

MÁSTER UNIVERSITARIO EN CIRUGÍA E
IMPLANTOLOGÍA BUCAL AVANZADA

***Cambios volumétricos en Implantes dentales
inmediatos con relleno del GAP con diferentes
técnicas y provisionalización.***

Alumno: María Soler Delgado

Tutor: Dr. Juan Emilio Santiago

Madrid: 2025

Título del Trabajo:

Cambios volumétricos en Implantes dentales inmediatos con relleno del GAP con diferentes técnicas y provisionalización.

Trabajo de Fin de Máster para optar al título de **Máster en Cirugía e Implantología Bucal Avanzada** por **María Soler Delgado**, siendo el tutor del mismo el **Dr. Juan Santiago**.

Vo. Bo. del Tutor

VISTO BUENO DEL TUTOR PARA LA PRESENTACION DEL TFM


Según lo dispuesto en el Real Decreto 822/2021 por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad y siguiendo la Normativa de la Universidad Europea de Madrid en lo referente a los TFM, como profesor Tutor del TFM en el título de Máster Universitario Cirugía e Implantología Oral Avanzada.

Don Juan Emilio Santiago Saracho, tutor del TFM, declara que la estudiante Maria Soler Delgado ha realizado bajo su tutela el trabajo titulado:

Cambios volumétricos en Implantes dentales inmediatos con relleno del GAP con diferentes técnicas y provisionalización.

Considera que el trabajo anteriormente referido cumple los requisitos establecidos y **AUTORIZA** su presentación para la defensa ante la Comisión Evaluadora correspondiente

Madrid 17 de junio de 2025

**SANTIAGO
SARACHO
JUAN EMILIO
- 15915228X**  Firmado digitalmente
por SANTIAGO
SARACHO JUAN
EMILIO - 15915228X
Fecha: 2025.06.18
20:15:36 +02'00'

Tutor:

Dr. Juan Santiago

Alumno:

María Soler Delgado

AGRADECIMIENTOS

A mis compañeros del máster, en especial a Ale, Nicole, Sara, Berta y Cris, por la ayuda y experiencias vividas juntos. A mi tutor y profesores por la paciencia y los conocimientos prestados. Y sobre todo a mis padres, mi hermana y Gon, porque sin ellos nada de esto habría sido posible.

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de esta investigación es comparar el volumen de los tejidos antes y después de la colocación de un implante inmediato con diferentes técnicas de relleno del GAP, así como la influencia de la utilización de provisionalización en el mantenimiento de dichos tejidos.

Material y métodos: 40 sujetos serán aleatoriamente asignados a 4 grupos (n=10 pacientes por grupo): GRUPO I: provisionalización sin relleno de GAP; GRUPO II: provisionalización y relleno del GAP con Bio-Oss; GRUPO III: provisionalización + injerto de tejido conectivo; y GRUPO IV: provisionalización y relleno del GAP con Bio-Oss + injerto de tejido conectivo. Todos los pacientes recibirán una corona provisional o un pilar personalizado, anatómicamente contorneado, el día de la cirugía. Todos los implantes se colocaron sin necesidad de colgajo y con cierre mediante una corona provisional inmediata o pilar personalizado. La evaluación volumétrica se realizó mediante un CBCT y un escaneado intraoral (STL) en 2 tiempos: antes de la extracción (T0) y a los 4 meses tras la cirugía (T4). Se utilizó software específico para realizar mediciones en los archivos DICOM y STL y cuantificar los cambios volumétricos a nivel vestibular.

