



Octubre - Diciembre 2023  
Vol. 3, núm. 4 / pp. 181-186

# Herramientas digitales para la planificación de elevación de seno maxilar y cirugía guiada en implantología

*Digital tools for planning sinus lift and guided surgery in implantology*

Gustavo Bustamante,\* Gustavo Díaz,<sup>†</sup> Luis Romero,<sup>§</sup> Alejandro Cedeño,\* Rafael Concho<sup>‡</sup>

## Palabras clave:

seno maxilar, cirugía guiada, planificación digital.

## Keywords:

maxillary sinus, guided surgery, digital planning.

## RESUMEN

**Introducción:** la invención de la tomografía computarizada y el desarrollo del software interactivo para permitir la planificación digital ha mejorado drásticamente la exactitud de los procedimientos en cirugía bucal, sobre todo en la planificación de implantes dentales. En el maxilar posterior, debido a la presencia del seno maxilar, la altura del hueso residual inferior a 3 mm es un factor crítico que puede afectar la estabilidad y supervivencia del implante. La planificación digital facilita y acorta los tiempos quirúrgicos, además de brindar seguridad para una elevación precisa del seno maxilar y la posterior colocación de implantes mediante la confección de una guía quirúrgica. **Objetivo:** describir la efectividad de la planificación digital para predecir y registrar la ganancia de altura ósea mediante la elevación del seno maxilar y la posterior cirugía guiada para la colocación de implantes. **Reporte de caso:** se presenta caso clínico donde, mediante planificación digital, se realiza técnica de elevación del seno maxilar por vía lateral y la posterior colocación de implantes implementando una guía quirúrgica. **Conclusión:** a pesar de las numerosas ventajas de la planificación digital para la elevación del seno maxilar y diseño de guía quirúrgica, existe un vacío en la literatura que plantee protocolos estandarizados para este fin, nuestro protocolo de planificación digital para la elevación del seno maxilar y diseño de guía quirúrgica para implantes es efectivo, preciso y predecible.

## ABSTRACT

**Introduction:** the invention of computed tomography and the development of interactive software to allow digital planning has drastically improved the accuracy of procedures in oral surgery, especially in the planning of dental implants. In the posterior maxilla, due to the presence of the maxillary sinus, the height of the residual bone less than 3 mm is a critical factor that can affect the stability and survival of the implant. Digital planning facilitates and shortens surgical times, in addition to providing safety for accurate sinus elevation and subsequent implant placement by making a surgical guide. **Objective:** to describe the effectiveness of digital planning in predicting and recording bone height gain through maxillary sinus elevation and subsequent guided surgery for implant placement. **Case report:** a clinical case is presented in which, by means of digital planning, a maxillary sinus elevation technique is performed by lateral approach and subsequent implant placement by implementing a surgical guide. **Conclusion:** despite the numerous advantages of digital planning for sinus elevation and surgical guide design, there is a gap in the literature for standardized protocols for this purpose. Our digital planning protocol for sinus elevation and surgical guide design for implants is effective, accurate and predictable.

## INTRODUCCIÓN

La pérdida de estructuras dentales eventualmente implica pérdida ósea, desplazamiento de los dientes, cambios oclusales, disminución de la fuerza masticatoria, problemas a nivel de la articulación

temporomandibular. Cuando un paciente se presenta con la necesidad de implantes para reemplazar los dientes perdidos, la ejecución correcta sólo puede ocurrir con una planificación minuciosa.<sup>1</sup>

La invención de la tomografía computarizada y el desarrollo de software interactivos permiten

**Citar como:** Bustamante G, Díaz G, Romero L, Cedeño A, Concho R. Herramientas digitales para la planificación de elevación de seno maxilar y cirugía guiada en implantología. *Lat Am J Oral Maxillofac Surg.* 2023; 3 (4): 181-186. <https://dx.doi.org/10.35366/115739>

\* Odontólogo. Cirujano Bucal. Profesor de Postgrado y Pregrado de Cirugía Bucal.

<sup>†</sup> Odontólogo. Programa de Formación de Residencia de Postgrado en Cirugía Bucal.

<sup>§</sup> Odontólogo. Cirujano Bucal y Maxilofacial. Profesor de Postgrado de Cirugía Bucal.

Universidad del Zulia, Venezuela.

