



ARTÍCULO ORIGINAL

# ANÁLISIS DENSITOMÉTRICO COMPARATIVO ENTRE UN NUEVO BIOMATERIAL COMPUESTO POR FOSFATO CÁLCICO VS. HIDROXIAPATITA BOVINA EN PRESERVACIÓN ALVEOLAR. ESTUDIO PILOTO

Cadenas Vacas, G. Sanz Alonso, J. Martínez Rodríguez, N. Fernández Cáliz, F. Martínez-González, J. M. Análisis densitométrico comparativo entre un nuevo biomaterial compuesto por fosfato cálcico vs. Hidroxiapatita bovina en preservación alveolar. Estudio piloto. *Cient. Dent.* 2019; 16; 3; 167-172



**Cadenas Vacas, Guillermo**  
Graduado en Odontología. Alumno del Máster de Cirugía Bucal e Implantología. Universidad Complutense de Madrid (UCM).

**Sanz Alonso, Javier**  
Profesor Colaborador del Máster de Cirugía Bucal e Implantología. Facultad de Odontología. UCM.

**Martínez Rodríguez, Natalia**  
Profesora del Máster de Cirugía e Implantología. Hospital Virgen de La Paloma. Madrid

**Fernández Cáliz, Fernando**  
Profesor del Máster de Cirugía e Implantología. Hospital Virgen de La Paloma. Madrid.

**Martínez-González, José M<sup>a</sup>**  
Profesor Titular de Cirugía Maxilofacial. Facultad de Odontología. UCM.

Indexada en / Indexed in:

- IME
- IBECs
- LATINDEX
- GOOGLE ACADÉMICO

Correspondencia:

Prof. José María Martínez-González  
Facultad de Odontología. UCM.  
Pza. de Ramón y Cajal s/n  
jmargo@ucm.es

Fecha de recepción: 23 de abril de 2019.  
Fecha de aceptación para su publicación:  
28 de noviembre de 2019.

## RESUMEN

**Introducción:** En el presente estudio se evalúa la densidad ósea alcanzada, mediante las unidades Hounsfield, por un nuevo biomaterial, compuesto por fosfato cálcico con agregado de silicio, en comparación con la hidroxiapatita de origen bovino en la preservación alveolar post-extracción. La preservación alveolar post-extracción se presenta como una técnica quirúrgica dirigida a reducir el colapso del reborde alveolar tras la extracción dental mediante la utilización de un biomaterial. La finalidad del tratamiento es facilitar la posterior rehabilitación implantológica.

**Material y método:** Se llevó a cabo un estudio sobre 6 pacientes procedentes de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid a los que se les realizó la técnica de preservación alveolar postextracción. Se establecieron dos grupos: un grupo test en el que el alveolo se rellenó con fosfato cálcico con agregado de silicio y un grupo control en el que se rellenó con hidroxiapatita de origen bovino. Transcurridos 3 meses, se realizó una tomografía computerizada de haz de cono para evaluar la densidad ósea alcanzada por los biomateriales.

**Resultados:** La densidad mineral media alcanzada en el grupo tratado con fosfato cálcico con agregado de silicio fue de  $1.100,40 \pm 111,19$  unidades Hounsfield, mientras que en el grupo que fue tratado con hidroxiapatita de origen bovino fue de  $1.029,46 \pm 95,16$  unidades Hounsfield.

**Conclusiones:** Ambos biomateriales parecen presentar un comportamiento similar en cuanto a los resultados densitométricos obteniendo una densidad superior a 1.000 unidades Hounsfield, siendo el fosfato cálcico con agregado de silicio el que mayor densidad presenta.

COMPARATIVE DENSITOMETRIC ANALYSIS BETWEEN A NEW BONE GRAFT MATERIAL COMPOSED BY CALCIUM PHOSPHATE VS. BOVINE HYDROXYAPATITE IN ALVEOLAR RIDGE PRESERVATION. PILOT STUDY

## ABSTRACT

**Introduction:** In the present study, bone density from the new biomaterial composed by calcium phosphate and added silica is compared with bovine hydroxyapatite by means of Hounsfield units in alveolar ridge preservation. Alveolar ridge preservation is a surgical technique proposed to reduce bone resorption caused by dental extraction, using a bone graft. This technique's final goal is to facilitate implant insertion and rehabilitation.

