likewise, a decrease in the thickness of the cervical palatine alveolar bone was observed. **Conclusion.** Our findings suggest that the main changes in the alveolar bone of the incisors were in the alveolar crest and in the thickness of the alveolar bone at the cervical level. It should be noted that the number of studies is small and with a heterogeneous methodology, so it is necessary to carry out more studies with a similar methodology so that the results are accurate.

**Keywords:** Changes in the alveolar bone, Orthodontic treatment, alveolar bone.

**Correspondencia:** Silvia Victoria Servín-Hernández

E.mail: aivlis@yahoo.com.mx

Artículo recibido: 8 de abril de 2024

Artículo aceptado: 17 de junio de 2024

Garduño-Picazo, MG y Servín-Hernández, SV. Cambios en el hueso alveolar de los incisivos después del tratamiento ortodóntico: Revisión sistemática y meta-análisis. *CyRS*. 2024; 6(1): 62-86. <https://doi.org/10.22201/fesz.26831422e.2024.6.1.6>

## INTRODUCCIÓN

La biprotrusión y el apiñamiento dental son de los principales problemas que motivan a los pacientes a solicitar tratamiento de ortodoncia.<sup>1,2</sup> El tratamiento convencional consiste en la extracción de los primeros premolares y la retracción de los dientes anteriores. La retracción excesiva de los dientes anteriores puede provocar reabsorción radicular, pérdida de la cresta ósea y de hueso alveolar, dehiscencia, fenestración, recesión gingival, movilidad dentaria y falta de estabilidad del tratamiento ortodóntico a largo plazo.<sup>2</sup>

El cemento radicular, el ligamento periodontal y el hueso alveolar constituyen el aparato de inserción del diente, su función principal es distribuir las fuerzas que genera primordialmente la masticación y otros contactos.<sup>3</sup>

Los elementos tisulares que participan y se modifican durante el movimiento dentario son principalmente el ligamento periodontal, sus células, fibras, capilares, nervios y el hueso alveolar.<sup>4</sup> El ligamento periodontal (LPD) es un tejido conjuntivo celular blando, muy vascularizado, rodea las raíces de los dientes y une el cemento radicular con la pared del hueso alveolar por medio de fibras de colágeno tipo I; el ancho del LPD va de 0.15 a 0.38 mm, cumple dos funciones principales: a) transmite y absorbe la tensión mecánica, b) proporcionar nutrientes al hueso alveolar y cemento.<sup>5</sup>

Por su parte el hueso alveolar es un tejido conectivo mineralizado, formado por tejido mineral (23%), matriz orgánica (37%) y agua (40%).<sup>6</sup> El hueso alveolar forma y sostiene a los alvéolos. Las paredes de los alvéolos y las paredes externas se componen de hueso cortical, el área contenida por el hueso cortical está ocupada por hueso esponjoso, este abarca la mayor parte de los tabiques interdentes, pero sólo una porción pequeña de las paredes vestibular y palatina. El hueso esponjoso contiene trabéculas óseas cuya arquitectura y dimensiones están determinadas genéticamente y son resultado de las fuerzas a las que están expuestos los dientes durante la masticación.<sup>3</sup>

El tratamiento ortodóntico se basa en que, si se aplica una presión prolongada sobre un diente, se producirá una movilización de éste mediante la remodelación del hueso que lo rodea.<sup>7</sup> Existen dos teorías principales del movimiento dental ortodóntico: la teoría de presión tensión y la bioeléctrica.<sup>3</sup>

En la teoría de presión tensión el LPD detecta un cambio en la fuerza o tensión dando lugar a que las células progenitoras del ligamento periodontal se diferencien en osteoclastos en la zona de presión provocando resorción ósea y a osteoblastos en la zona de tensión generando aposición ósea. En la zona de presión se da una alteración del flujo sanguíneo en el LPD comprimido, muerte celular en la zona comprimida y zonas de hialinización, reabsorción del tejido por los macrófagos y disminución de la resorción ósea. En el lado de tensión, el periodonto se remodela, existe una aposición ósea, ya que los osteoblastos maduros forman matriz osteoide de colágeno tipo I la cual posteriormente remineraliza.<sup>8</sup>

La magnitud de la fuerza ortodóntica utilizada se ha asociado con factores biológicos. Al respecto, la resorción directa es consecuencia de la fuerza ligera, preservación del tejido celular y potencial de vascularización, la resorción indirecta se ha vinculado a fuerzas pesadas que generan lesiones por aplastamiento al LPD, muerte celular y hialinización que genera necrosis en el LPD provocando retraso en la resorción ósea y tejido que no cuenta con la arquitectura tisular normal.<sup>8</sup>

La tomografía computarizada Cone Beam (CBCT) se introdujo en 1998 en Europa, ha sido utilizada principalmente en la Ortodoncia con fines de diagnóstico, planificación del tratamiento y la investigación. El uso de la CBCT ha facilitado la observación en 3D de estructuras, patologías, condiciones del contorno alveolar, profundidad, altura, dimensiones, morfología, así como el efecto del tratamiento ortodóntico sobre la morfología ósea en los tres planos del espacio.<sup>9</sup>

El propósito de nuestro estudio es presentar una síntesis del conocimiento respecto a los cambios en el hueso alveolar a nivel de incisivos después del tratamiento ortodóntico a través de una revisión sistemática y meta-análisis.

## MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó una revisión sistemática y metaanálisis siguiendo los criterios PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-analysis*)<sup>10</sup> (Apéndice A).

### Estrategia de búsqueda

Se formuló la pregunta de investigación de acuerdo con el acrónimo PIO (población, intervención, *outcome* o resultado). P: adolescentes y adultos; I: tratamiento ortodóntico, O: cambios en el hueso alveolar en incisivos maxilares y mandibulares medido a través de la CBCT.

Se realizó una búsqueda hasta el 10 de octubre de 2022 en 6 plataformas de documentos científicos: *PubMed*, *Web of Science*, *Scopus*, *SciELO*, *LILACS*, Biblioteca Cochrane, así como búsqueda en la literatura gris en TESIUNAM, con las palabras clave y estrategia de búsqueda: “*Orthodontic*” AND “*change alveolar bone*”, con el objetivo de encontrar estudios preexperimentales y ensayos clínicos publicados en español, inglés y portugués que evaluaran los cambios en la cresta alveolar y el grosor del hueso alveolar en incisivos superiores e inferiores antes y después del tratamiento ortodóntico.

### Criterios de inclusión

Se incluyeron artículos preexperimentales y ensayos clínicos realizados en adolescentes y adultos, clase I y clase II división 1, sin antecedentes de tratamiento ortodóntico, con periodonto sano y que midieran la altura de la cresta en vestibular, lingual y palatino y el grosor del hueso alveolar en tercio cervical, medio y apical en vestibular, lingual y palatino (Figura 1).

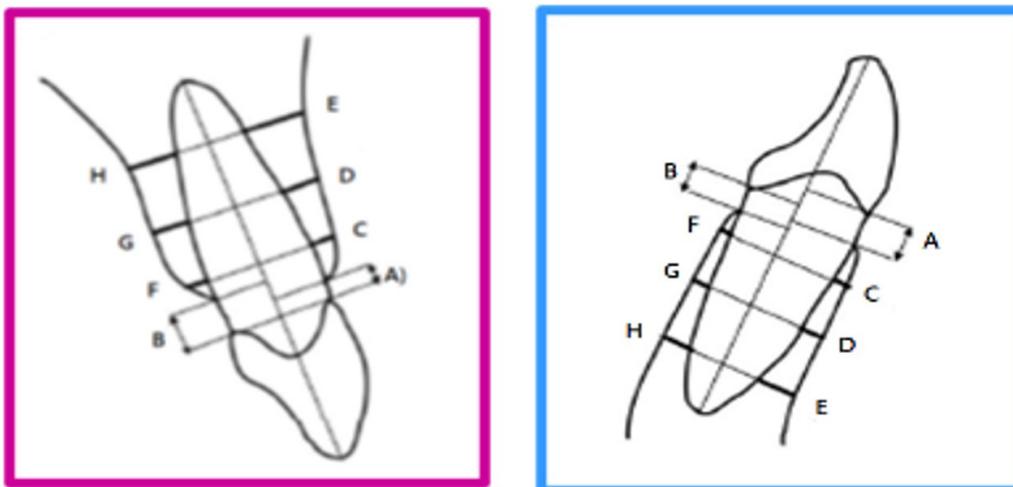


Figura 1. Altura de la cresta y grosor de hueso alveolar en incisivos superior e inferior. Modificada de Guo *et al.* (2021)<sup>24</sup>

### Selección de estudios y extracción de datos

Se elaboró una base de datos en Excel para llevar a cabo el proceso de selección y exclusión de los artículos encontrados en las diferentes plataformas científicas. La búsqueda y revisión de los títulos y resúmenes se realizó de manera independientemente por dos investigadoras (MGG-P y SVS-H). Se seleccionaron los títulos y resúmenes que cumplieron con los criterios de inclusión, para su revisión y análisis de texto completo, para valorar si cumplían los criterios de elegibilidad para la revisión sistemática. Se extrajeron datos de autor, año; objetivo del estudio, tiempo del tratamiento, características sociodemográficas de los participantes, los parámetros evaluados en el pre y postratamiento de los cambios del hueso alveolar después del tratamiento ortodóntico.

### Evaluación y síntesis de datos

Se realizó una síntesis de datos de la medición de la altura de la cresta en la zona vestibular y palatina o lingual, del grosor del hueso alveolar en cervical, medio y apical tanto por la zona vestibular como lingual o palatina, en los incisivos tanto superior como inferior, medidas antes y después del tratamiento ortodóntico.

### Valoración del riesgo de sesgo

La calidad metodológica de los estudios incluidos en la revisión se evaluó con el Robins-1 de la colaboración Cochrane para valoración de sesgo de estudios cuasiexperimentales (riesgo de sesgo en estudios antes y después no controlados), la cual considera siete parámetros; (i) Sesgo debido a confusores, (ii) Sesgo debido a la selección de participantes, (iii) Sesgo en la clasificación de intervenciones, (iv) Sesgo debido a desviaciones de las intervenciones previstas, (v) Sesgo debido a la falta de datos, (vi) Sesgo en la

medición de resultados, (vii) Sesgo en la selección de los resultados informados.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizó un meta-análisis de efectos aleatorios de los cambios de la cresta alveolar por vestibular y lingual o palatino, así como el grosor del hueso alveolar a nivel cervical, medio y apical en vestibular y lingual o palatino considerando la diferencia de media (DM) de los cambios del hueso alveolar después del tratamiento ortodóntico con su intervalo de confianza (IC) al 95% pre y postratamiento; con una significancia estadística  $p < 0.05$ , para estimar la heterogeneidad se utilizó el estadístico  $I^2$  para evaluar la inconsistencia entre los estudios. Para realizar el meta-análisis, así como las pruebas de heterogeneidad se utilizó el software Revman 5.4 de la Colaboración Cochrane.