Recibido: 15/11/2023  
Aceptado: 02/12/2023

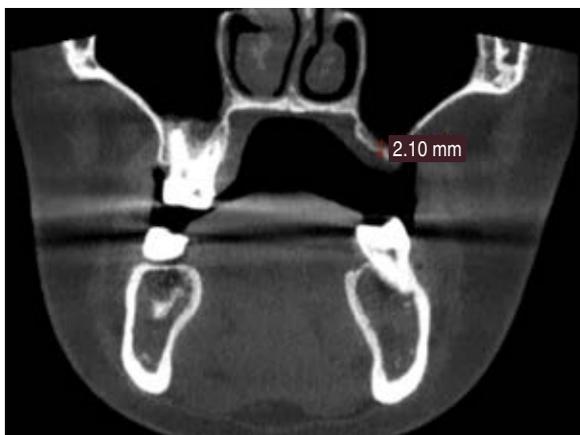
doi: 10.35366/115739



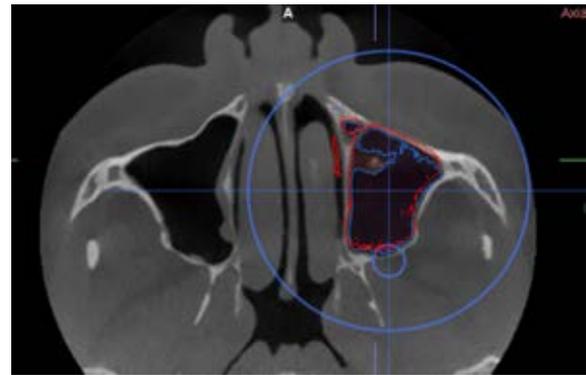
la planificación virtual, con el objetivo de guiar la precisión quirúrgica hacia un objetivo específico. Ha mejorado drásticamente la exactitud de los procedimientos en cirugía bucal sobre todo en la planificación de implantes dentales de forma digital, ya que nos brinda una gran cantidad de datos sobre la anatomía de cada paciente, además de la posibilidad de cuantificar el volumen del seno maxilar, optimizando al máximo la planificación de casos que ameritan la elevación del mismo, además permite predecir un mejor posicionamiento tridimensional de los implantes que podría conducir a mejores restauraciones, creando un perfil de emergencia adecuado.<sup>2-5</sup>

La elevación del piso del seno maxilar es un procedimiento quirúrgico común que se realiza para aumentar el volumen óseo en el maxilar posterior atrófico previo a la colocación del implante dental. Es una técnica quirúrgica altamente predecible que logra tasas de supervivencia de implantes similares a las logradas en hueso prístino.<sup>6,7</sup> Sin embargo, durante este procedimiento quirúrgico, pueden ocurrir complicaciones intraoperatorias como perforaciones de la membrana sinusal por causas iatrogénicas derivadas de un manejo quirúrgico incorrecto o por consideraciones anatómicas propias del paciente, así como también, lesiones de la arteria alveolar antral, que es la segunda complicación más frecuente de la elevación del piso del seno maxilar. Con el fin de evitar complicaciones intraoperatorias es indispensable el análisis preoperatorio de estudios por imágenes, la tomografía computarizada de haz cónico (CBCT, por sus siglas en inglés) es la mejor opción entre las modalidades de imágenes disponibles.<sup>2,7</sup>

Las técnicas de aumento de seno incluyen ventana lateral y elevación de seno transalveolar con o sin injertos óseos.<sup>3</sup> Por su parte, el abordaje lateral consiste en la creación de una pequeña ventana ósea lateral al seno maxilar, al utilizar esta técnica con un material de injerto, el aumento del volumen óseo del maxilar posterior severamente atrófico es capaz de



**Figura 1:** Tomografía computarizada de haz cónico inicial, donde se cuantifica la altura del remanente óseo con el software Nemetec.



**Figura 2:** Tomografía computarizada de haz cónico inicial. Cuantificación del volumen del seno maxilar.

soportar implantes dentales de manera segura y predecible con una baja incidencia de morbilidad.<sup>8,9</sup>

Los modelos estereolitográficos permiten a los profesionales producir ellos mismos guías quirúrgicas de implantes que proporcionan mayor exactitud y seguridad en la aplicación de los tratamientos deseados.<sup>10</sup> La guía quirúrgica es un dispositivo cuyo propósito es permitir al cirujano predecir la ubicación exacta además de la profundidad en la cual deseamos sumergir nuestro implante.<sup>11</sup>

El objetivo de este estudio es describir la efectividad de la planificación digital para predecir y registrar la ganancia de altura ósea mediante la elevación del seno maxilar y en la posterior cirugía guiada para la colocación de implantes.