**Materials and methods:** A study was carried out on 6 patients from the Faculty of Dentistry of the Complutense University of Madrid performing the technique of alveolar ridge preservation. Two groups were established, a test group in which the alveolar socket was filled with calcium phosphate and added silica and a control group where the socket was filled with bovine hydroxyapatite. After 3 months, a cone-beam computed tomography was performed to evaluate the bone density achieved by both biomaterials.

**Results:** The average bone density achieved in the group treated with calcium phosphate and added silica was  $1100,40 \pm 111,19$  Hounsfield units whereas in the group treated with bovine hydroxyapatite the average bone density was  $1029,46 \pm 95,16$  Hounsfield units.

## PALABRAS CLAVE

Fosfato cálcico, Biomateriales, injerto óseo, preservación alveolar, implante dental.

**Conclusions:** Both biomaterials seem to present a similar behaviour in terms of densitometric results obtaining a density greater than 1000 Hounsfield units, having the calcium phosphate and added silica the highest density.

## KEY WORDS

Calcium phosphate, Biomaterials, Bone graft, Alveolar ridge preservation, Dental implant.

## INTRODUCCIÓN

La pérdida de hueso alveolar se puede desencadenar por diferentes circunstancias como un traumatismo, un proceso infeccioso o como consecuencia de la enfermedad periodontal. La causa más frecuente de deficiencia ósea en la cresta alveolar se produce por la ausencia de la función mecánica provocada por la extracción o pérdida de un diente<sup>1</sup>.

Dado que el proceso alveolar es una estructura dependiente de la presencia dental, su pérdida conlleva el desencadenamiento de significativos cambios estructurales que se manifiestan en una reducción vertical y horizontal de la cresta ósea<sup>2,3</sup>.

Según Seibert<sup>4</sup> los defectos de la cresta alveolar se pueden clasificar en tres categorías:

- Clase 1: cuando la deficiencia ósea predomina en la dimensión horizontal.
- Clase 2: cuando la deficiencia ósea predomina en la dimensión vertical.
- Clase 3: cuando la deficiencia ósea afecta a las dimensiones vertical y horizontal.

Teniendo en cuenta estas dimensiones, se ha observado que el componente óseo horizontal es el más afectado tras la pérdida dental, afectando mayoritariamente a la cortical vestibular. Por otro lado, la reducción crestal en altura es más leve, predominando también en la cortical vestibular<sup>3</sup>.

Numerosos estudios han demostrado que la mayor parte de la reabsorción ósea, que se produce tras la pérdida dental, ocurre durante los primeros 3 meses de cicatrización, pudiendo observarse cambios dimensionales hasta un año después<sup>2</sup>.

El estudio de Schropp y cols.<sup>5</sup> revela que la cresta ósea, tras la extracción dental, pierde el 50% de su ancho alveolar durante los primeros 12 meses, lo que supone una reducción crestal de 5 a 7 mm. Debido a esto, la colocación ideal del implante puede verse comprometida<sup>2,6</sup>.

Andrés-Veiga y cols.<sup>7</sup> observaron que esta cantidad de reabsorción ósea puede variar entre un individuo y otro y, además, en un mismo individuo en diferentes momentos de su vida, debido a la influencia de una serie de factores locales y sistémicos.

La preservación alveolar postextracción (PAP) se presenta como una técnica quirúrgica dirigida a reducir el colapso del reborde alveolar tras la extracción dental mediante la utilización de un biomaterial. La finalidad del tratamiento es facilitar la posterior rehabilitación implantológica<sup>8-10</sup>.

A pesar de que en los últimos años se han venido investigando diferentes tipos de biomateriales de injerto óseo, tanto en modelos preclínicos como en estudios clínicos, ninguno de ellos ha conseguido, por ahora, frenar totalmente la reabsorción de la cresta alveolar tras la extracción dental. En los diferentes estudios realizados, se ha observado que los resultados clínicos, radiológicos e histológicos varían dependiendo del tipo de biomaterial utilizado. Entre los materiales examinados se encuentran el hueso autólogo, los aloinjertos, los xenoinjertos, los aloplásticos y las proteínas morfogenéticas óseas<sup>10,11</sup>.