Resultados: Se analizaron 9 pacientes pertenecientes al Grupo II, todos tratados mediante implante inmediato con relleno del GAP con xenoinjerto bovino y provisionalización mediante pilar personalizado. Se observó una reducción significativa del margen gingival (MVG: $-0,917$ mm; $p=0,034$), así como del grosor vestibular (HVPL: $-0,584$ mm; $p=0,004$) y lingual/palatino (HPPL: $-0,416$ mm; $p<0,001$), con magnitudes del efecto moderadas a altas. En cuanto al tejido óseo, las diferencias entre T0 y T4 fueron menores a 0,5 mm en todos los niveles (1, 3 y 5 mm apicales), siendo solo $\Delta BW1$ estadísticamente significativa ($p=0,009$). No se encontraron diferencias significativas en la pérdida ósea según el maxilar, ni correlación con la longitud del implante. Sin embargo, se observó una correlación positiva entre la estabilidad primaria y $\Delta BW5$ ($p=0,017$; $r=0,761$). Estos resultados sugieren una preservación tisular clínicamente aceptable a corto plazo en implantes inmediatos con esta estrategia terapéutica.

Conclusiones: La técnica de colocación inmediata con relleno del GAP y pilar personalizado mostró una preservación tisular aceptable y una estabilidad de los tejidos periimplantarios, con pérdidas moderadas y clínicamente manejables. La estabilidad primaria se asoció a mejor mantenimiento óseo, y no se hallaron diferencias significativas según maxilar o tamaño del GAP.

Palabras clave: Implante inmediato, Pilar personalizado, Injerto de tejido conectivo, Tejido periimplantario, Xenoinjerto

ABSTRACT

Objective: The aim of this study is to compare tissue volume before and after immediate implant placement using different GAP-filling techniques, as well as to assess the influence of provisionalization on the preservation of peri-implant tissues.

Materials and methods: A total of 40 subjects will be randomly assigned to four groups (n = 10 patients per group): GROUP I: provisionalization without GAP filling; GROUP II: provisionalization and GAP filling with Bio-Oss; GROUP III: provisionalization and GAP filling with connective tissue graft; and GROUP IV: provisionalization and GAP filling with Bio-Oss + connective tissue graft. All patients will receive either a provisional crown or a customized anatomically contoured healing abutment on the day of surgery. All implants were placed flaplessly and sealed with either an immediate provisional or a customized healing abutment. Volumetric evaluation was performed using CBCT and intraoral scanning (STL) at two time points: before extraction (T0) and four months after surgery (T4). Specific software was used to perform measurements on the DICOM and STL files and quantify vestibular volumetric changes

Results: Nine patients from Group II were analyzed, all treated with immediate implant placement, GAP filling with bovine xenograft, and provisionalization using a customized abutment. A significant reduction in the gingival margin (MVG: -0.917 mm; $p = 0.034$), vestibular thickness (HVPL: -0.584 mm; $p = 0.004$), and palatal/lingual thickness (HPPL: -0.416 mm; $p < 0.001$) was observed, with moderate to high effect sizes. Regarding hard tissue, differences between T0 and T4 were under 0.5 mm at all levels (1, 3, and 5 mm apical), with only $\Delta BW1$ reaching statistical significance ($p = 0.009$). No significant differences were found according to jaw location or implant length. However, a positive correlation was identified between primary stability and $\Delta BW5$ ($p = 0.017$; $r = 0.761$). These results suggest clinically acceptable short-term tissue preservation in immediate implants with this therapeutic approach.

Conclusions: The technique of immediate implant placement with GAP filling and a customized healing abutment demonstrated acceptable tissue preservation and stability of peri-implant tissues, with moderate and clinically manageable tissue loss. Primary stability was associated with better bone maintenance, and no significant differences were observed by jaw location or GAP size.

Key words: Immediate implant, Customized abutment, Connective tissue graft, Peri-implant tissue, Xenograft.

ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS, GRÁFICOS Y FIGURAS	7
ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS	8
1. INTRODUCCIÓN	9
1.1. DEFINICIÓN Y VENTAJAS DEL IMPLANTE INMEDIATO	9
1.2. DEMANDA ACTUAL Y EXIGENCIAS ESTÉTICAS DE LOS PACIENTES	9
1.3. CRITERIOS DE INDICACIÓN DE UN IMPLANTE INMEDIATO Y PLANIFICACIÓN CLÍNICA	10
1.4. ESTABILIDAD PRIMARIA Y NECESIDAD DE ANCLAJE APICAL	11
1.5. CONSIDERACIONES ANTE ALVEOLOS INFECTADOS	12
1.6. IMPORTANCIA DEL GAP Y ESTRATEGIAS DE RELLENO. COMPOSICIÓN Y COMPORTAMIENTO DEL Bio-Oss®	13
1.7. DIMENSIONES DEL GAP, DIÁMETRO DEL IMPLANTE Y COMPACTACIÓN DEL MATERIAL DE INJERTO	14
1.8. FUNCIÓN DEL PILAR PERSONALIZADO Y PROVISIONALIZACIÓN INMEDIATA. TÉCNICA SSA	16
1.9. INJERTO DE TEJIDO CONECTIVO COMO COMPLEMENTO EN BIOTIPOS FINOS	17
1.10. EL USO DE SUPERPOSICIÓN DE STL PARA ANÁLISIS VOLUMÉTRICO	18
2. JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	19
3. OBJETIVOS E HIPÓTESIS	20
4. MATERIALES Y MÉTODOS	21
4.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	21
4.2. CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA	21
4.2.0. CRITERIOS DE INCLUSIÓN	21
4.2.1. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN	22
4.2.2. TAMAÑO MUESTRAL Y DISTRIBUCIÓN POR GRUPOS	22
4.3. PROCEDIMIENTOS QUIRÚRGICOS	23
4.4. PROCEDIMIENTOS PROSTODÓNTICOS	28
4.5. PROCEDIMIENTO POSTOPERATORIO	31
4.6. RECOGIDA DE DATOS Y VARIABLES RESPUESTA	31
4.7. SEGUIMIENTO CLÍNICO	35
4.8. ANÁLISIS ESTADÍSTICO	36
5. RESULTADOS	37
5.1. DESCRIPCIÓN DE LA MUESTRA	37
5.2. RESULTADOS EN TEJIDO BLANDO	38
5.3. RESULTADOS EN TEJIDO DURO	39
5.4. ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS	40
6. DISCUSIÓN	43
6.1. PRINCIPALES HALLAZGOS, SIMILITUDES Y DISCREPANCIAS	43
6.2. PLAUSIBILIDAD BIOLÓGICA DE LOS RESULTADOS	45
6.3. LIMITACIONES DEL ESTUDIO	45
7. CONCLUSIONES	47
8. BIBLIOGRAFÍA	48
9. ANEXOS	53

ÍNDICE DE TABLAS GRÁFICOS Y FIGURAS

Figura 1: <i>Secuencia clínica y radiográfica del Grupo I</i>	25
Figura 2: <i>Procedimiento clínico y radiográfico del Grupo II</i>	26
Figura 3: <i>Procedimiento clínico y radiográfico del Grupo III</i>	27
Figura 4: <i>Procedimiento clínico del Grupo IV</i>	28
Figura 5: <i>Secuencia clínica para la confección inmediata de un pilar personalizado tipo SSA</i>	29
Figura 6: <i>Secuencia clínica para la colocación inmediata de una Corona Provisional tipo Gallucci</i> ...	31
Figura 7: <i>Mediciones de tejido duro</i>	33
Figura 8: <i>Mediciones de tejidos blandos</i>	34
Figura 9: <i>Mediciones A y B durante el procedimiento quirúrgico del Grupo II</i>	35
Figura 10: <i>Cronograma del Estudio</i>	35