## REPORTE DEL CASO

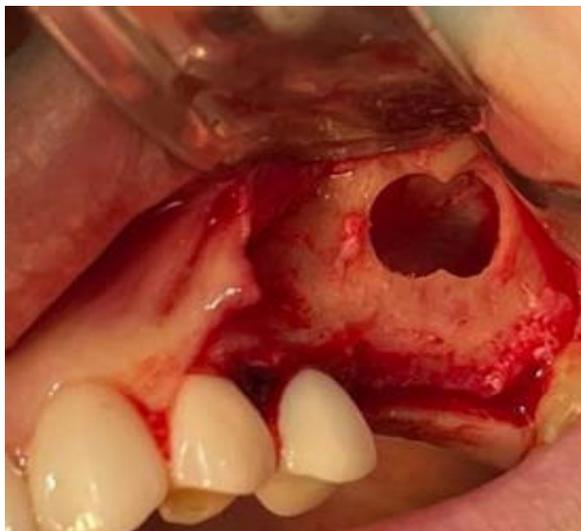
Se trata de paciente femenino de 32 años de edad, quien acudió al área quirúrgica de la Facultad de Odontología de la Universidad del Zulia para rehabilitación protésica implantosoportada. A la anamnesis la paciente niega antecedentes médicos quirúrgicos de relevancia. En el examen clínico extraoral no se evidenciaron adenopatías palpables, aumentos de volumen ni disfunción a nivel de la articulación temporomandibular; intraoralmente se evidenció apertura oral conservada, halitosis, irritantes locales y ausencia de órgano dental (OD) 16, 26 y 27. La paciente aportó estudios imagenológicos tipo radiografía panorámica donde se apreciaba una importante pérdida ósea en el sector anterosuperior izquierdo, por lo tanto, se le solicitó CBCT para planificación digital utilizando el software Nemetec, en donde la altura ósea remanente se registró en unos 2.10 mm (Figura 1), también cuantificamos el volumen del seno maxilar (Figura 2), logrando predecir la cantidad de aloinjerto a utilizar (3 cm<sup>3</sup>), se discute el plan de tratamiento con la paciente y se obtiene el consentimiento informado verbal y escrito.

Previo asepsia y antisepsia del campo operatorio bajo sedación moderada se procede a infiltración anestésica con

clorhidrato de articaína al 4% y adrenalina 1:100,000; levantamos un colgajo de espesor total para exponer la cresta alveolar y la pared lateral del seno maxilar, realizando una incisión en la cresta media y una incisión de liberación mesial y distal tomando como puntos de referencia los dientes próximos al sitio edéntulo. El colgajo se elevó apicalmente hasta el punto de permitir la colocación del retractor perióstico, protegiendo los tejidos blandos (Figura 3), para la osteotomía y elevación de la membrana sinusal utilizamos el kit SLA de Neobiotech. Posteriormente colocamos un coágulo de fibrina rica en plaquetas (PRF) en el techo del seno para luego llevar el *sticky bone* previamente preparado con hueso alógeno y exudado obtenido de PRF; posicionamos una membrana colágena de pericardio de porcino para mantener la estabilidad del aloinjerto, para finalizar se utilizó una membrana de PRF con el fin de acelerar el proceso de cicatrización (Figuras 4 y 5). El colgajo fue reposicionado, teniendo especial cuidado en evitar tensiones excesivas colocando múltiples puntos de sutura monofilamento con Nylon 4-0 (Figura 6).

En cuanto a los cuidados postoperatorios la paciente recibió antibioticoterapia durante siete días y terapia analgésica durante cinco días después de la cirugía, además, se le indicó que evitara sonarse la nariz y se prescribió oximetazolina al 0.05% durante 10 días para ayudar al drenaje del seno maxilar, recibió crioterapia local y enjuagues a base de clorhexidina al 0.12%, dieta líquida y fría el primer día postoperatorio para después continuar con dieta blanda durante 14 días. Las suturas se retiraron dos semanas después de la cirugía.