## RESULTADOS

Se encontraron 1,087 artículos: PubMed  $n=232$ , Scopus  $n=306$ , Web Of Science  $n=428$ , LILACS  $n=4$ , Cochrane  $n=78$ , TESIUNAM  $n=23$ , Otras fuentes  $n=1$ . Después de eliminar los duplicados, se revisó título y resumen de 777 estudios, de los cuales 40 fueron seleccionados para revisar a texto completo. Una vez revisados se eliminaron 29 por no cumplir con los criterios de elegibilidad (Apéndice B), por lo que fueron analizados 11 estudios en la revisión sistemática y 8 en el meta-análisis (Figura 2).

En la mayoría de los parámetros evaluados la calidad de la evidencia fue de bajo riesgo, en el sesgo debido a la falta de datos un estudio mostró riesgo moderado, en cuanto a la selección de los participantes y la medición de los resultados todos los estudios mostraron riesgo moderado (Figura 3).

### Características de los estudios incluidos en la RS y MA

Se incluyeron 11 estudios preexperimentales los cuales sumaron un tamaño de muestra de 317 con intervalo de edad de 11 a 36 años.<sup>11-21</sup> En 7 estudios llevaron a cabo las evaluaciones de la cresta alveolar, en la zona vestibular y palatino o lingual; en 3 de ellos midieron en el incisivo inferior en tratamiento ortodóntico sin extracciones de premolares, en 2 midieron en incisivo inferior en tratamiento con extracciones, y en otros 2 midieron la altura de la cresta alveolar del incisivo superior en

tratamiento ortodóntico con extracciones. Respecto al grosor del hueso alveolar, en 4 estudios midieron el grosor del hueso alveolar a nivel cervical, medio y apical por las caras vestibular y lingual o palatino (Cuadro 1).

Respecto a la altura de la cresta en incisivo inferior sin extracciones en la zona vestibular, los estudios incluidos reportaron una media inicial de  $1.72 \pm 0.98$  hasta  $1.96 \pm 0.57$  y un valor final de  $2.09 \pm 0.59$  hasta  $3.06 \pm 2.46$  mm, siendo estadísticamente significativo en 2 de los estudios incluidos, en cuanto a la cresta lingual, las medidas iniciales fueron de  $1.81 \pm 0.6$  a  $2.24 \pm 0.79$  y como medida final de  $2.46 \pm 1.7$  a  $3.51 \pm 3$  mm ( $p < 0.05$ ).<sup>11-13</sup>

La altura de la cresta en incisivo inferior con extracciones en la zona vestibular inicialmente presentó una media de  $0.98 \pm 0.94$  a  $1.24 \pm 0.62$  y un valor final de  $2.45 \pm 2.54$  a  $3.32 \pm 2.72$  con un valor de  $p < 0.05$ . En cuanto a la zona lingual, los valores iniciales van de  $0.83 \pm 0.95$  hasta  $2.11 \pm 1.06$  y después del tratamiento de  $3.11 \pm 2.71$  a  $6.06 \pm 2.72$  ( $p < 0.05$ ).<sup>14,15</sup>

Así mismo, estudios reportan la altura de la cresta alveolar en incisivo superior en la cara vestibular con una medida inicial de  $0.95 \pm 0.55$  a  $1.63 \pm 0.73$  y final de  $1.31 \pm 0.74$  a  $1.84 \pm 0.77$ , en la cara lingual de  $0.7 \pm 0.38$  a  $1.24 \pm 0.62$  y final de  $1.74 \pm 2.02$  a  $3.13 \pm 2.72$  significancia estadística ( $p < 0.05$ ).<sup>14,15</sup>

Respecto al grosor del hueso alveolar a nivel cervical vestibular, se reportaron valores iniciales de  $0.6 \pm 0.3$  a  $1.53 \pm 0.32$  y finales de  $0.67 \pm 0.61$  a  $1.63 \pm 0.57$ . La cara lingual de  $0.6 \pm 0.3$  a  $2.66 \pm 0.77$  y al finalizar el tratamiento de  $0.4 \pm 0.3$  a  $1.88 \pm 1.01$  con significancia estadística ( $p < 0.05$ ).<sup>14,19-21</sup>

En el grosor del hueso alveolar a nivel medio vestibular, los estudios incluidos dieron valores iniciales de  $0.4 \pm 0.3$  a  $1.84 \pm 0.5$  y finales de  $0.6 \pm 0.3$  a  $1.95 \pm 1.02$ . En la cara lingual de  $1 \pm 0.7$  a  $4.49 \pm 1.58$  y al finalizar el tratamiento de  $1.1 \pm 0.3$  a  $3.75 \pm 1.88$  con significancia estadística ( $p < 0.05$ ).<sup>14,19-21</sup>

En cuanto al grosor del hueso alveolar a nivel apical vestibular, los estudios revisados tuvieron valores iniciales de  $0.6 \pm 0.3$  a  $4.06 \pm 1.35$  y finales de  $0.6 \pm 0.3$  a  $4.07 \pm 1.94$ . En la cara lingual de  $3.2 \pm 1.1$  a  $7.93 \pm 1.87$  y al finalizar el tratamiento de  $3.8 \pm 1.6$  a  $7.33 \pm 2.21$  con significancia estadística ( $p < 0.05$ ).<sup>14,19-21</sup>

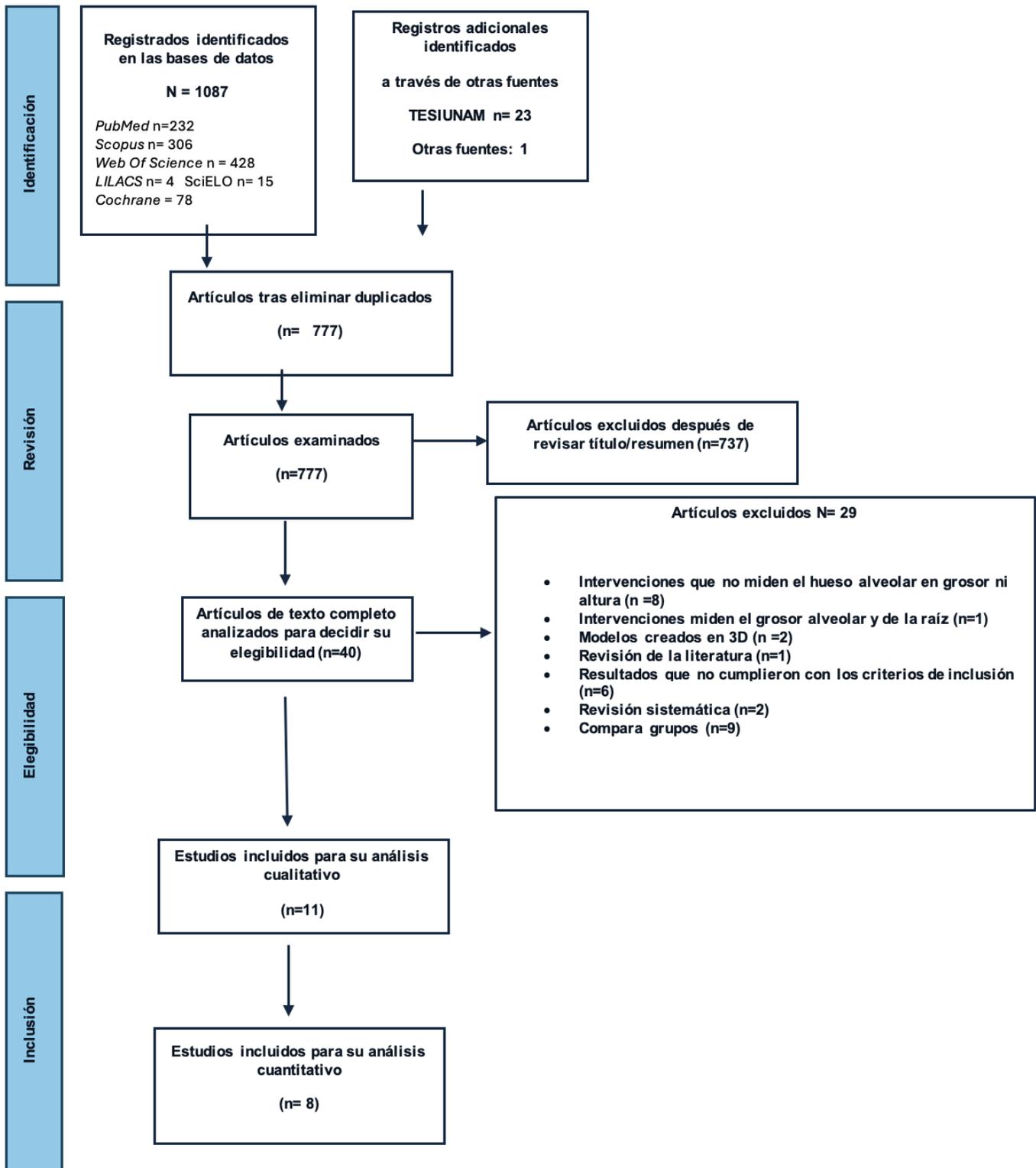
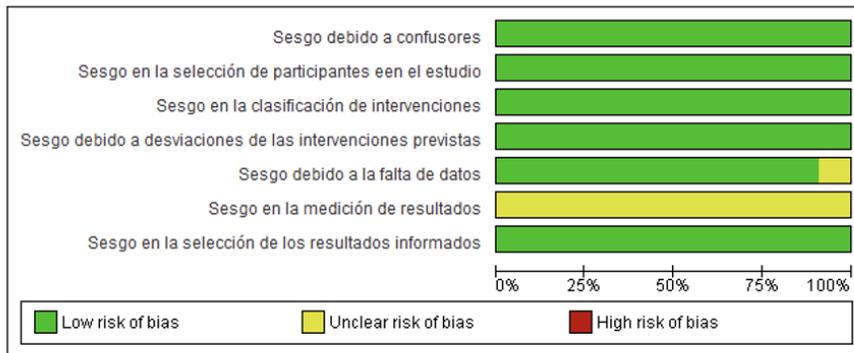


Figura 2. Diagrama de flujo de PRISMA de la selección de estudios incluidos en la RS y el MA.