Tabla 1: <i>Tabla de recogida de datos del paciente y del implante, variables cualitativas o categóricas</i>	32
Tabla 2: <i>Estadísticos descriptivos</i>	38
Tabla 3: <i>Test de Shapiro- Wilk para verificar la normalidad</i>	38
Tabla 4: <i>Contraste T de Student para $\Delta BW1$ y $\Delta BW5$</i>	39
Tabla 5: <i>Contraste de Wilcoxon para $\Delta BW3$</i>	40
Tabla 6: <i>Contraste T para muestras independientes. Contraste U de Mann-Whitney para MVG, HVPL, HPPL, $\Delta BW1$ y $\Delta BW3$ en función del el maxilar</i>	40
Tabla 7: <i>Contraste T para muestras independientes. Contraste t de Student $\Delta BW5$ en función del maxilar</i> ..	40
Tabla 8: <i>Contraste T para muestras independientes. Contraste t de Student: Comparación de variables según dimensión del GAP</i>	41
Tabla 9: <i>Tabla de correlación. Comparación de variables según la estabilidad primaria del implante</i>	41
Tabla 10: <i>Tabla de correlación. Comparación de variables según la longitud del implante</i>	42

Gráfico 1: <i>Gráficos de distribución. Características de la muestra</i>	37
Gráfico 2: <i>Diagramas de caja de variables de tejido blando</i>	39
Gráfico 3: <i>Diagramas de caja de variables óseas ($\Delta BW1$, $\Delta BW3$, $\Delta BW5$)</i>	39

ÍNDICE DE SIGLAS Y ABREVIATURAS

Sigla	Nombre técnico	Descripción
ITC	<i>“Injerto de tejido conectivo”</i>	
SSA	<i>“Sealing Socket Abutment”</i>	
STL	<i>“Standard Triangle Language”</i>	
CBCT	<i>“Cone Beam Computed Tomography”</i>	Tomografía computarizada de haz cónico
Ncm		Newton-centímetro
ISQ	<i>Implant Stability Quotient</i>	Coeficiente de estabilidad del implante
PRF	<i>“Platelet-Rich-Fibrin”</i>	Fibrina Rica en Plaquetas
MVG	<i>“Midfacial vertical gingival shift”</i>	Desplazamiento vertical del margen gingival
HVPL	<i>“Horizontal vestibular difference at platform level”</i>	Diferencia horizontal vestibular a nivel de la plataforma del implante
HPPL	<i>“Horizontal palatal/lingual difference at platform level”</i>	Diferencia horizontal palatina/lingual a nivel de la plataforma del implante
BW1(T0)	<i>“Bone Width 1 mm CBCT0”</i>	Anchura ósea vestibulo-palatina/lingual a 1 mm apical a la cresta ósea en CBCT 0
BW1(T4)	<i>“Bone Width 1 mm CBCT4”</i>	Anchura ósea vestibulo-palatina/lingual a 1 mm apical a la cresta ósea en CBCT 4
Δ BW1		Diferencia a 1 mm
BW3(T0)	<i>“Bone Width 3 mm CBCT0”</i>	Anchura ósea vestibulo-palatina/lingual a 3 mm apical a la cresta ósea en CBCT 0
BW3(T4)	<i>“Bone Width 3 mm CBCT4”</i>	Anchura ósea vestibulo-palatina/lingual a 3 mm apical a la cresta ósea en CBCT 4
Δ BW3		Diferencia a 3 mm
BW5(T0)	<i>“Bone Width 5 mm CBCT0”</i>	Anchura ósea vestibulo-palatina/lingual a 5 mm apical a la cresta ósea en CBCT 0
BW5(T4)	<i>“Bone Width 5 mm CBCT4”</i>	Anchura ósea vestibulo-palatina/lingual a 5 mm apical a la cresta ósea en CBCT 4
Δ BW5		Diferencia a 5mm

INTRODUCCIÓN

1. Definición y ventajas del implante inmediato

La colocación de implantes dentales es una de las terapias más utilizadas para la rehabilitación de dientes ausentes, gracias a sus altos índices de éxito a largo plazo. En los últimos años, la tendencia ha evolucionado hacia procedimientos menos invasivos y de menor duración, lo que ha impulsado al desarrollo de técnicas como la colocación inmediata de implantes tras la extracción dental. Ésta técnica, definida como la inserción del implante en el mismo acto quirúrgico en el que se realiza la exodoncia, permite acortar los tiempos de tratamiento, preservar tejidos y, en muchos casos, mejorar los resultados estéticos (20,21).