Se solicitó radiografía de tipo panorámica inmediatamente después de la cirugía y CBCT seis meses después para eva-



**Figura 3:** Foto intraoperatoria de la ventana lateral para la elevación del seno maxilar.



**Figura 4:** Aloinjerto.

luar el volumen de los injertos y planificar la colocación del implante (Figura 7).

Se decide tratamiento quirúrgico para colocación de dos implantes dentales de 3.5 mm de diámetro con 11.5 y 13 mm de altura, para lo cual se procede a planificación digital del caso mediante estudio imagenológico antes mencionado (Figuras 8 y 9). Luego, utilizando el software informático Blue Sky Plan se diseña y confecciona una guía quirúrgica para la colocación de los mismos buscando la mayor precisión posible en cuanto a angulación y profundidad considerando proximidad a estructuras anatómicas importantes. De esta manera, utilizando la estereolitografía se realiza la impresión 3D de la misma en resina fotosensible usando la impresora Anycubic Photon.

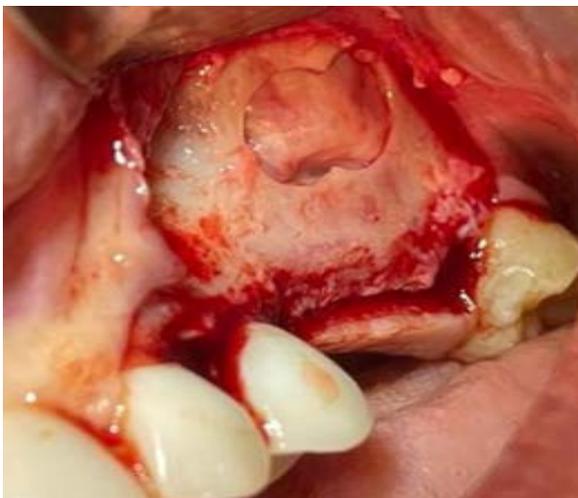
Se realiza procedimiento quirúrgico Flapless, utilizando de forma exitosa esta guía quirúrgica impresa, sin complicaciones intraoperatorias, posteriormente, al obtener nuevos estudios imagenológicos se importan las imágenes tomográficas al programa Blue Sky Plan y se superponen las correspondientes a la planificación virtual previa, se toman las mediciones respectivas y se evalúa la precisión en la colocación del implante con respecto a lo planificado.

Se observaron resultados satisfactorios para este caso complejo de atrofia maxilar posterior, que imposibilitaba la viabilidad de rehabilitación implantosoportada, logramos cuantificar el volumen total del seno maxilar prediciendo la cantidad de injerto óseo a utilizar, por otra parte comparamos el antes y el después superponiendo imágenes de la tomografía, pudiendo así registrar el éxito del procedimiento, en donde pasamos de tener una altura ósea de 2.10 a 14.43 mm lo que evidencia una notable precisión en la posición final de los implantes dentales en comparación a lo planificado previamente, evidenciando un muy bajo margen de diferencia posicional en la superposición de ambas tomografías, lo que demuestra el aventajamiento que supone la utilización de guías quirúrgicas con planificación digital en implantología oral.

## DISCUSIÓN

El primer procedimiento de elevación de seno fue realizado por Tatum en 1976, que modificó la técnica de Caldwell-Luc al preparar una ventana ósea lateral para diseccionar y elevar la membrana del seno luego de la colocación de hueso autógeno o sustituto óseo en el seno y seis meses de cicatrización. En 1986, Tatum realizó una elevación de seno transalveolar, utilizando un acceso transcrestal al seno desde el hueso alveolar edéntulo en donde la membrana del seno se eleva a través de la cresta alveolar. Las técnicas transalveolares de elevación del suelo del seno son más conservadoras y provocan menos dolor postoperatorio. Sin embargo, existe un mayor riesgo de complicaciones debido a la imposibilidad de visualizar la membrana de Schneider, y se considera un procedimiento «a ciegas».<sup>3</sup> Para nuestro abordaje utilizamos la técnica de elevación lateral, aunque una elevación de seno con ventana lateral es un poco más invasiva, esta técnica permite la visualización directa de la membrana de Schneider minimizando así el riesgo de perforación de ésta, además nos brindó un acceso óptimo para la colocación del aloinjerto y nos ayuda a reducir el tiempo intraoperatorio.