	Sesgo debido a confusores	Sesgo en la selección de participantes en el estudio	Sesgo en la clasificación de intervenciones	Sesgo debido a desviaciones de las intervenciones previstas	Sesgo debido a la falta de datos	Sesgo en la medición de resultados	Sesgo en la selección de los resultados informados
Castro 2016	+	+	+	+	+	?	+
Garlock 2016	+	+	+	+	+	?	+
Hellak 2016	+	+	+	+	?	?	+
Maspero 2019	+	+	+	+	+	?	+
Morais 2018	+	+	+	+	+	?	+
Pincaco 2013	+	+	+	+	+	?	+
Sarikaya 2002	+	+	+	+	+	?	+
Valerio 2021	+	+	+	+	+	?	+
Wang 2022	+	+	+	+	+	?	+
Yodthong 2013	+	+	+	+	+	?	+
Zhang 2020	+	+	+	+	+	?	+

Figura 3. Valoración del riesgo de sesgo

### Altura de la cresta alveolar

Se realizó un MA con 5 estudios que cumplieron los criterios de inclusión para comparar la altura de la cresta alveolar en el incisivo inferior por vestibular y lingual. Encontramos que el tamaño de la cresta aumentó en distancia, esto indica que hubo una pérdida de la cresta alveolar tanto en los casos con y sin extracciones de premolares, obteniendo un tamaño de efecto de DM=1.33 (IC95% 0.71 a 1.96, p<0.01) (Figura 4).

Así mismo se realizó un análisis de la cresta alveolar del incisivo superior en pacientes con extracciones de premolares, pre y postratamiento de ortodoncia, se evaluaron 2 estudios con un total de 70 pacientes, se en-

contró que la distancia de la medida aumenta en el postratamiento, lo cual se manifiesta en la pérdida de cresta alveolar. Para la medida de la cresta alveolar lingual se encontró un DM= 1.41 (IC95% 0.58-2.24, p<0.001) (Figura 5A). Para la altura de la cresta vestibular encontramos un tamaño del efecto de 0.29 (IC95% 0.06 a 0.52, p=0.01) (Figura 5B).

### Grosor del hueso alveolar

Se realizó un MA del grosor del hueso alveolar en 4 estudios que tomaron medidas a nivel cervical, medio y apical sumando un total de 82 pacientes, el tratamiento ortodóncico requirió de extracciones de primeros premolares. En el MA encontramos que a nivel cervical hubo una DM=0.20 (IC95% -0.11 a 0.51, p=0.21) (Figura 6A),



**Cuadro 1. Características de los estudios sobre los cambios en el hueso alveolar en incisivos después del tratamiento ortodóntico**

Autor (Año)	Objetivo	Diagnóstico y Tratamiento	Pacientes analizados	Parámetros evaluados	Resultados
Castro <i>et al.</i> (2016) <sup>11</sup>	Evaluar la distancia de la unión cemento esmalte a la cresta alveolar antes y después del tratamiento utilizando CBCT	Clase I con apiñamiento leve a moderado  CBCT al inicio	N=30 pacientes 11 hombres 19 mujeres Media de edad 13.3 años	Altura de la cresta alveolar Central Inferior (CI)	ACV-II T1=1.72±0.98 T2=2.28±1.56* ACL/P-II T1=1.81±0.60 T2=2.46±1.70*
Valerio <i>et al.</i> (2021) <sup>12</sup>	Evaluar los cambios en el hueso alveolar	Roth .022 bracket metálico Tiempo de tratamiento 17±3.5 meses	N= 32 Pacientes con apiñamiento dental en arcada inferior Clase I  media de edad 23.0 ±0.39 años	ACV T1- antes del tratamiento T2- después del tratamiento Altura de la cresta alveolar vestibular Altura de la cresta alveolar lingual	ACV-II T1=1.96±0.57 T2=2.09±0.59  ACL/P-II T1=2.24±0.79 T2=2.63±0.87
Garlock <i>et al.</i> (2016) <sup>13</sup>	Evaluar cómo los cambios de posición de los incisivos afectan la altura del hueso alveolar marginal usando CBCT. Evaluar cualquier asociación entre las características óseas iniciales y los cambios en el hueso.	Brackets Damon Q  Tiempo de tratamiento 22.7± 7.3 meses  T1= pretratamiento T2 postratamiento T1-t2 diferencia postratamiento	N= 57 pacientes  17 hombres 40 mujeres  Edad 18.7± 10.8 años  n=22 Clase I n=35 Clase II	CBCT Pre y Postratamiento -ACV -ACL/	ACV T0 1.90±1.89 T1 3.06±2.46 p<0.00  ACL/P T0 2.18±2.12 T1 3.51±3.00 p<0.01
Wang <i>et al.</i> (2021) <sup>14</sup>	Evaluar los cambios del hueso alveolar en la zona anterior del maxilar y la mandíbula después del tratamiento de ortodoncia y en la retención	Brackets 3M Victory	N=34 pacientes	-Altura de la cresta alveolar labial -Altura de la cresta alveolar lingual  UI- central superior LI central inferior	ACV-IS T1=0.95±0.55 T2=1.31±0.74* ACV-II T1=0.98±0.94 T2=2.45±2.54*  ACL/P-IS T1=0.70±0.38 T2=1.74±2.02* ACL-II T1=0.83±0.95 T2=3.11±2.71*

**Cuadro 1. Características de los estudios sobre los cambios en el hueso alveolar en incisivos después del tratamiento ortodóntico**

Autor (Año)	Objetivo	Diagnóstico y Tratamiento	Pacientes analizados	Parámetros evaluados	Resultados
Wang <i>et al.</i> (2021) <sup>14</sup>	Evaluar los cambios del hueso alveolar en la zona anterior del maxilar y la mandíbula después del tratamiento de ortodoncia y en la retención	Brackets 3M Victory	N=34 pacientes	Grosor del hueso vestibular	NTCV-IS T1=1.53±0.32 T2=1.63±0.57 NTMV-IS T1=1.84±0.50 T2=1.95±1.02 NTAV-IS T1=4.06±1.35 T2=4.07±1.94
				Grosor de hueso lingual-palatino	NTCL/P-IS T1=2.66±0.77 T2=1.88±1.01* NTML/P-IS T1=4.49±1.58 T2=3.75±1.88* NTAL/P-IS T1=7.93±1.87 T2=7.33±2.21*
Zhang <i>et al.</i> (2020) <sup>15</sup>	Evaluar los cambios de forma y alteraciones en el espesor y niveles óseos marginales de incisivos maxilares y mandibulares antes y después del tratamiento de ortodoncia	Ortodóntico con extracciones de premolares	36 pacientes con biprotusión bialveolar Clase I  16 hombres 20 mujeres  Edad: 20.6 ±2.4 años Edad rango: 18-31 años	ACV-IS ACL-IS ACV-II ACL-II	ACV-IS T0= 1.63±0.73 T1= 1.84±0.77 ACL/P-IS T0= 1.24±0.62 T1= 3.13±2.72 *p=0.000 ACV-II T0= 1.76±1.07 T1= 3.32±2.44 *p=0.000 ACL/P-II T0= 2.11±1.06 T1= 6.06±2.72 p=0.000



**Cuadro 1. Características de los estudios sobre los cambios en el hueso alveolar en incisivos después del tratamiento ortodóntico**

Autor (Año)	Objetivo	Diagnóstico y Tratamiento	Pacientes analizados	Parámetros evaluados	Resultados
Morais <i>et al.</i> (2018) <sup>16</sup>	Evaluar los cambios en el hueso alveolar maxilar vestibular durante la alineación sin extracciones  CBCT antes del tratamiento y después de alinear*	Brackets Damon 3MX con torque estándar  Tiempo de tratamiento no definido	22 pacientes con apiñamiento de más de 4 mm, dentición permanente completa hasta primeros molares, sin tratamiento previo de ortodoncia, tratamiento se realizó sin extracciones  Sexo - No definido Edad: 11 a 17 años	CBCT antes del tratamiento (T1) CBCT después de la alineación (T2)  - ACV	ACV T0= 1.2±0.5 T1= 1.6±0.6 *p<0.01
Hellak <i>et al.</i> (2016) <sup>17</sup>	Identificar asociación entre el tratamiento del apiñamiento en adultos con Invisalign y la reducción del esmalte interproximal y los cambios en el volumen óseo.	Invisalign Desgaste interproximal  Tiempo de tratamiento no definido	N= 30 Pacientes 28 mujeres 2 hombres  Edad: 36.03±9.7 años	AC-IS	ACV-IS T1-T0= -0.24±1.15 ACL/P -IS T1-T0= -0.57±1.86 ACV-II T1-T0= -2.42±3.37 ACL/P-II T1-T0= -0.05±1.63
Maspero <i>et al.</i> (2019) <sup>18</sup>	Evaluar los cambios de grosor y altura del hueso alveolar después del tratamiento ortodóntico	Clase I con apiñamiento, dentición permanente y apiñamiento medio a moderado. Brackets Roth .022  CBT al inicio y al final del tratamiento  Tiempo de tratamiento 22±4.2 meses	N=22 pacientes Media de edad 13 años (rango 11 a 16 años)  9 hombres, 13 mujeres	ICS-Incisivo central Superior ICI- Incisivo central inferior Altura de la cresta alveolar vestibular Altura de la cresta alveolar palatino	ACV-IS 0.2±0.5 * ACL/P-IS 0.1±0.5 ACV-II 0.5±1.2* ACL/PII 0.3±0.6*

**Cuadro 1. Características de los estudios sobre los cambios en el hueso alveolar en incisivos después del tratamiento ortodóntico**

Autor (Año)	Objetivo	Diagnóstico y Tratamiento	Pacientes analizados	Parámetros evaluados	Resultados
Yodthong et al. (2013) <sup>19</sup>	Evaluar los cambios en el grosor del hueso alveolar durante la retracción de los incisivos superiores	Tratamiento Ortodóntico Medidas iniciales y después de 6 meses que se finalizó la retracción de incisivos	23 pacientes Sexo: 21 mujeres 2 hombres  Edad: 18 a 27 años Media 20.4±2.7 años	Grosor de hueso cortical  NTCL NTCV NTML NTMV NTAL NTAV	NTCL T0= 0.6±0.3 T1= 1.0±0.3 *p< 0.01 NTML T0= 0.4±0.3 T1= 0.6±0.3 NTAL T0= 0.6±0.3 T1= 0.6±0.3 NTCP T0= 0.6±0.4 T1= 0.4±0.3 NTMP T0= 1.0±0.7 T1= 1.1±0.3 NTAP T0= 3.2±1.1 T1= 3.8±1.6
Picanço et al. (2013) <sup>20</sup>	Comparar, a través de tomografía computarizada los cambios en el espesor del hueso alveolar en el área de los incisivos superiores durante el tratamiento de ortodoncia con y sin extracción dental.	T1 CBCT al inicio del tratamiento T2 18 meses después del iniciado el tratamiento ortodóntico  Técnica Edwise .018  Grupo 1 Duración media del tratamiento 2.53 años  Grupo 2 Duración media del tratamiento 2.39 años	N= 12 Grupo1 n=6 Media de edad 15.83±4.87 años Con extracciones de primeros premolares superiores  Grupo 2 n=6 Sin extracciones de premolares Media de edad 18.26±6.42 años	Grosor del hueso alveolar a nivel: Cervical Medio Apical Vestibular Palatino	GRUPO 1  NTCV-IS T1 0.84±0.52 T2 1.48±0.40* NTMV-IS T1 0.61±0.28 T2 1.77±1.43 NTAV-IS T1 1.31±0.84 T2 3.27±3.44  NTCL/P-IS T1 1.68±0.91 T2 0.28±0.69* NTML/P-IS T1 2.77±1.64 T2 1.15±0.96* NTAL/P-IS T1 4.24±2.45 T2 2.69±2.09