Recientemente han aumentado las líneas de investigación destinadas a conseguir minimizar o bloquear la reabsorción ósea producida tras la pérdida dental. El motivo de estas investigaciones se debe al impacto directo que tiene esta reducción ósea en el compromiso de la futura colocación de los implantes dentales<sup>12,13</sup>. Un volumen óseo adecuado conduce a una mejor oportunidad de obtener una estética óptima, reduciendo así la necesidad de injertos adicionales<sup>12</sup>.

La revisión sistemática, realizada por Vignoletti y cols.,<sup>2</sup> concluye que la técnica de PAP consigue reducir significativamente la reabsorción ósea crestal tanto en anchura como en altura. Las diferencias observadas entre la reabsorción ósea de los grupos tratados con biomaterial y de los grupos control, que no fueron tratados, fue de 1,47 mm en altura y de 1,83 mm en anchura.

A pesar de conocer esta reducción en la reabsorción ósea, aún no existe suficiente evidencia científica para determinar qué biomaterial de relleno alveolar resulta superior en esta técnica<sup>2,8,14</sup>.

El objetivo del presente estudio es evaluar la densidad ósea alcanzada, utilizando las unidades Hounsfield (UH), por un nuevo biomaterial, compuesto por fosfato cálcico con agregado de silicio (CAPO-Si), en comparación con la hidroxiapatita de origen bovino (HAB) en la técnica de PAP.



Figura 1. Alveolo del diente exodonciado.



Figura 2. Relleno del alveolo con el biomaterial.

## MATERIAL Y MÉTODO

Se realizó un estudio de cohortes retrospectivo sobre 6 pacientes con dientes uni o birradiculares susceptibles de extracción dentaria, para posteriormente ser rehabilitados con implantes, procedentes de la Facultad de Odontología de la Universidad Complutense de Madrid. Se establecieron dos grupos compuestos por 3 pacientes cada uno: un grupo test en el que, tras la extracción dentaria, el alveolo fue rellenado con CAPO-Si y un grupo control en el que se rellenó con HAB.

En cuanto a los criterios de selección de la muestra, ningún paciente presentaba patología o tratamientos que pudieran comprometer la PAP (desórdenes de calcio, inmunodeprimidos, tratamiento con bisfosfonatos, corticoides, radioterapia o fármacos que interfirieran con el metabolismo del calcio). Además, la integridad de las cuatro corticales del alveolo fue necesaria para su inclusión en el estudio.

Tras la desinfección del campo quirúrgico con povidona iodada (Betadine®, Meda Pharma SAU, Madrid, España), se procedió al infiltrado de articaína con epinefrina 40/0,01 mg/ml (Ultracain®, Laboratorios Normon SA, Madrid, España). A continuación, se realizó la extracción del diente en cuestión comprobando la integridad de todas sus corticales y legando rigurosamente el alveolo (Figura 1).

Posteriormente, mediante un colgajo a espesor total se rellenó el alveolo con el biomaterial en cuestión (Figura 2) y se colocó una membrana de colágeno reabsorbible de 25 x 30 mm de tamaño (Osgide®, Curasan AG, Kleinostheim, Alemania) (Figura 3). Seguidamente, se procedió al cierre del colgajo mediante la utilización de sutura de cuatro cerros (Figura 4).

Como medidas postoperatorias se pautó tratamiento antiinflamatorio (diclofenaco sódico 100 mg cada 12 horas durante 4 días) y enjuagues con una solución antiséptica de clorhexidina al 0,12% (Clorhexidina Lacer®, Lacer SA, Barcelona, España). Los pacientes fueron citados a los siete días para la retirada de suturas. Se establecieron citas de revisión durante el primer y segundo mes, rea-



Figura 3. Colocación de la membrana de colágeno reabsorbible.



Figura 4. Cierre del colgajo mediante sutura.

lizando radiografías periapicales de control para evaluar una correcta cicatrización de los tejidos.