Además, los implantes inmediatos presentan una ventaja biológica significativa al permitir una mejor preservación del hueso alveolar, especialmente de la tabla vestibular, que de otro modo sufriría una remodelación postextracción más marcada (3,14).

Otra ventaja destacable es el hecho de evitar una cirugía secundaria. Al realizar la extracción y la colocación del implante en un solo procedimiento, se reduce el número total de intervenciones quirúrgicas para el paciente, lo que conlleva menor morbilidad, menor incomodidad postoperatoria y un proceso de cicatrización más controlado (1,22). Asimismo, se ha observado que esta técnica favorece la aceptación psicológica del tratamiento por parte del paciente al evitar largos periodos de edentulismo o el uso de prótesis provisionales removibles (5,10).

En combinación con técnicas complementarias como la provisionalización inmediata y el uso de biomateriales de injerto, el implante inmediato se ha consolidado como una estrategia eficaz para alcanzar resultados estéticos y funcionales satisfactorios, particularmente en el sector anterior del maxilar (2,6,13).

2. Demanda actual y exigencias estéticas de los pacientes

El deseo de los pacientes por obtener tratamientos más rápidos y eficaces, especialmente en zonas visibles como el sector anterior, ha contribuido a la creciente popularidad de esta técnica. El poder ofrecer una solución inmediata, estética y mínimamente invasiva se alinea con las expectativas actuales (21).

3. Criterios de indicación de un implante inmediato y planificación clínica

La colocación inmediata del implante tras la extracción dental se ha consolidado como una técnica eficaz para reducir el número de procedimientos quirúrgicos, preservar los tejidos y acortar el tiempo total del tratamiento. No obstante, su éxito depende de una cuidadosa selección del caso y una planificación quirúrgica precisa, ya que este enfoque puede conllevar riesgos específicos si no se ejecuta correctamente.

Tras la extracción de un diente, se produce una inevitable remodelación del reborde alveolar, con una pérdida significativa de hueso y colapso del tejido blando. La mayoría de estos cambios dimensionales ocurren durante los tres primeros meses de cicatrización, afectando especialmente a la tabla ósea vestibular, que es más delgada y susceptible a la reabsorción (1,3,14). Esta pérdida no solo compromete el volumen óseo disponible para la futura colocación del implante, sino que puede derivar en una alteración estética considerable, especialmente en el sector anterior (9,15).

Las revisiones sistemáticas han mostrado que, en ausencia de medidas adicionales, los implantes inmediatos pueden presentar una recesión gingival mayor a 1 mm, lo que supone un resultado estéticamente desfavorable (3). No obstante, otros estudios más recientes han demostrado que estos procedimientos pueden ofrecer resultados estéticos predecibles cuando se cumplen una serie de condiciones clave: colocación del implante en una posición tridimensional adecuada, presencia de una tabla vestibular íntegra y de al menos 1.5–2 mm de grosor, uso de biomateriales para el relleno del GAP, y, cuando sea indicado, el empleo de injertos de tejido conectivo y provisionalización inmediata (11,13,15).

Desde el punto de vista quirúrgico, se han definido una serie de **criterios técnicos preferibles** para preservar al máximo los tejidos periimplantarios:

- **Extracción atraumática y sin colgajo:** evita la pérdida del suministro sanguíneo del periostio, lo cual es crucial para mantener la vitalidad de la tabla ósea vestibular. Tras la extracción dental, el hueso pierde el aporte del ligamento periodontal, y levantar un colgajo compromete un segundo aporte vascular clave. Esta interrupción, aunque temporal, puede generar mayor reabsorción ósea y dificultar la regeneración (18).