**Cuadro 1. Características de los estudios sobre los cambios en el hueso alveolar en incisivos después del tratamiento ortodóntico**

Autor (Año)	Objetivo	Diagnóstico y Tratamiento	Pacientes analizados	Parámetros evaluados	Resultados
Sarikaya et al. (2002) <sup>21</sup>	Evaluar los cambios óseos resultado de la retracción de incisivos superiores e inferiores con biprotusión maxilar	Extracciones de 4 premolares  CBCT al inicio y 3 meses después de realizada la retracción	N= 19 pacientes Protrusión bimaxilar  19 pacientes Media de edad 14.1±2.3 años	Central maxilar derecho CMD  NTCV-IS NTCL/P-IS NTMV-IS NTML/P-IS NTAV-IS NTAL/P-IS	NTCV-IS T1=0.93±0.48 T2=0.67±0.61 NTMV-IS T1=0.85±0.54 T2=0.87±0.66 NTAV-IS T1=1.03±0.65 T2=1.17±0.90 NTCL/P-IS T1=1.46±0.53 T2=0.6±0.73 NTML/P-IS T1=2.60±0.92 T2=1.60±1.21* NTAL/P-IS T1=3.74±1.20 T2=3.27±1.44

Abreviaturas: ACV-IS Altura de la cresta vestibular Incisivo superior; ACV-II Altura de la cresta vestibular Incisivo inferior; ACL/P-IS Altura de la cresta lingual o palatina incisivo superior; ACL/P-II Altura de la cresta lingual o palatina incisivo inferior; NTCV-IS nivel cervical vestibular-incisivo superior; NTCL/P-IS nivel cervical lingual / palatino-incisivo superior; NTMV-IS nivel medio vestibular-incisivo superior; NTML/P-IS nivel medio lingual/palatino-incisivo superior; NTAV-IS nivel apical vestibular-incisivo superior; NTAL/P-IS nivel apical lingual / palatino-incisivo superior

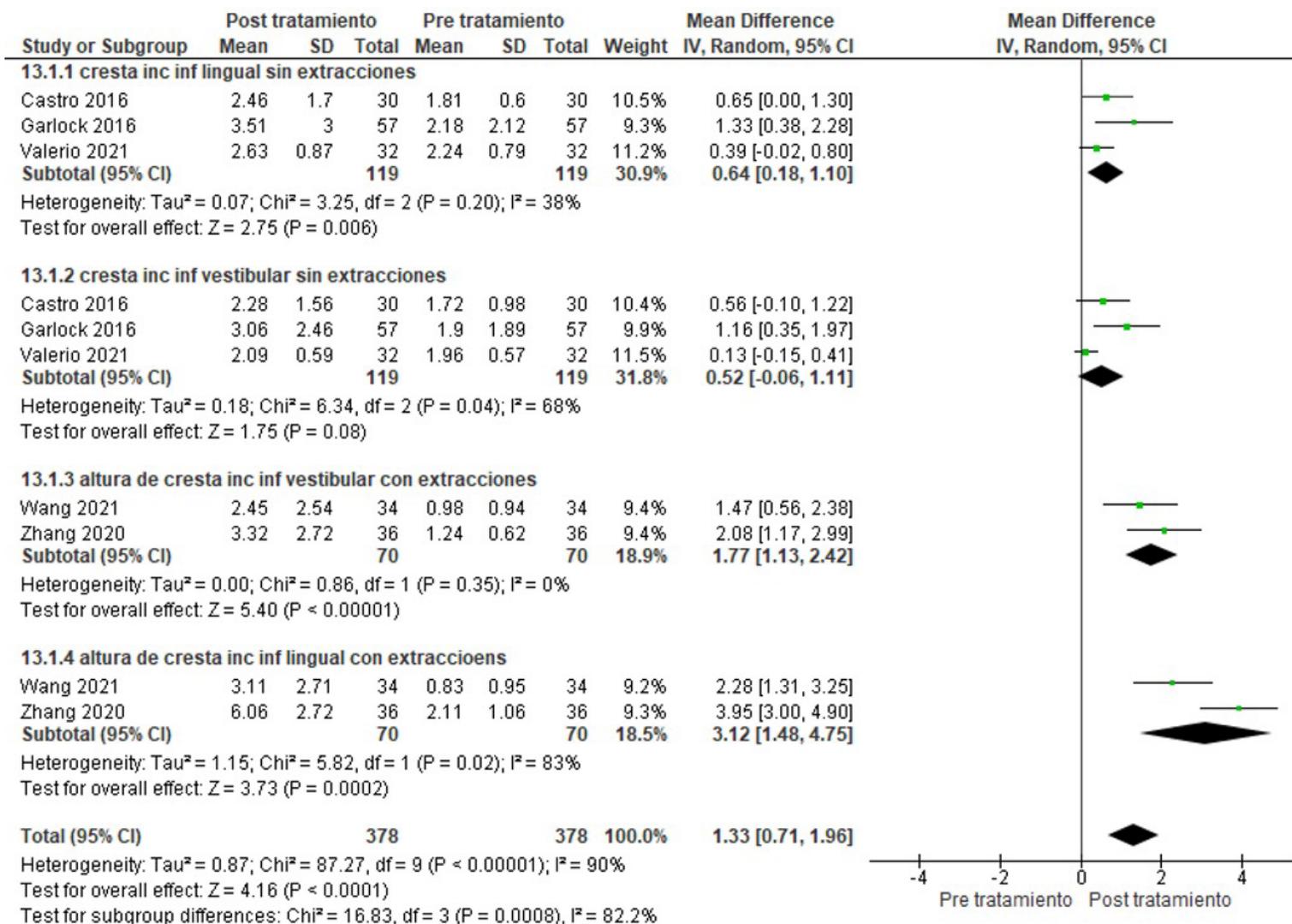


Figura. 4 Pérdida de la cresta ósea vestibular y lingual en incisivo inferior después del tratamiento ortodóntico con y sin extracciones de premolares.

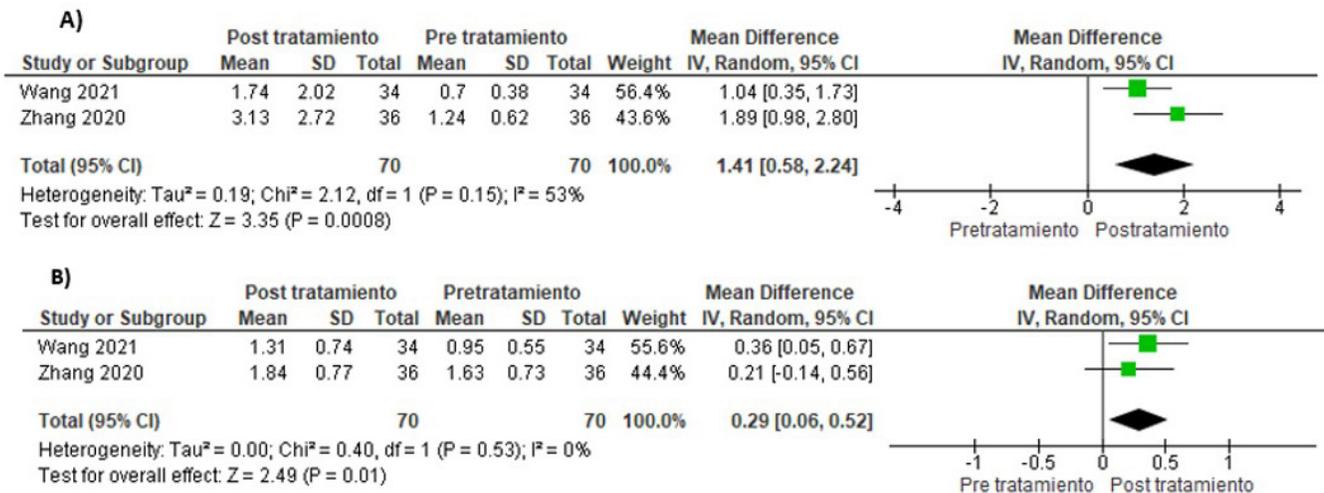


Figura 5. Perdida de la cresta alveolar en incisivo superior en pacientes con extracciones de premolares. A) Cresta lingual o palatina B) Cresta vestibular

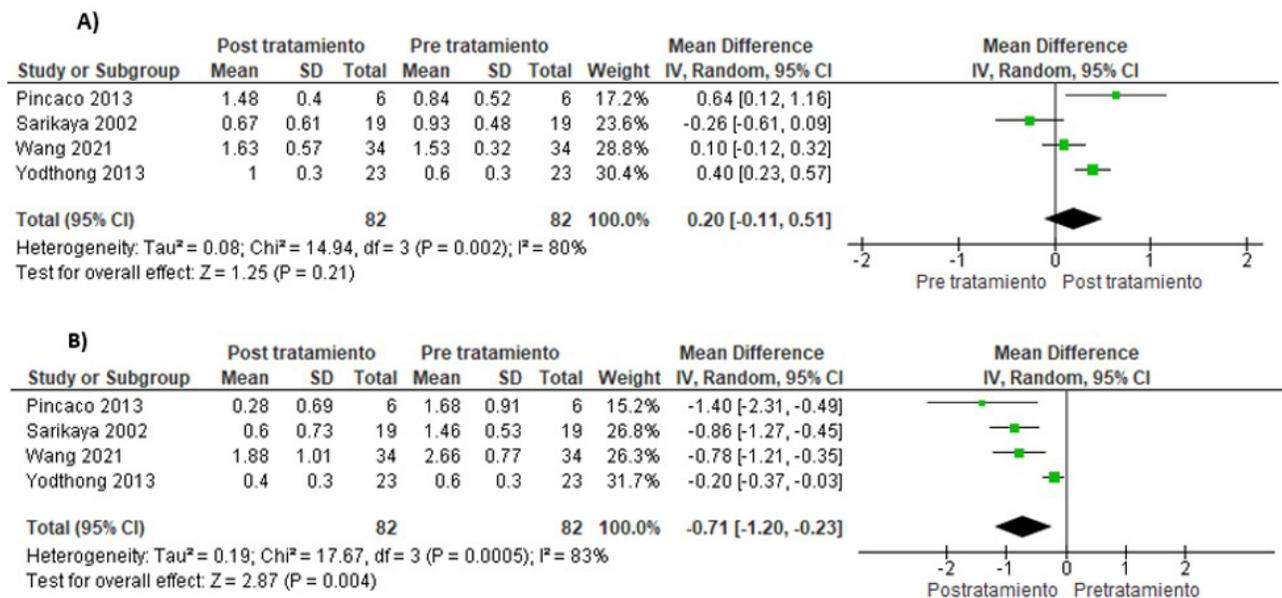


Figura 6. Cambios en el grosor de hueso alveolar a nivel de tercio cervical: A) grosor vestibular, B) grosor lingual o palatino en incisivo superior.