Transcurridos 3 meses de la extracción, se realizó a todos los pacientes una prueba de tomografía computerizada de haz de cono (CBCT) (Newtom modelo 5G XL, Verona, Italia) para valorar la colocación del implante y la densidad ósea alcanzada por el biomaterial (Figuras 5 y 6). Las mediciones densitométricas fueron realizadas con el programa NNT Viewer 7.2.

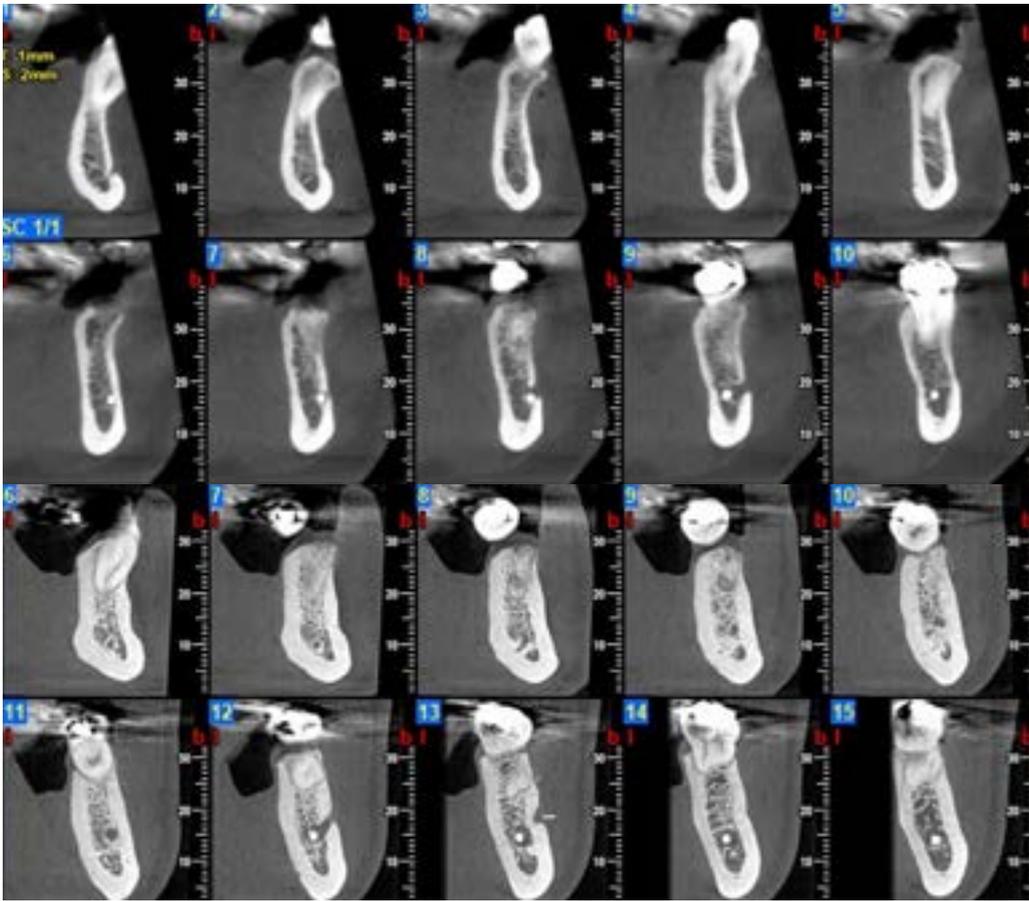


Figura 5. CBCT del caso 3 transcurridos tres meses de la extracción.

Como análisis estadístico se efectuó una t de Student para muestras independientes tras una evaluación de la homogeneidad de varianzas. Los datos se presentaron como media  $\pm$  desviación estándar y el nivel de significación estadística se estableció en  $p \leq 0,05$ .

## RESULTADOS

En todos los casos se consiguió un cierre primario del colgajo sin registrarse, durante el periodo de seguimiento, ningún tipo de complicación ni exposición de la membrana.

La densidad mineral media alcanzada, transcurridos 3 meses de la extracción dental, en el grupo tratado con CAPO-Si fue de  $1.100,40 \pm 111,19$  UH, mientras que en el grupo tratado con HAB fue de  $1.029,46 \pm 95,16$  UH. La edad media del grupo test fue de 53 años, mientras que la edad media del grupo control fue de 45 años. En la Tabla 1 se recogen las densidades obtenidas por los pacientes del estudio. La Tabla 2 muestra los valores de media y desviación estándar de los dos grupos y el resultado de la t de Student.