- **Posicionamiento palatino del implante:** mejora el soporte vestibular y deja espacio suficiente para rellenar el GAP sin comprometer la tabla externa (3,14).
- **Relleno del GAP** con xenoinjerto bovino desproteinizado (Bio-Oss®): estabiliza el coágulo, reduce el colapso del contorno óseo y favorece la osteoconducción en el espacio entre el implante y el alvéolo (4,17,25,30).
- **Uso de pilar personalizado o provisionalización inmediata:** permite moldear el tejido blando desde el día de la cirugía, guiando la cicatrización y manteniendo el perfil mucoso (2,5,11,13).
- **Injerto de tejido conectivo subepitelial (CTG):** indicado especialmente en pacientes con biotipo fino o en zonas con riesgo estético, ya que **engrosa el tejido blando vestibular**, mejora la estabilidad del margen gingival y reduce la recesión a largo plazo (11,12,33,34).

Todos estos factores deben ser considerados en conjunto durante la fase diagnóstica, mediante exploración clínica, CBCT y planificación digital. La viabilidad del implante inmediato dependerá no solo de la presencia de hueso remanente suficiente, sino también de las condiciones biológicas locales, el biotipo del paciente, y la experiencia del clínico en técnicas de preservación tisular.

4. Estabilidad primaria y necesidad de anclaje apical

Entre los factores más determinantes para el éxito del implante inmediato se encuentra la estabilidad primaria, entendida como la fijación mecánica inicial del implante en el lecho óseo. Esta estabilidad depende de múltiples factores: la densidad ósea (clasificación D1-D4), el diseño y superficie del implante y la técnica quirúrgica utilizada (14,23). En el contexto de implantes inmediatos, donde las paredes del alveolo pueden no aportar soporte uniforme, cobra importancia el anclaje apical, es decir, la extensión del implante más allá del ápice del alvéolo.

Estudios clínicos y experimentales han determinado que un mínimo de 3-4 mm de anclaje apical es necesario para lograr una fijación inicial adecuada en hueso nativo, que resista las microcargas iniciales y permita la osteointegración sin micromovilidad (23). Este criterio es aún más crítico si se considera carga inmediata o provisionalización funcional (31, 32).

Además del anclaje, el tipo de hueso es determinante: la estabilidad primaria suele ser mayor en hueso cortical denso (D1-D2) que en hueso trabecular (D3-D4), por lo que en el maxilar anterior, la cual es zona habitual para implantes inmediatos, puede ser necesario sobre instrumentar ligeramente el lecho para obtener un torque de inserción adecuado sin fracturar las paredes del alvéolo (14). La literatura recomienda un torque mínimo de 35 Ncm como umbral para indicar provisionalización inmediata, aunque valores entre 45 y 70 Ncm se asocian con mayor predictibilidad clínica (32).

También se ha señalado que el uso de implantes cónicos, roscas agresivas y superficies tratadas contribuye a conseguir una estabilidad primaria, al favorecer el contacto hueso-implante (o bone implant contact) en situaciones donde la pared alveolar está parcialmente ausente o remodelada (23,31). Estas características son especialmente útiles en lechos postextracción donde el hueso disponible es limitado y se busca evitar la elevación de un colgajo.

Por lo tanto, al planificar un implante inmediato, debe garantizarse no solo la correcta posición tridimensional, sino también se debe tener en cuenta y planificar un conjunto de condiciones que proporcione fijación apical efectiva y torque controlado, para asegurar un entorno biológicamente estable y predecible desde el primer momento.

5. Consideraciones ante alveolos infectados

Tradicionalmente, se ha considerado que la presencia de infección activa en el alveolo postextracción era una contraindicación para la colocación inmediata de implantes. La principal preocupación era que los tejidos contaminados pudieran afectar la osteointegración del implante y aumentar el riesgo de fracaso (24).

Sin embargo, la evidencia actual sugiere que, si se realiza un correcto protocolo quirúrgico, este tipo de intervención puede ser viable y segura. Estudios recientes han demostrado que la colocación de implantes inmediatos en sitios con infección crónica, como abscesos o periodontitis, no compromete los resultados si se lleva a cabo un legrado exhaustivo del alvéolo, eliminación completa del tejido inflamatorio y descontaminación del lecho quirúrgico antes de la inserción del implante (24, 15).