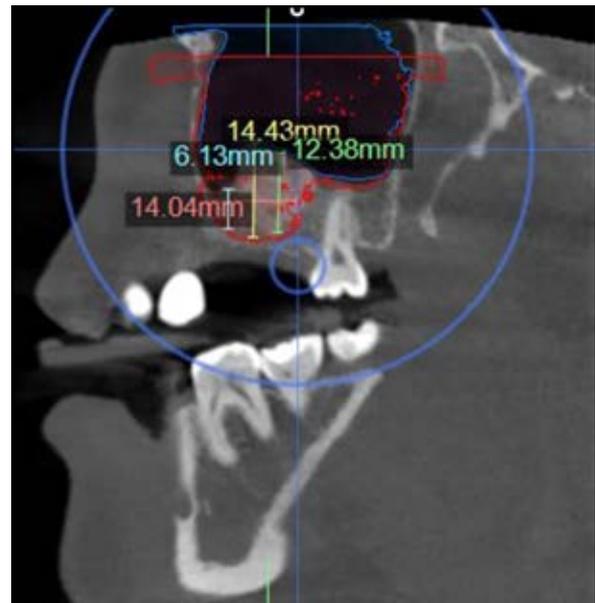
El presente estudio informó el resultado clínico de la elevación lateral del seno maxilar utilizando un enfoque digital. Durante la planificación digital, se seleccionó el mejor sitio para el abordaje lateral y la colocación de injerto óseo, además en una misma imagen pudimos planificar la posterior rehabilitación con implantes posicionándolos de manera ideal, pudiendo así predecir el anclaje del implante, lo que mejora aún más las tasas de éxito. Los resultados de este estudio están de acuerdo con An y colaboradores que a través de la planificación digital lograron aumentar el piso del seno maxilar con



**Figura 5:** Foto intraoperatoria posterior a la colocación de fibrina rica en plaquetas y aloinjerto estabilizados con una membrana de pericardio de porcino.



**Figura 6:** Foto intraoperatoria posterior a la reposición del colgajo y síntesis de los tejidos.



**Figura 7:** Tomografía computarizada de haz cónico seis meses posteriores a la elevación del seno maxilar donde se evidencia la ganancia ósea y se cuantifica utilizando el software Nemetec.

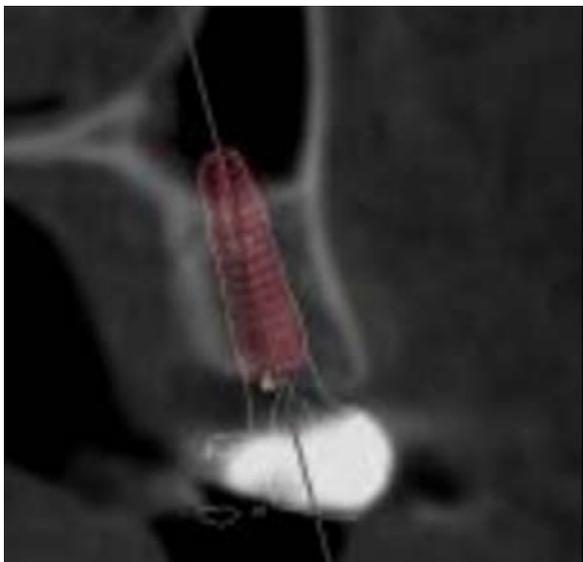
éxito, si bien es cierto la altura del hueso residual fue similar (< 3 mm), ellos utilizaron un abordaje transcrestal.<sup>12</sup>

Con el fin de superar un desafío como la pérdida ósea extensa, a lo largo de los años se han desarrollado muchas técnicas de aumento que han demostrado ser efectivas, una de las cuales es el uso de bloques óseos alogénicos. Un estudio retrospectivo en el cual los rebordes alveolares se aumentaron utilizando bloques