Tabla 1. Densidad mineral obtenida por cada paciente en el estudio

Caso	Edad	Sexo	Biomaterial utilizado	Densidad mineral
1	57	F	CAPO-Si	1173,03 UH
2	46	M	CAPO-Si	972,38 UH
3	56	F	CAPO-Si	1155,78 UH
4	50	F	HAB	920,31 UH
5	43	M	HAB	1072,98 UH
6	44	F	HAB	1095,09 UH

NOTA: F: Femenino; M: Masculino; CAPO-Si: Fosfato cálcico con agregado de silicio; HAB: Hidroxiapatita de origen bovino; UH: Unidades Hounsfield.

**TABLA 2. VALORES DE MEDIA Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR DE LOS DOS GRUPOS Y EL RESULTADO DE LA T DE STUDENT**

	Grupo CAPO-Si	Grupo HAB
Media	1100,40	1029,46
Desviación estándar	111,19	95,16
Valor t	0,8396	
Valor p	0,4484*	

\* p estadísticamente no significativa.

NOTA: CAPO-Si: Fosfato cálcico con agregado de silicio; HAB: Hidroxiapatita de origen bovino. Unidades Hounsfield.

A nivel óseo se pudo apreciar en ambos grupos, tanto radiográfica como clínicamente, una altura suficiente de las crestas mesial y distal para la colocación del implante. Además, la anchura entre las corticales vestibular y lingual de los alveolos preservados se mantuvo, evitando el colapso horizontal del reborde alveolar en ambos grupos. Ninguno de los pacientes del estudio mostró dehiscencia de la cortical vestibular.

En todos los casos fue posible la rehabilitación implantológica a los 3 meses tras la PAP, obteniendo una correcta estabilidad primaria sin la necesidad de utilización de técnicas de injerto óseo adicionales.

## DISCUSIÓN

En el presente estudio piloto, el biomaterial experimental para realizar el tratamiento de PAP ha sido una cerámica compuesta por CAPO-Si.

El silicio (Si) es un mineral esencial para el adecuado crecimiento y desarrollo de huesos y cartílagos. La justificación de la incorporación de Si al biomaterial de estudio se debe a que se ha observado que aquellos biomateriales sintéticos basados en fosfato cálcico, que incluyen niveles de Si en sus estructuras, demuestran un rendimiento biológico superior. Este aumento se atribuye a los cambios inducidos por el Si en las propiedades del material ya que estimula la función de los osteoblastos y la formación de hueso<sup>15</sup>. Además, en diferentes estudios se ha observado que la incorporación de Si aumenta la angiogénesis, favoreciendo la neoformación ósea<sup>16,17</sup>.

El estudio realizado por Patel y cols.,<sup>18</sup> evalúa histomorfométricamente la cantidad de hueso neoformado entre dos compuestos: uno formado por hidroxiapatita y otro, por hidroxiapatita con Si. Los resultados revelaron que el compuesto con Si mostraba un 15,5% más de crecimiento óseo y un 12,7% de superficie implantológica adicional

cubierta por hueso en comparación con el compuesto que no contenía Si.

En el presente trabajo, el uso combinado de membrana con biomaterial se justifica desde un punto de vista mecánico ya que estabiliza el coágulo sanguíneo, actuando como un andamio con un efecto de mantenimiento de espacio y evitando el crecimiento epitelial. Así mismo, se justifica biológicamente, ya que dependiendo de su composición proporciona una fuente adicional de colágeno, minerales y factores de crecimiento<sup>3</sup>.

El metaanálisis, realizado por Ávila-Ortiz y cols.,<sup>11</sup> (2014) sobre PAP concluye que existen diferencias estadísticamente significativas a favor del uso de membrana observándose una menor reabsorción ósea vertical en las corticales vestibular y lingual.

Las UH obtenidas en las pruebas de CBCT ayudan a evaluar la densidad y calidad ósea. Las UH se utilizan para evaluar la densidad radiológica de los materiales y se establecen sobre una base en la que el aire equivale a <1.000 UH, el agua equivale a 0 UH y el material con mayor densidad equivale a >3.000 UH. La mayoría de las densidades óseas oscilan entre 100 y 1.900 UH<sup>19</sup>.