Además, cuando se combina con la colocación de materiales regenerativos como el xenoinjerto bovino y se controla adecuadamente la carga funcional mediante provisionalización no oclusal, los resultados clínicos pueden ser comparables a los obtenidos en sitios no infectados (3,18).

No obstante, la selección del paciente es fundamental. Se recomienda limitar esta técnica a casos con infección localizada, crónica y bien controlada, evitando colocaciones inmediatas en presencia de infecciones agudas, supuración activa o movilidad ósea evidente. El uso profiláctico de antibióticos, tanto preoperatorios como postoperatorios, también forma parte del protocolo en muchos de los estudios revisados (3,24).

6. Importancia del GAP y estrategias de relleno. Composición y comportamiento del Bio-Oss

Un aspecto crítico en los implantes inmediatos es el tratamiento del espacio entre el implante y las paredes del alveolo, conocido como GAP. Este espacio suele aparecer especialmente en la zona vestibular, debido a las diferencias entre el diámetro del implante y el alveolo postextracción. Numerosos estudios han demostrado que el GAP no se regenera completamente de manera espontánea, y que su manejo inadecuado puede provocar la reabsorción de la pared vestibular, afectando negativamente tanto la estabilidad ósea como el resultado estético (3,4,15,17,27).

El relleno del GAP con materiales osteoconductores ha mostrado ser una estrategia eficaz para preservar el volumen óseo. El material injertado actúa como un andamio estructural, que ayuda a estabilizar el coágulo sanguíneo, facilita la migración celular y compensa el colapso del hueso vestibular como parte del proceso fisiológico de remodelación postextracción (3,15,17,27). Cuando se combina con técnicas como el posicionamiento palatino del implante y la provisionalización inmediata, esta intervención favorece una cicatrización más estable y contribuye a mantener el volumen de los tejidos (2,13,19).

En este contexto, el xenoinjerto bovino desproteínizado (Bio-Oss®) es uno de los más utilizados para el relleno del GAP, debido a su alta biocompatibilidad, estabilidad volumétrica a largo plazo y excelente comportamiento osteoconductor. Está compuesto exclusivamente por matriz mineral, sin contenido orgánico, lo que le otorga alta tolerancia biológica y reduce el riesgo de respuesta inmunológica adversa (25,26,30).

El xenoinjerto Bio-Oss® presenta una estructura porosa tridimensional muy similar a la del hueso humano, con poros interconectados de entre 20 y 200 micras, lo que facilita la migración celular, la angiogénesis y la integración con el hueso receptor (25,30). Su alta capacidad de retención del coágulo sanguíneo permite estabilizar el injerto durante las primeras fases de cicatrización, creando un entorno favorable para la formación de nuevo hueso (30). Al estar completamente desproteínizado, carece de antígenos o restos proteicos, lo que minimiza el riesgo de respuestas inmunes o inflamatorias (25).

Una de sus características más destacadas es su estabilidad volumétrica, ya que no se reabsorbe completamente con el tiempo. Esta cualidad lo hace especialmente útil en zonas donde la preservación del volumen óseo es crítica, como en el sector anterior del maxilar, contribuyendo a mantener el contorno vestibular y prevenir el colapso tisular (9,10,25). Aunque el material no se reemplaza por hueso nuevo en su totalidad, permanece rodeado de hueso vital funcional, sin interferir con la remodelación ósea natural del paciente, lo que garantiza una integración predecible y estable (26,30).

Además, el Bio-Oss® ha demostrado ser compatible con el uso de otros biomateriales como membranas reabsorbibles, injertos de tejido conectivo o concentrados plaquetarios como el PRF, potenciando así su efecto regenerador (12,15).

Su amplia documentación científica, con más de dos décadas de estudios clínicos y experimentales, respalda su uso en diversas indicaciones, incluyendo la preservación alveolar, la regeneración ósea guiada, la elevación del seno maxilar y, de forma destacada, la regeneración en implantes inmediatos (25,26,30).