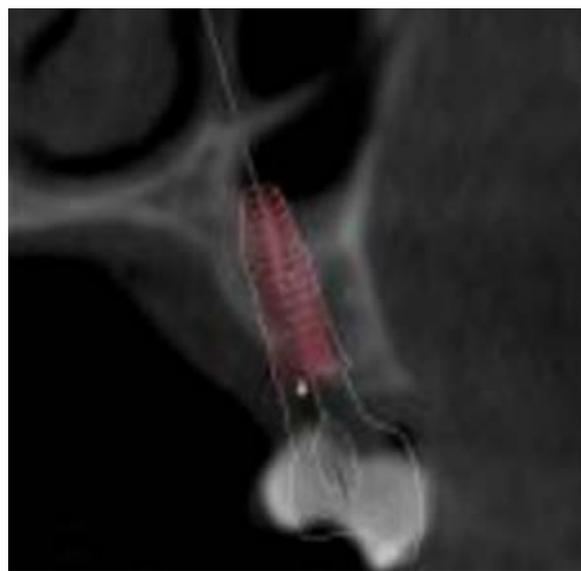
de hueso esponjoso alogénico, concluyeron que el uso de aloinjerto en bloque de hueso esponjoso y carga tardía permite un resultado estético predecible y estabilidad de los tejidos blandos y duros periimplantarios a lo largo del tiempo.<sup>8,9</sup> Lo que está en total acuerdo con nuestra investigación; en donde utilizamos aloinjerto para evitar las morbilidades que sabemos conllevan el uso de injertos óseos autólogos, aumentando la seguridad y predictibilidad al mismo tiempo que disminuye el tiempo intraoperatorio. Como un *bonus* utilizamos una membrana de pericardio porcino y una membrana de PRF para garantizar al máximo el éxito del procedimiento.

D'Souza y colaboradores plantearon que la alta tasa de supervivencia de los implantes tiene íntima relación con la colocación de los mismos de manera meticulosa. Sin embargo, la evidencia científica también ha documentado sobre la asociación de que la mayoría de las complicaciones quirúrgicas son producto de un diagnóstico erróneo, lo que posteriormente implicará una colocación de implantes de manera inadecuada.<sup>13,14</sup> Mediante este estudio determinamos que el uso de tomografías computarizadas -por sus bondades- nos permite una evaluación exhaustiva y precisa de cada caso en particular, además, con las herramientas tecnológicas disponibles en la actualidad podemos ser capaces de predecir el punto exacto de colocación de los implantes mediante la confección de guías quirúrgicas, permitiendo así mejores perfiles de emergencia lo cual tendrá como resultado una mayor tasa de éxito y supervivencia de implantes.

Buser y colegas especifican que mediante el uso de guías quirúrgicas se pueden reducir las complicaciones y aumenta enormemente la probabilidad de que la restauración final sea



**Figura 8:** Planificación digital para rehabilitación con implante dental en el primer cuadrante.



**Figura 9:** Planificación digital para rehabilitación con implante dental en el segundo cuadrante.

correcta, aspecto que coincide con los resultados de nuestro estudio cuya rehabilitación final fue exitosa. Por su parte Wismeijer y colaboradores describen los aspectos relacionados con términos de ubicación 3D y facilidad de restauración adecuada del implante en donde esta técnica tiene ventajas innegables si se aplica con cuidado y siguiendo los parámetros necesarios.<sup>15-17</sup> De acuerdo con estos autores, la utilización de guías quirúrgicas en la colocación de implantes en el caso reportado fue determinante para la precisión y éxito de los mismos.

Wismeijer y colegas mencionan que la tecnología digital está ganando una posición predominante en el mundo de la implantología, no obstante, plantean que la precisión de las guías quirúrgicas, además de la percepción y entendimiento por parte de los pacientes sobre el plan de tratamiento puede ser tortuoso, por lo tanto, aún son objeto de debate.<sup>15,18</sup> Sin embargo, en el presente estudio la precisión de las guías quirúrgicas aplicando las tecnologías digitales demostró ser altamente satisfactoria tanto para el clínico como para la paciente.

## CONCLUSIÓN

A pesar de las numerosas ventajas de la planificación digital para la elevación del seno maxilar y posterior colocación mediante guías quirúrgicas de implantes dentales, existe un vacío en la literatura que plantee protocolos estandarizados para la misma. El presente estudio demostró a través de la clínica y la evidencia científica que con la planificación digital para la elevación del seno maxilar y la colocación de implantes con guías quirúrgicas optimizamos los resultados. Ésta nos brinda múltiples herramientas para planificar el procedimiento, pre-

decir y registrar datos con el fin de ofrecerle al paciente un plan de tratamiento de alto nivel de precisión y confiabilidad, además de reducir el tiempo intraoperatorio, disminuyendo así las molestias postoperatorias.