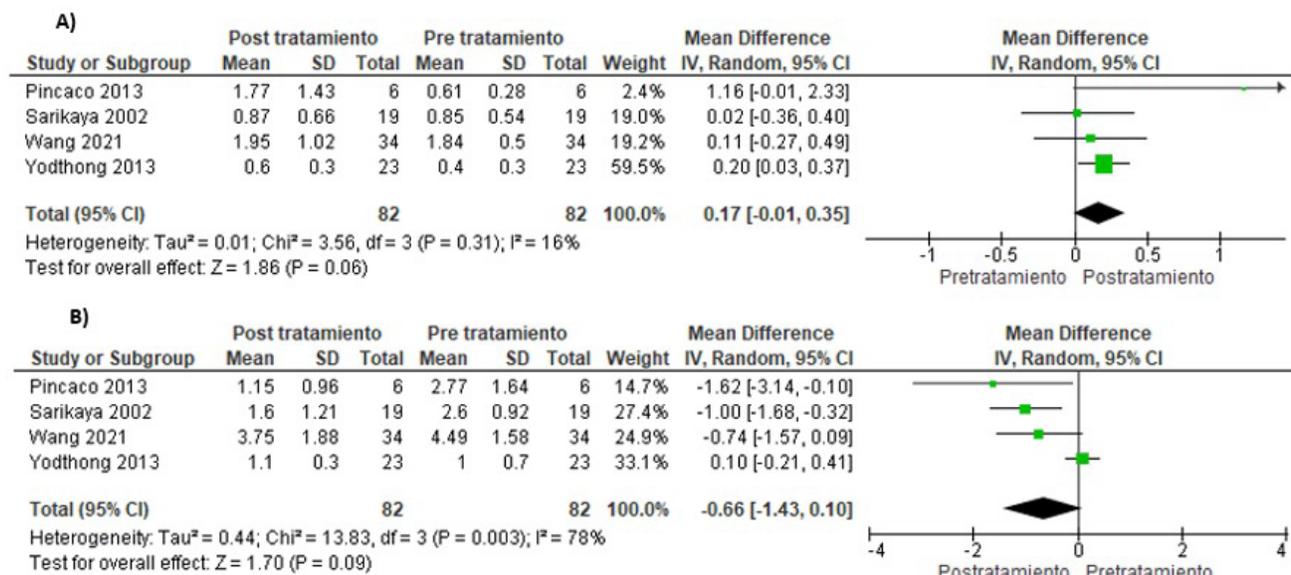


Figura 7. Cambios en el grosor de hueso alveolar tercio medio después de tratamiento ortodóncico: A) grosor vestibular, B) grosor lingual o palatino.

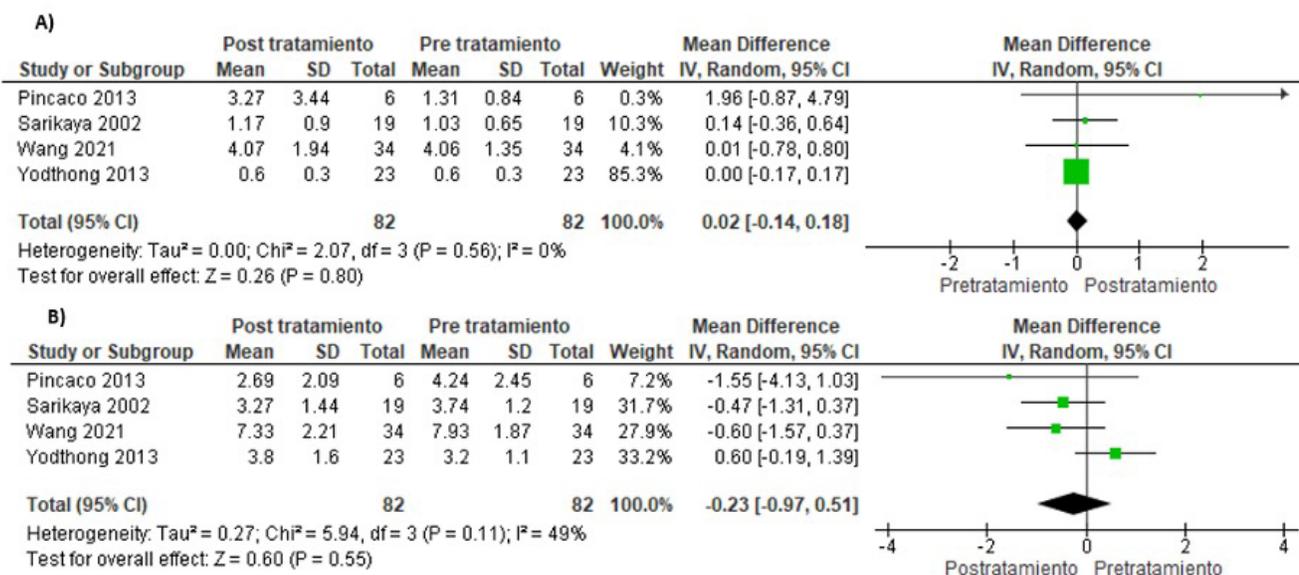


Figura 8. Cambios en el grosor de hueso alveolar a nivel de tercio apical: A) grosor vestibular, B) grosor lingual o palatino.



en cuanto al grosor del hueso alveolar cervical en palatino se encontró una disminución del grosor del hueso alveolar una  $DM = -0.71$  (IC95%  $-1.20$  a  $-0.23$ ,  $p < 0.05$ ) lo cual puede atribuirse al remodelado óseo de la zona ya que al realizar el movimiento de retracción de los incisivos la zona palatina es la zona de presión en donde hay una mayor cantidad de osteoclastos (Figura 6B).

Igualmente, se evaluó el grosor del hueso alveolar a nivel medio de la raíz en 4 estudios con un total de 82 pacientes, se encontró para el grosor a nivel medio vestibular un tamaño de efecto de  $DM = 0.17$  (IC95%  $-0.01$  a  $0.35$ ,  $p = 0.06$ ) (Figura 7A). En cuanto al grosor medio lingual o palatino, se encontró una  $DM = -0.66$  (IC95%  $-1.43$  a  $0.10$ ,  $p = 0.09$ ) (Figura 7B).

Respecto al grosor de hueso alveolar a nivel apical vestibular, fue evaluado en 4 estudios sumando una  $n = 82$  pacientes, con una heterogeneidad de 0% un efecto global  $DM = 0.02$  (IC95%  $-0.14$  a  $0.18$ ,  $p = 0.80$ ) (Figura 8A). En cuanto al grosor alveolar apical lingual o palatino, se encontró una  $DM = -0.23$  (IC95%  $-0.97$  a  $0.51$ ,  $p = 0.55$ ) (Figura 8B).

## DISCUSIÓN

La RS y el MA realizado son una síntesis de la evidencia científica sobre los cambios de la cresta ósea y del grosor del hueso alveolar después del tratamiento ortodóntico medidos a través de CBCT. Convencionalmente, para el diagnóstico ortodóntico se utilizan las radiografías laterales de cráneo y la ortopantomografía, las cuales, si bien son de utilidad como auxiliares de diagnóstico bidimensionales, tienden a distorsionarse y no muestran las medidas exactas para zonas tan específicas como lo son la cresta alveolar y el grosor de hueso alveolar, por tal motivo, el método diagnóstico de elección es la tomografía computarizada de haz cónico cuya técnica es sencilla y las imágenes muestran una definición y exactitud más confiables, a su vez, el tomar las medidas de dichas estructuras bucales se facilita ya que en la CBCT se tiene la ventaja de poder maximizar las imágenes y, de esta manera, obtener medidas de forma exacta.<sup>22,23</sup>

Cabe señalar que no existe un consenso sobre los criterios para llevar a cabo las medidas del grosor del hueso alveolar, ya que algunas investigaciones lo miden a diferentes niveles de la longitud radicular,<sup>24</sup> no obstante, en algunos estudios consideran, además del grosor del

hueso alveolar, el grosor radicular del diente, sin embargo, esto podría influir en las medidas encontradas, ya que el grosor radicular puede tener variaciones importantes de una persona a otra y esto podría generar sesgo, es por ello que en esta revisión sistemática no consideramos el grosor total (radicular más grosor alveolar).

Al revisar los cambios de la cresta alveolar en el incisivo inferior con y sin extracciones, encontramos que hubo un aumento de la distancia medida postratamiento, lo cual debe interpretarse como una disminución de la cresta alveolar, este cambio de la cresta se observó en los casos con y sin extracciones ( $DM = 1.33$ , IC95%  $0.71$  a  $1.96$ ,  $p < 0.01$ ), pero fue más evidente en los casos con extracciones en la cara lingual ( $DM = 3.12$ , IC95%  $1.48$  a  $4.75$ ,  $p < 0.01$ ), esto puede ser debido a que al retraer los incisivos se tiende a perder cresta alveolar en la cara lingual, por ser esta la zona de presión una área con mayor presencia de osteoclastos. A su vez, esta mostró una disminución estadísticamente significativa en la cara lingual en los casos tratados sin extracciones ( $DM = 0.64$ , IC95%  $0.18$  a  $1.10$ ,  $p < 0.01$ ) y en la cara vestibular ( $DM = 0.52$  IC95%  $-0.06$  a  $1.11$ ,  $p = 0.08$ ), debido a que cuando se tiene apiñamiento y puede resolverse sin extracciones, se debe considerar que al colocar la aparatología fija este apiñamiento tenderá a resolverse hacia la zona anterior, llevando los dientes hacia la cortical vestibular, en donde se dará una zona de presión y con ello resorción ósea de la cresta vestibular. Los resultados encontrados en nuestro estudio concuerdan con los hallazgos reportados en los estudios de Guo et al. (2021) y Steiner 1981 *et al.* (1981).<sup>24,26</sup>

Por otro lado, se realizó un análisis sobre el efecto del tratamiento ortodóntico en la cresta alveolar del incisivo superior en pacientes con extracciones de premolares, encontramos aumento en la distancia, lo que debe interpretarse como disminución de la altura de la cresta alveolar, cuyo cambio fue estadísticamente significativo  $p < 0.05$  tanto en la zona vestibular como lingual o palatina, coincidiendo con lo reportado por Guo et al. (2021) quienes encontraron una disminución de la cresta en vestibular ( $DM = 0.36$ , IC95%  $0.03$  a  $0.70$ ,  $p = 0.04$ ) y de la cresta lingual ( $DM = 0.94$  IC95%  $-0.03$  a  $1.90$ ,  $p = 0.06$ ).<sup>24</sup>