Misch.,<sup>20</sup> estableció una clasificación para poder evaluar la calidad ósea mediante las UH. Esta clasificación distingue las siguientes densidades óseas:

- D1: hueso con cortical densa. Presenta >1.250 UH.
- D2: hueso con cortical densa a porosa y trabéculas gruesas. Presenta 850-1.250 UH.
- D3: hueso con cortical porosa delgada y trabéculas finas. Presenta 350-850 UH.
- D4: hueso con trabéculas finas. Presenta 150-350 UH.
- D5: hueso con mineralización incompleta. Presenta <150 UH.

Los resultados obtenidos en este estudio revelan que la densidad mineral media del biomaterial en el grupo tratado con CAPO-Si es superior a la densidad obtenida en el grupo tratado con HAB, siendo éstas de 1.100,40 UH y 1.029,46 UH respectivamente. La densidad del biomaterial para ambos grupos corresponde, según la clasificación de Misch<sup>20</sup>, a un hueso tipo D2. Debido al pequeño tamaño muestral, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la densidad de los biomateriales.

Estos resultados se asemejan a estudios similares en los que se ha realizado PAP. Así, Henao y cols.,<sup>21</sup> (en 2016) realizan un estudio sobre 37 alveolos compuestos por un grupo test en el que se utilizó beta fosfato tricálcico, mientras que el grupo control estaba compuesto por un material bifásico de hidroxiapatita sintética y fosfato tricálcico. Las pruebas de CBCT realizadas a los 3 meses revelaron una densidad media de 1.052 UH para el grupo que fue tratado con beta fosfato tricálcico y de 1.020 UH para el grupo que fue tratado con el material bifásico. Finalmente, estos autores indican que no existen diferencias densitométricas estadísticamente significativas entre un biomaterial y otro.

Por otra parte, el tiempo esperado para la colocación de los implantes tras la PAP se ha observado que varía notablemente entre los diferentes estudios publicados. Se podría argumentar que periodos de curación prolongados ayudarían a mejorar los resultados implantológicos ya que permitirían más tiempo para la mineralización del tejido óseo en el alveolo. Esta afirmación queda contradicha por recientes revisiones sistemáticas como la realizada por Mardas y cols.,<sup>14</sup> en 2015 o por De Risi y cols.,<sup>3</sup> en 2015. Los autores no encuentran diferencias estadísticamente significativas en las tasas de supervivencia y de éxito obtenidas entre los estudios en los que se colocaron los implantes en diferentes periodos de cicatrización tras realizar PAP. Por ello, la colocación del implante podría realizarse transcurridos 3 ó 4 meses de cicatrización independientemente de los materiales de injerto óseo utilizados.

Debido a que el grupo experimental presenta una media densitométrica más alta que el grupo control, sería interesante ampliar la muestra en un futuro estudio, ya como ensayo clínico, realizando un análisis histomorfométrico adicional de ambos biomateriales para poder cuantificar la densidad mineral ósea alcanzada y correlacionarla con los datos densitométricos, dado que el tamaño muestral de este estudio es muy pequeño y por ello hay un resultado estadísticamente no significativo.

## CONCLUSIONES

Ambos grupos de estudio parecen presentar un comportamiento similar en cuanto a los resultados densitométricos obteniendo una densidad superior a 1.000 UH, siendo el CAPO-Si el que mayor densidad presenta.