## REFERENCIAS

1. Unsal GS, Turkyilmaz I, Lakhia S. Advantages and limitations of implant surgery with CAD/CAM surgical guides: a literature review. *J Clin Exp Dent*. 2020; 12 (4): e409-e417.
2. Márton K, Tamás SB, Orsolya N, et al. Microarchitecture of the augmented bone following sinus elevation with an albumin impregnated demineralized freeze-dried bone allograft (BoneAlbumin) versus anorganic bovine bone mineral: a randomized prospective clinical, histomorphometric, and micro-computed tomography study. *Materials (Basel)*. 2018; 11 (2): 202.
3. Yeung AWK, Hung KF, Li DTS, Leung YY. The use of CBCT in evaluating the health and pathology of the maxillary sinus. *Diagnostics (Basel)*. 2022; 12 (11): 2819.
4. Pistilli R, Canullo L, Pesce P, et al. Guided implant surgery and sinus lift in severely resorbed maxillae: a retrospective clinical study with up to 10 years of follow-up. *J Dent*. 2022; 121: 104137.
5. D'haese J, Ackhurst J, Wismeijer D, De Bruyn H, Tahmaseb A. Current state of the art of computer-guided implant surgery. *Periodontol 2000*. 2017; 73 (1): 121-133.
6. Schiavon L, Perini A, Brunello G, et al. The bone lid technique in lateral sinus lift: a systematic review and meta-analysis. *Int J Implant Dent*. 2022; 8 (1): 33.
7. Díaz-Olivares LA, Cortés-Bretón Brinkmann J, Martínez-Rodríguez N, et al. Management of Schneiderian membrane perforations during maxillary sinus floor augmentation with lateral approach in relation to subsequent implant survival rates: a systematic review and meta-analysis. *Int J Implant Dent*. 2021; 7 (1): 91.
8. Varela-Centelles P, Loira M, González-Mosquera A, et al. Study of factors influencing preoperative detection of alveolar antral artery by CBCT in sinus floor elevation. *Sci Rep*. 2020; 10 (1): 10820.
9. Tsai CF, Pan WL, Pan YP, et al. Comparison of 4 sinus augmentation techniques for implant placement with residual alveolar bone height  $\leq 3$  mm. *Medicine (Baltimore)*. 2020; 99 (46): e23180.
10. Yeung M, Abdulmajeed A, Carrico CK, et al. Accuracy and precision of 3D-printed implant surgical guides with different implant systems: an *in vitro* study. *J Prosthet Dent*. 2020; 123 (6): 821-828.
11. Linares D, Smith D. Revisión literaria sobre el uso de guías quirúrgicas versus la técnica a mano alzada para la colocación de implantes dentales. [Tesis Doctoral] Santo Domingo: Universidad Iberoamericana (UNIBE). 2021.
12. An X, Lee C, Fang Y, Choi BH. Immediate nonfunctional loading of implants placed simultaneously using computer-guided flapless maxillary crestal sinus augmentation with bone morphogenetic protein-2/collagen matrix. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2019; 21 (5): 1054-1061.
13. D'Souza KM, Aras MA. Types of implant surgical guides in dentistry: a review. *J Oral Implantol*. 2012; 38 (5): 643-652.
14. Virnik S, Cueni L, Kloss-Brandstatter A. Is one-stage lateral sinus lift and implantation safe in severely atrophic maxillae? Results of a comparative pilot study. *Int J Implant Dent*. 2023; 9 (1): 6.
15. Wismeijer D, Joda T, Flügge T, et al. Group 5 ITI consensus report: digital technologies. *Clin Oral Implants Res*. 2018; 29 Suppl 16: 436-442.
16. Naishlos S, Zenziper E, Zelikman H, et al. Esthetic assessment succeeding anterior atrophic maxilla augmentation with cancellous bone-block allograft and late restoration loading. *J Clin Med*. 2021; 10 (20): 4635.
17. Buser D, Sennerby L, De Bruyn H. Modern implant dentistry based on osseointegration: 50 years of progress, current trends and open questions. *Periodontol 2000*. 2017; 73 (1): 7-21.
18. Martínez-Gutiérrez O, Peña-Martínez V, Camacho-Ortiz A, et al. Spondylodiscitis treated with freeze-dried bone allograft alone or combined with autograft: a randomized and blinded trial. *J Orthop Surg (Hong Kong)*. 2021; 29 (2): 23094990211019101.

**Correspondencia:**

**Gustavo Díaz**

**E-mail:** adolfogustavodd@gmail.com