Respecto al análisis del grosor del hueso alveolar cervical en el incisivo superior en lingual, encontramos una disminución en el grosor del hueso alveolar ( $DM = -0.71$ , IC95%  $-1.20$  a  $-0.23$ ,  $p = 0.004$ ) coincidiendo

con los estudios de Domingo-Cleringues *et al.* (2019) quienes reportaron un tamaño de efecto de  $DM = -1.03$  (IC95%  $-0.21$  a  $-1.86$ ,  $p = 0.014$ )<sup>27</sup> así mismo, Guo *et al.* (2021) encontraron una  $DM = -0.57$  (IC95%  $-0.85$  a  $-0.30$ ,  $p < 0.05$ )<sup>24</sup> este cambio puede interpretarse como una remodelación ósea inducida por el movimiento dental y el ligamento periodontal tenso que activó a los osteoblastos generando un proceso de formación ósea, mientras que en la presión lado lingual o palatino hubo una reducción del grosor óseo generado por la fuerza ortodóntica, la cual aun siendo ligera provocará cambios en el hueso alveolar y si la fuerza aplicada supera los límites biológicos podría generar dehiscencias y/o fenestraciones,<sup>28</sup> de ahí la importancia de utilizar fuerzas ligeras adecuadas al tipo de movimiento y los dientes a mover. Las fuerzas ligeras en el tratamiento ortodóntico permiten un movimiento biológico con una mayor tasa de movimiento, cabe mencionar que la edad del paciente es un factor que influye en el efecto del tratamiento, ya que los pacientes jóvenes tienen una mejor respuesta biológica al movimiento dentario;<sup>29</sup> en el caso de la retracción en masa las fuerzas ligeras permiten que este movimiento tenga menor pérdida de torque, es decir a mayor fuerza la pérdida de torque será mayor.<sup>30</sup> A su vez es importante considerar el grosor de hueso alveolar, la forma de la sínfisis y la cantidad de apiñamiento dental que nos permitan obtener una posición adecuada, equilibrada y estable de los incisivos.<sup>31</sup>

Al realizar el MA se comparó a nivel medio radicular el grosor del hueso alveolar pre y post tratamiento, encontramos que el grosor del hueso vestibular al ser medido en la CBCT esta medida fue mayor en el postratamiento, aunque la significancia estadística fue limítrofe ( $DM = 0.17$ , IC95%  $-0.01$  a  $0.35$ ,  $p = 0.06$ ), lo cual podría ser más evidente con un tamaño de muestra mayor. Este hallazgo de aumento del grosor vestibular puede explicarse por el movimiento de retracción de los incisivos, ya que la zona de presión sería en palatino y la zona de tensión en vestibular, presentándose osteoclastos en la zona palatina o lingual y osteoblastos en la cara vestibular, lo que explica la formación ósea en vestibular después de la retracción de los incisivos. Nuestros hallazgos coinciden con los reportados por Guo *et al.* (2021), quienes observaron un efecto global de  $DM = 0.37$  (IC95%  $-0.00$  a  $-0.74$ ,  $p = 0.05$ ).<sup>24</sup>

Por otro lado, en el MA de 4 estudios que midieron el grosor de hueso alveolar a nivel medio en palatino o lingual, encontramos que en 3 de ellos se refleja una

disminución del grosor del hueso alveolar en palatino o lingual, no tuvo significancia estadística  $DM = -0.66$  (IC95%  $-1.43$  a  $-0.10$ ,  $p = 0.09$ ), esto puede ser debido a que al aplicar una fuerza ortodóntica de retracción la zona palatina es la zona de presión en donde habrá mayor cantidad de osteoclastos y esto permite que se pueda dar el movimiento de retracción. Estos resultados coinciden con hallazgos encontrados por Domingo-Cleringues *et al.* (2019) quienes encontraron una  $DM = 1.62$ , (IC95%  $-0.17$  a  $-0.36$ ,  $p = 0.028$ )<sup>27</sup> aunque difiere con lo reportado por Guo *et al.* (2021).<sup>24</sup>

Respecto al MA del grosor del hueso alveolar a nivel apical en la superficie vestibular, al evaluar 4 estudios con un total de 82 pacientes, encontramos que no hubo cambio ya que el efecto combinado se mantuvo en la línea de no efecto, sin embargo, los datos muestran una tendencia al aumento del grosor vestibular en 3 de ellos y en otro no se reportó alguna modificación en el grosor del hueso alveolar. Cabe señalar que no encontramos cambios estadísticamente significativos ( $DM = 0.02$ , IC95%  $-0.14$  a  $0.18$ ,  $p = 0.80$ ), lo cual difiere con lo observado en un estudio en donde encontraron ganancia de grosor del hueso alveolar apical y este aumento presentó significancia estadística ( $p < 0.05$ ),<sup>24</sup> en contraste, en otro estudio se reportó pérdida del grosor del hueso ( $p < 0.05$ )<sup>27</sup> por lo que será necesario realizar más estudios con muestras representativas para tener resultados concluyentes.

En cuanto al grosor apical de la superficie lingual, encontramos una tendencia a la disminución del grosor, pero estos resultados no mostraron diferencias estadísticamente significativas ( $DM = -0.23$  IC95%  $-0.97$  a  $0.51$ ,  $p = 0.55$ ), en congruencia con lo reportado en otros estudios en los que observaron pérdida de grosor de hueso alveolar.<sup>24,27</sup>

Hacen falta un mayor número de estudios que permitan corroborar los resultados obtenidos, y a su vez saber si el hueso alveolar se modifica en el período de retención, ya que esto es importante para la estabilidad del tratamiento a largo plazo, existen estudios que no mostraron cambios en el hueso alveolar en el período de retención sin embargo no son concluyentes.<sup>32</sup>

### Implicaciones en la investigación

Existe un limitado número de estudios que reportan la altura y grosor del hueso alveolar antes y después del



tratamiento ortodóntico medido a través de CBCT, por lo que hacemos hincapié en la necesidad de continuar con esta línea de investigación, tomando en consideración las mismas variables bajo las mismas unidades de medición, lo que permitirá confirmar los hallazgos.

A su vez, el uso de la CBCT permitiría evaluar con mayor precisión los cambios en el hueso alveolar que pueden darse en sentido transversal, al utilizar aparatología fija de autoligado pasivo, expansión transversal de las arcadas y disyunción palatina, lo que abre más campos de investigación en la práctica ortodóntica con el uso de la CBCT.

### Implicaciones en la práctica clínica

Es importante que el especialista en ortodoncia tenga un diagnóstico certero de calidad y cantidad de hueso alveolar al inicio del tratamiento y la salud periodontal del paciente, además de los tipos y cantidad de movimiento que será necesario realizar, para que el movimiento se lleve a cabo dentro de los parámetros de fuerzas ligeras y se dé el proceso de resorción y aposición ósea, de esta forma mantener la salud del periodonto, la calidad y cantidad ósea evitando los problemas de recesión gingival, fenestraciones o dehiscencias.

Por lo anterior sería relevante evaluar el hueso alveolar mediante CBCT en todos los pacientes de forma rutinaria antes y después del tratamiento ortodóntico.

### Limitaciones

Una de las limitaciones de esta RS fue el reducido número de estudios, así como el tamaño de muestra de éstos, los diferentes métodos de medición y los niveles de medición. Además de que no fue registrado previamente en una plataforma de documentos científicos, tales como PROSPERO o INPLASY

### CONCLUSIONES

Después de haber realizado la RS y el MA, nuestros resultados sugieren lo siguiente:

Después del tratamiento ortodóntico se pueden presentar cambios en la altura de la cresta alveolar en el incisivo inferior en los casos con y sin extracciones de premolares, siendo significativa la pérdida en los casos con extracciones en la cara vestibular y lingual o palatina y

en los casos sin extracciones en la cara lingual, esto se asocia al tipo de movimiento ortodóntico que se da para resolver la maloclusión dental.

Encontramos disminución de la cresta alveolar en el incisivo superior en la cara vestibular y palatina en los casos con extracciones de premolares.

En cuanto al grosor del hueso alveolar, encontramos disminución del grosor en la cara lingual o palatina en la zona cervical lo que pueden deberse a la retracción del segmento anterior.

Por lo anterior, es necesario tener un diagnóstico de la salud periodontal, la cantidad y calidad de hueso alveolar que presenta en paciente al inicio del tratamiento, considerando estos factores, así como el uso de fuerzas ortodónticas adecuadas al tipo de movimiento que se requiera sin exceder los niveles de fuerza ya que esto podría generar daños irreversibles tanto al periodonto como a los dientes.

Se hace necesario llevar a cabo más estudios con una metodología homogénea con muestras representativas para confirmar nuestros hallazgos.

### AGRADECIMIENTOS

A la Red Académica Asesora de Revisiones Sistemáticas (RAARS) de la FES Zaragoza, UNAM. Proyecto PAPIIME PE210523 y al Dr. Víctor Manuel Mendoza Núñez por la asesoría metodológica.

### REFERENCIAS

1. Singh S, Shivaprakash G. To Evaluate the Correlation Between Skeletal and Dental Parameters to the Amount of Crowding in Class II Div. 1 Malocclusions. *J Clin Diagn Res.* 2017 Sep;11(9):ZC22-ZC27. doi: 10.7860/JCDR/2017/27675.10566.
2. Ahn HW, Moon SC, Baek SH. Morphometric evaluation of changes in the alveolar bone and roots of the maxillary anterior teeth before and after en masse retraction using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2013;83(2):212-221. doi: 10.2319/041812-325.1
3. Lidhe J, Langhe N. *Periodontología clínica e implantología odontológica.* 6ª ed. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana; 2017.