## BIBLIOGRAFÍA

1. Sanz M, Vignoletti F. Key aspects on the use of bone substitutes for bone regeneration of edentulous ridges. *Dent Mater* 2015; 31 (6): 640-7.
2. Vignoletti F, Matesanz P, Rodrigo D, Figueró E, Martín C, Sanz M. Surgical protocols for ridge preservation after tooth extraction. A systematic review. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23 Supl 5: 22-38.
3. De Risi V, Clementini M, Vittorini G, Mannocci A, De Sanctis M. Alveolar ridge preservation techniques: a systematic review and meta-analysis of histological and histomorphometrical data. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26 (1): 50-68.
4. Seibert JS. Reconstruction of deformed, partially edentulous ridges, using full thickness onlay grafts. Part II. Prosthetic/periodontal interrelationships. *Compend Contin Educ Dent* 1983; 4 (6): 549-62.
5. Schropp L, Wenzel A, Kostopoulos L, Karring T. Bone healing and soft tissue contour changes following single-tooth extraction: a clinical and radiographic 12-month prospective study. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2003; 23 (4): 313-23.
6. Jung RE, Ioannidis A, Hämmerle CHF, Thoma DS. Alveolar ridge preservation in the esthetic zone. *Periodontol* 2000 2018; 77 (1): 165-75.
7. Andrés-Veiga M, Barona-Dorado C, Martínez-González MJ, López-Quiles J, Martínez-González JM. Influence of the patient's sex, type of dental prosthesis and antagonist on residual bone resorption at the level of the premaxilla. *Med Oral Pat Oral Cir Buc* 2012; 1 (17): 178-82.
8. Horowitz R, Holtzclaw D, Rosen PS. A review on alveolar ridge preservation following tooth extraction. *J Evid Based Dent Pract* 2012; 12 Supl 1: 149-60.
9. Mardas N, Chadha V, Donos N. Alveolar ridge preservation with guided bone regeneration and a synthetic bone substitute or a bovine-derived xenograft: a randomized, controlled clinical trial. *Clin Oral Implants Res* 2010; 21 (7): 688-98.
10. Horváth A, Mardas N, Mezzomo LA, Needleman IG, Donos N. Alveolar ridge preservation. A systematic review. *Clin Oral Investig* 2013; 17 (2): 341-63.
11. Ávila-Ortiz G, Elangovan S, Kramer KW, Blanchette D, Dawson DV. Effect of alveolar ridge preservation after tooth extraction: a systematic review and meta-analysis. *J Dent Res* 2014; 93 (10): 950-8.
12. Iocca O, Farcomeni A, Pardiñas-López S, Talib HS. Alveolar ridge preservation after tooth extraction: a Bayesian Network meta-analysis of grafting materials efficacy on prevention of bone height and width reduction. *J Clin Periodontol* 2017; 44 (1): 104-14.
13. Tan WL, Wong TL, Wong MC, Lang NP. A systematic review of post-extraction alveolar hard and soft tissue dimensional changes in humans. *Clin Oral Implants Res* 2012; 23 Supl 5: 1-21.
14. Mardas N, Trullenque-Eriksson A, MacBeth N, Petrie A, Donos N. Does ridge preservation following tooth extraction improve implant treatment outcomes: a systematic review: Group 4: Therapeutic concepts & methods. *Clin Oral Implants Res* 2015; 26 Supl 11: 180-201.
15. Pietak AM, Reid JW, Stott MJ, Sayer M. Silicon substitution in the calcium phosphate bioceramics. *Biomaterials* 2007; 28 (28): 4023-32.
16. Alt V, Kögelmaier DV, Lips KS, Witt V, Pacholke S, Heiss C y cols. Assessment of angiogenesis in osseointegration of a silica-collagen biomaterial using 3D-nano-CT. *Acta Biomater* 2011; 7 (10): 3773-9.
17. Zhai W, Lu H, Chen L, Lin X, Huang Y, Dai K y cols. Silicate bioceramics induce angiogenesis during bone regeneration. *Acta Biomater* 2012; 8 (1): 341-9.
18. Patel N, Best SM, Bonfield W, Gibson IR, Hing KA, Damien E y cols. A comparative study on the in vivo behavior of hydroxyapatite and silicon substituted hydroxyapatite granules. *J Mater Sci Mater Med* 2002; 13 (12): 1199-206.
19. Jeong KI, Kim SG, Oh JS, Jeong MA. Consideration of various bone quality evaluation methods. *Implant Dent* 2013; 22 (1): 55-9.
20. Misch CE. Contemporary implant dentistry. 2º Ed. St Louis: Mosby; 1999.
21. Henao SL, Morales LM, Valencia C, Arce S, Jaramillo A, Cruz C y cols. Determination of changes in height and bone density after process preservation with synthetic bone substitute. *Rev Estomatol* 2016; 24 (1): 11-7.