4. Guercio de Dinatale E. Biología del movimiento dentario ortodóntico: Revisión de conceptos. *Acta Odontol Venez.* 2001;39(1):61-65.
5. Nanci A, Bosshardt DD. Structure of periodontal tissues in health and disease. *Periodontol* 2000. 2006;40:11-28. doi: 10.1111/j.1600-0757.2005.00141.x.
6. Moss-Salentijn L, Melvin L. Moss and the functional matrix. *J Dent Res.* 1997; 76: 1814–1817.
7. Proffit W. *Ortodoncia contemporánea*. 5ª ed. Barcelona España: Elsevier; 2013.
8. Kantarci A, Will L, Yen S (eds): *Tooth Movement*; *Front Oral Biol.* Basel (Switzerland): Karger Publishers;2016.
9. Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(1):20140282. doi:10.1259/dmfr.20140282
10. Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG; PRISMA Group. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *BMJ.* 2009 Jul 21;339:b2535. doi: 10.1136/bmj.b2535.
11. Castro LO, Castro IO, de Alencar AH, Valladares-Neto J, Estrela C. Cone beam computed tomography evaluation of distance from cemento-enamel junction to alveolar crest before and after nonextraction orthodontic treatment. *Angle Orthod.* 2016;86(4):543-9. doi: 10.2319/040815-235.1
12. Valerio CS, Cardoso CAEA, Araujo EA, Zenobio EG, Manzi FR. Bone changes in the mandibular incisors after orthodontic correction of dental crowding without extraction: A cone-beam computed tomographic evaluation. *Imaging Sci Dent.* 2021;51(2):155-65. doi: 10.5624/isd.20200260.
13. Garlock DT, Buschang PH, Araujo EA, Behrents RG, Kim KB. Evaluation of marginal alveolar bone in the anterior mandible with pretreatment and posttreatment computed tomography in nonextraction patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2016;149(2):192-201. doi: 10.1016/j.ajodo.2015.07.034.
14. Wang J, Zhou W, Wu Y, Dai H, Zhou J. Long-term changes in the anterior alveolar bone after orthodontic treatment with premolar extraction: A retrospective study. *Orthod Craniofac Res.* 2022;25(2):174-82. doi: 10.1111/ocr.12523.
15. Zhang F, Lee SC, Lee JB, Lee KM. Geometric analysis of alveolar bone around the incisors after anterior retraction following premolar extraction. *Angle Orthod.* 2020;90(2):173-80. doi: 10.2319/041419-266.1.
16. Maspero C, Gaffuri F, Castro IO, Lanteri V, Ugolini A, Farronato M. Correlation between Dental Vestibular-Palatal Inclination and Alveolar Bone Remodeling after Orthodontic Treatment: A CBCT Analysis. *Materials (Basel).* 2019;12(24):4225. doi: 10.3390/ma12244225.
17. Hellak A, Schmidt N, Schauseil M, Stein S, Drechsler T, Korbmayer-Steiner HM. Influence of Invisalign treatment with interproximal enamel reduction (IER) on bone volume for adult crowding: a retrospective three-dimensional cone beam computed tomography study. *BMC Oral Health.* 2016 Sep 1;16(1):83. doi: 10.1186/s12903-016-0281-1
18. Morais JF, Melsen B, de Freitas KMS, Castello Branco N, Garib DG, Cattaneo PM. Evaluation of maxillary buccal alveolar bone before and after orthodontic alignment without extractions: A cone beam computed tomographic study. *Angle Orthod.* 2018;88(6):748-56. doi: 10.2319/101117-686.1.
19. Yodthong N, Charoemratrote C, Leethanakul C. Factors related to alveolar bone thickness during upper incisor retraction. *Angle Orthod.* 2013;83(3):394-401. doi: 10.2319/062912-534.1.
20. Picanço PR, Valarelli FP, Cançado RH, de Freitas KM, Picanço GV. Comparison of the changes of alveolar bone thickness in maxillary incisor area in extraction and non-extraction cases: computerized tomography evaluation. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(5):91-8. doi: 10.1590/s2176-94512013000500016.
21. Sarikaya S, Haydar B, Çiğer S, Ariyürek M. Changes in alveolar bone thickness due to retraction of anterior teeth. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2002;122(1):15-26. doi: 10.1067/mod.2002.119804.
22. Kapila SD, Nervina JM. CBCT in orthodontics: assessment of treatment outcomes and indications for its use. *Dentomaxillofac Radiol.* 2015;44(1):20140282 doi:10.1259/dmfr.20140282



23. Kim Y, Park JU, Kook YA. Alveolar bone loss around incisors in surgical skeletal Class III patients. *Angle Orthod.* 2009;79(4):676-82. doi: 10.2319/070308-341.1.
24. Guo R, Zhang L, Hu M, Huang Y, Li W. Alveolar bone changes in maxillary and mandibular anterior teeth during orthodontic treatment: A systematic review and meta-analysis. *Orthod Craniofac Res.* 2021;24(2):165-79. doi: 10.1111/ocr.12421.
25. Steiner G, Pearson JK, Ainamo J. Changes of the marginal periodontium as a result of labial tooth movement in monkeys. *J Periodontol.* 1981;52(6):314-20. doi:10.1902/jop.1981.52.6.314.
26. Kalina E, Grzebyta A, Zadurska M. Bone Remodeling during Orthodontic Movement of Lower Incisors-Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health.* 2022;19(22):15002. doi: 10.3390/ijerph192215002.
27. Domingo-Clérigues M, Montiel-Company JM, Almerich-Silla JM, García-Sanz V, Paredes-Gallardo V, Bellot-Arcís C. Changes in the alveolar bone thickness of maxillary incisors after orthodontic treatment involving extractions — A systematic review and meta-analysis. *J Clin Exp Dent.* 2019;11(1):e76-84. doi:10.4317/jced.55434.
28. Sendyk M, Linhares DS, Pannuti CM, Paiva JB, Rino-Neto J. Effect of orthodontic treatment on alveolar bone thickness in adults: a systematic review. *Dental Press J Orthod.* 2019;24(4):34-45. doi: 10.1590/2177-6709.24.4.034-045.oar.
29. Alikhani M, Chou MY, Khoo E, Alansari S, Kwal R, Elfersi T, Almansour A, Sangsuwon C, Al Jearah M, Nervina JM, Teixeira CC. Age-dependent biologic response to orthodontic forces. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2018;153(5):632-644. doi: 10.1016/j.ajodo.2017.09.016.
30. Li J, Zhao Y, Li H, Li H, Lei L. Effects of force magnitude on torque control in the correction of bimaxillary protrusion with mass retraction. *J Orthod Sci.* 2018;7:13. doi: 10.4103/jos.JOS\_65\_17.
31. Uysal T, Yagci A, Ozer T, Veli I, Ozturk A. Mandibular anterior bony support and incisor crowding: Is there a relationship? *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2012;142(5):645-53. doi: 10.1016/j.ajodo.2012.05.017.
32. Ahn HW, Moon SC, Baek SH. Morphometric evaluation of changes in the alveolar bone and roots of the maxillary anterior teeth before and after en masse retraction using cone-beam computed tomography. *Angle Orthod.* 2013;83(2):212-21. doi: 10.2319/041812-325.1.

**Apéndice A. Lista de verificación de cumplimiento metodológicos de PRISMA-2009**

Sección/ tema	#	Elemento de lista de comprobación	Reportado en la página #
<b>TÍTULO</b>			
Título	1	Identifique el informe como una revisión sistemática, un metaanálisis o ambos.	1
<b>RESUMEN</b>			
Resumen estructurado	2	Proporcione un resumen estructurado que incluya, según corresponda: antecedentes; objetivos; fuentes de datos; criterios de elegibilidad del estudio, participantes e intervenciones; estudiar métodos de evaluación y síntesis; resultados; limitaciones; conclusiones e implicaciones de los hallazgos clave; número de registro de revisión sistemática.	1
<b>INTRODUCCIÓN</b>			
Fundamento	3	Describa la justificación de la revisión en el contexto de lo que ya se conoce.	2
Objetivos	4	Proporcione una declaración explícita de las preguntas que se abordan con referencia a los participantes, las intervenciones, las comparaciones, los resultados y el diseño del estudio (PICOS).	3
<b>MÉTODOS</b>			
Protocolo y registro	5	Indique si existe un protocolo de revisión, si se puede acceder a él y dónde (por ejemplo, dirección web) y, si está disponible, proporcione información de registro, incluido el número de registro.	17
Criterios de admisibilidad	6	Especifique las características del estudio (por ejemplo, PICOS, duración del seguimiento) y las características del informe (por ejemplo, años considerados, idioma, estado de publicación) utilizadas como criterios de elegibilidad, dando la justificación.	3
Fuentes de información	7	Describa todas las fuentes de información (por ejemplo, bases de datos con fechas de cobertura, contacto con los autores de los estudios para identificar estudios adicionales) en la búsqueda y la fecha de la última búsqueda.	3
Búsqueda	8	Presente una estrategia de búsqueda electrónica completa para al menos una base de datos, incluidos los límites utilizados, de modo que pueda repetirse.	3



**Apéndice A. Lista de verificación de cumplimiento metodológicos de PRISMA-2009**

Sección/ tema	#	Elemento de lista de comprobación	Reportado en la página #
<b>TÍTULO</b>			
Selección de estudios	9	Indique el proceso para seleccionar los estudios (es decir, la selección, la elegibilidad, incluido en la revisión sistemática y, si corresponde, incluido en el metaanálisis).	4
Proceso de recopilación de datos	10	Describir el método de extracción de datos de los informes (por ejemplo, formularios piloto, independientemente, por duplicado) y cualquier proceso para obtener y confirmar los datos de los investigadores.	4
Elementos de datos	11	Enumere y defina todas las variables para las que se buscaron datos (por ejemplo, PICOS, fuentes de financiamiento) y cualquier suposición y simplificación realizada.	4
Riesgo de sesgo en estudios individuales	12	Describa los métodos utilizados para evaluar el riesgo de sesgo de los estudios individuales (incluida la especificación de si esto se hizo a nivel de estudio o de resultado), y cómo se utilizará esta información en cualquier síntesis de datos.	5
Medidas de síntesis	13	Indique las principales medidas de resumen (por ejemplo, cociente de riesgos, diferencia de medias).	13
Síntesis de resultados	14	Describa los métodos de manejo de datos y combinación de resultados de estudios, si se realizan, incluyendo medidas de consistencia (por ejemplo, I <sup>2</sup> ) para cada metaanálisis.	13
Riesgo de sesgo en todos los estudios	15	Especifique cualquier evaluación del riesgo de sesgo que pueda afectar la evidencia acumulativa (por ejemplo, sesgo de publicación, informe selectivo dentro de los estudios).	5
Análisis adicionales	16	Describa los métodos de análisis adicionales (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, meta-regresión), si se han realizado, indicando cuáles fueron pre-especificados.	NO APLICA
<b>RESULTADOS</b>			
Selección de estudios	17	Proporcione números de estudios examinados, evaluados para la elegibilidad e incluidos en la revisión, con razones para las exclusiones en cada etapa, idealmente con un diagrama de flujo.	7

**Apéndice A. Lista de verificación de cumplimiento metodológicos de PRISMA-2009**

Sección/ tema	#	Elemento de lista de comprobación	Reportado en la página #
<b>RESULTADOS</b>			
Características del estudio	18	Para cada estudio, presente las características para las que se extrajeron los datos (por ejemplo, tamaño del estudio, PICOS, período de seguimiento) y proporcione las citas.	7
Riesgo de sesgo dentro de los estudios	19	Presente datos sobre el riesgo de sesgo de cada estudio y, si está disponible, cualquier evaluación del nivel de resultado (ver ítem 12).	5
Resultados de estudios individuales	20	Para todos los resultados considerados (beneficios o daños), presente, para cada estudio: (a) resumen simple de los datos para cada grupo de intervención, (b) estimaciones de efectos e intervalos de confianza, idealmente con un forest plot.	13
Síntesis de resultados	21	Presentar los resultados de cada metaanálisis realizado, incluyendo intervalos de confianza y medidas de consistencia.	13
Riesgo de sesgo en todos los estudios	22	Presentar los resultados de cualquier evaluación del sesgo en todos los estudios (véase ítem 15).	5
Análisis adicional	23	Dar resultados de análisis adicionales, si se realizan (por ejemplo, análisis de sensibilidad o de subgrupos, meta-regresión [ver ítem 16]).	NO APLICA
<b>DISCUSIÓN</b>			
Resumen de las pruebas	24	Resuma los principales hallazgos, incluida la solidez de la evidencia para cada resultado principal; considere su relevancia para los grupos clave (por ejemplo, proveedores de atención médica, usuarios y responsables políticos).	17
Limitaciones	25	Discuta las limitaciones a nivel de estudio y resultado (por ejemplo, riesgo de sesgo) y a nivel de revisión (por ejemplo, recuperación incompleta de la investigación identificada, sesgo de notificación).	17
Conclusiones	26	Proporcione una interpretación general de los resultados en el contexto de otras pruebas e implicaciones para futuras investigaciones.	17
<b>FINANCIAMIENTO</b>			
Financiamiento	27	Describa las fuentes de financiamiento para la revisión sistemática y otro tipo de apoyo (por ejemplo, el suministro de datos); papel de los financiadores para la revisión sistemática.	NO APLICA

**Nota:** El número de páginas corresponde al del manuscrito original.



**Apéndice B. Artículos excluidos, debido a que no cumplieron los criterios de inclusión.**

Núm.	Referencia	Motivo de exclusión
1	Baik UB, Jung JY, Jung HJ, Kim YJ, Chae HS, Park KS, Vaid NR, Nanda R. Alveolar bone changes after molar protraction in young adults with missing mandibular second premolars or first molars. <i>Angle Orthod.</i> 2022;92(1):64-72. doi: 10.2319/022321-147.1	No cumple criterios de inclusión
2	Nelson P, Artun J. Alveolar bone loss of maxillary anterior teeth in adult orthodontic patients. <i>Am J Orthod Dentofacial Orthop.</i> 1997;111:328-34. doi:10.1016/S0889-5406(97)70192-6	Datos incompletos
3	Geramy A. Alveolar bone resorption and the center of resistance modification (3-D analysis by means of the finite element method). <i>Am J Orthod Dentofacial Orthop.</i> 2000;17:399-405. doi:10.1067/mod.2000.104689	Modelos 3D
4	Cook T, Currier F, Kadioglu O, Griffin T. Comparison of the anterior alveolar bony changes of moderately crowded cases treated either with extraction or non-extraction orthodontic treatment. <i>Semin Orthod.</i> 2015;21:283-90. <a href="https://doi.org/10.1053/j.sodo.2015.07.005">https://doi.org/10.1053/j.sodo.2015.07.005</a>	No cumple criterios de inclusión
5	Zhang Y, Cai P. Association between alveolar bone height changes in mandibular incisors and three-dimensional tooth movement in non-extraction orthodontic treatment with Invisalign. <i>Orthod Craniofac Res.</i> 2022;26(1):91-9. doi: 10.1111/ocr.12583.	No mide el grosor ni altura del hueso alveolar
6	Hsu J, Chang HW, Huang HL, Yu HJ, Li YF, Tu MG. Bone density changes around teeth during orthodontic treatment. <i>Clin Oral Investig.</i> 2011;15(4):511-9. doi:10.1007/s00784-010-0410-1.	No mide grosor ni altura del hueso alveolar
7	Zainal SH, Yamamoto Z, Zainol Abidin IZ, Megat Abdul Wahab R, Zainal Ariffin Z. Cellular and molecular changes in orthodontic tooth movement. <i>Sci World J.</i> 2011;11:1788-803. doi: 10.1100/2011/761768.	Revisión de tema
8	Janson D, Caldas W, Garib D, Janson M, Niederberger A, Janson G, Valerio MV, Oyonarte R, Janson G. Cephalometric radiographic comparison of alveolar bone height changes between adolescent and adult patients treated with premolar extractions: A retrospective study. <i>Int Orthod.</i> 2021;19(4):633-640. doi: 10.1016/j.ortho.2021.08.004.	Compara dos grupos
9	Aass AM, Gjermo P. Changes in radiographic bone level in orthodontically treated teenagers over a 4-year period. <i>Community Dent Oral Epidemiol.</i> 1992;20(2):90-3. doi: 10.1111/j.1600-0528.1992.tb00684.x.	No mide grosor ni altura del hueso alveolar
10	Huang H, Richards M, Bedair T, Fields HW, Palomo JM, Johnston WM, Kim DG. Effects of orthodontic treatment on human alveolar bone density distribution. <i>Clin Oral Investig.</i> 2013;17(9):2033-40. doi: 10.1007/s00784-012-0906-y.	No mide grosor ni altura del hueso alveolar

**Apéndice B. Artículos excluidos, debido a que no cumplieron los criterios de inclusión.**

<b>Núm.</b>	<b>Referencia</b>	<b>Motivo de exclusión</b>
11	Hoang N, Nelson G, Hatcher D, Oberoi S. Evaluation of mandibular anterior alveolus in different skeletal patterns. <i>Prog Orthod.</i> 2016;17(1):22. doi: 10.1186/s40510-016-0135-z.	Compara grupos
12	Bondemark L. Interdental bone changes after orthodontic treatment: a 5-year longitudinal study. <i>Am J Orthod Dentofacial Orthop.</i> 1998;114(1):25-31. doi: 10.1016/s0889-5406(98)70233-1.	Compara dos grupos
13	Bae SM, Kim HJ, Kyung HM. Long-term changes of the anterior palatal alveolar bone after treatment with bialveolar protrusion, evaluated with computed tomography. <i>Am J Orthod Dentofacial Orthop.</i> 2018;153(1):108-117. doi:10.1016/j.ajodo.2016.09.034.	No mide grosor ni altura del hueso alveolar
14	Harris EF, Baker WC. Loss of root length and crestal bone height before and during treatment in adolescent and adult orthodontic patients. <i>Am J Orthod Dentofacial Orthop.</i> 1990;98(5):463-9. doi: 10.1016/s0889-5406(05)81656-7.	Compara dos grupos
15	Sun Q, Lu W, Zhang Y, Peng L, Chen S, Han B. Morphological changes of the anterior alveolar bone due to retraction of anterior teeth: a retrospective study. <i>Head Face Med.</i> 2021;17(1):30. doi: 10.1186/s13005-021-00277-z.	No mide grosor ni altura del hueso alveolar
16	Jäger F, Mah JK, Bumann A. Peridental bone changes after orthodontic tooth movement with fixed appliances: A cone-beam computed tomographic study. <i>Angle Orthod.</i> 2017;87(5):672-680. doi: 10.2319/102716-774.1.	Compara dos grupos
17	Sun B, Tang J, Xiao P, Ding Y. Presurgical orthodontic decompensation alters alveolar bone condition around mandibular incisors in adults with skeletal Class III malocclusion. <i>Int J Clin Exp Med.</i> 2015;8(8):12866-73.	Compara dos grupos
18	Filipova D, Dostalova T, Filipi V, Kaminek M. Proclination-induced changes in the labial cortical bone thickness of lower incisors. <i>Bratisl Lek Listy.</i> 2019;120(2):155-160. doi: 10.4149/BLL_2019_025.	Mide grosor total de hueso
19	Ghassemian M, Lajolo C, Semeraro V, Giuliani M, Verdugo F, Pirronti T, D'Addona A. Relationship Between Biotype and Bone Morphology in the Lower Anterior Mandible: An Observational Study. <i>J Periodontol.</i> 2016;87(6):680-689. doi: 10.1902/jop.2016.150546.	No mide grosor ni altura del hueso alveolar
20	Phermsang-Ngarm P, Charoemratrote C. Tooth and bone changes after initial anterior dental alignment using preformed vs customized nickel titanium archwires in adults: A randomized clinical trial. <i>Angle Orthod.</i> 2018;88(4):425-34. doi: 10.2319/090317-589.1.	Compara dos grupos



**Apéndice B. Artículos excluidos, debido a que no cumplieron los criterios de inclusión.**

Núm.	Referencia	Motivo de exclusión
21	Cobo J, Argüelles J, Puente M, Vijande M. Dentoalveolar stress from bodily tooth movement at different levels of bone loss. <i>Am J Orthod Dentofacial Orthop.</i> 1996;110(3):256-62. doi: 10.1016/s0889-5406(96)80008-4.	Modelos 3D
22	Son EJ, Kim SJ, Hong C, Chan V, Sim HY, Ji S, Hong SY, Baik UB, Shin JW, Kim YH, Chae HS. A study on the morphologic change of palatal alveolar bone shape after intrusion and retraction of maxillary incisors. <i>Sci Rep.</i> 2020;10(1):14454. doi: 10.1038/s41598-020-71115-6.	No mide grosor ni altura del hueso alveolar
23	Hong SY, Shin JW, Hong C, Chan V, Baik UB, Kim YH, Chae HS. Alveolar bone remodeling during maxillary incisor intrusion and retraction. <i>Prog Orthod.</i> 2019;20(1):47. doi: 10.1186/s40510-019-0300-2.	No cumple criterios de inclusión
24	Han J, Hwang S, Nguyen T, Proffit WR, Soma K, Choi YJ, Kim KH, Chung CJ. Periodontal and root changes after orthodontic treatment in middle-aged adults are similar to those in young adults. <i>Am J Orthod Dentofacial Orthop.</i> 2019;155(5):650-5.e2. doi: 10.1016/j.ajodo.2018.05.027.	Compara dos grupos
25	Lee KM, Kim YI, Park SB, Son WS. Alveolar bone loss around lower incisors during surgical orthodontic treatment in mandibular prognathism. <i>Angle Orthod.</i> 2012;82(4):637-44. doi: 10.2319/081711-526.1.	No cumple criterios de inclusión
26	Thongudomporn U, Charoemratrote C, Jearapongpakorn S. Changes of anterior maxillary alveolar bone thickness following incisor proclination and extrusion. <i>Angle Orthod.</i> 2015;85(4):549-54. doi: 10.2319/051614-352.1.	No cumple criterios de inclusión
27	Matsumoto K, Sherrill-Mix S, Boucher N, Tanna N. A cone-beam computed tomographic evaluation of alveolar bone dimensional changes and the periodontal limits of mandibular incisor advancement in skeletal Class II patients. <i>Angle Orthod.</i> 2020;90(3):330-8. doi: 10.2319/080219-510.1.	No cumple criterios de inclusión
28	Domingo-Clérigues M, Montiel-Company JM, Almerich-Silla JM, García-Sanz V, Paredes-Gallardo V, Bellot-Arcís C. Changes in the alveolar bone thickness of maxillary incisors after orthodontic treatment involving extractions - A systematic review and meta-analysis. <i>J Clin Exp Dent.</i> 2019;11(1):e76-e84. doi: 10.4317/jced.55434.	Revisión sistemática y meta-análisis
29	Sendyk M, Linhares DS, Pannuti CM, Paiva JB, Rino-Neto J. Effect of orthodontic treatment on alveolar bone thickness in adults: a systematic review. <i>Dental Press J Orthod.</i> 2019;24(4):34-45. doi: 10.1590/2177-6709.24.4.034-045.oar.	Revisión sistemática