7. Dimensiones del GAP, diámetro del implante y compactación del material de injerto

La manipulación del GAP no solo depende del material de relleno, sino también de factores como el diámetro del implante, la distancia entre el implante y la pared vestibular y el grado de compactación del injerto. Un implante de mayor diámetro puede reducir el tamaño del GAP, pero si este espacio se vuelve demasiado estrecho, podría comprometer la separación necesaria para el coágulo y la regeneración ósea. Por otro lado, un GAP excesivamente amplio también se asocia con mayor riesgo de reabsorción, ya que cuanto mayor es la distancia entre el injerto y las superficies óseas vascularizadas —especialmente la tabla

vestibular—, menor es el aporte sanguíneo que recibe el área y, por tanto, más limitada es la formación de nuevo hueso. Se considera que un espacio horizontal de 1.5 - 2 mm o más requiere intervención activa mediante el uso de biomateriales osteoconductores, como parte del protocolo para preservar el volumen óseo (28,29).

También se ha descrito que una compactación excesiva del injerto puede impedir la adecuada formación del coágulo sanguíneo, mientras que una compactación insuficiente puede generar inestabilidad del injerto (36).

La compactación del injerto óseo particulado es un paso técnico relevante durante procedimientos de regeneración ósea, como el relleno del GAP en implantes inmediatos. Su objetivo es aumentar la estabilidad inicial del injerto, mejorar el contacto con las paredes óseas y evitar la migración del material. Sin embargo, la cantidad de presión ejercida al compactar puede influir directamente en la formación de nuevo hueso y en la vascularización del sitio injertado.

Estudios experimentales, como el de Monje et al., demostraron que diferentes fuerzas de compactación (0.7 kg/cm² vs. 1.6 kg/cm²) aplicadas sobre un xenoinjerto particulado no generaban diferencias significativas en términos de vascularización ni formación ósea en modelos animales, lo que sugiere que existe un rango de compactación tolerable dentro del cual no se compromete la regeneración (40).

Sin embargo, otros trabajos, como el de López et al., alertan de que una densidad de empaquetamiento excesiva puede reducir la porosidad necesaria para la colonización celular, ralentizando la remodelación del injerto (41).

Desde el punto de vista mecánico, la compactación también juega un papel clave en la estabilidad primaria del injerto, especialmente cuando se utiliza como soporte estructural alrededor del implante. No obstante, como indica el estudio de McNamara et al., una compactación demasiado intensa puede inducir fracturas óseas o necrosis compresiva, especialmente en hueso cortical denso, afectando negativamente a la oseointegración (42).

En conjunto, la evidencia sugiere que la compactación del injerto debe realizarse con presión controlada, homogénea y sin sobreempaquetar, para preservar la viabilidad del coágulo y facilitar el proceso de regeneración ósea.

8. Función del pilar personalizado y provisionalización inmediata. Técnica SSA

La provisionalización inmediata y el uso de pilares de cicatrización personalizados desempeñan un papel fundamental en la preservación de los tejidos periimplantarios y en la obtención de resultados estéticos predecibles, especialmente en la zona anterior. Estas estrategias no solo permiten mantener el perfil de emergencia y la arquitectura gingival, sino que también facilitan la cicatrización y la integración del implante en el lecho quirúrgico (2,5,11,13).

Tras la extracción dental y la colocación inmediata del implante, el tejido blando pierde el soporte que antes proporcionaba la raíz dentaria. Esta pérdida puede derivar en el colapso del perfil mucoso si no se interviene correctamente. La utilización de una corona provisional inmediata o de un pilar de cicatrización personalizado permite preservar el contorno gingival, guiar la cicatrización y mantener el volumen vestibular (2,5,43). Varios estudios han demostrado que estas estructuras ayudan a mantener la forma de los tejidos blandos durante el proceso de curación, y que su uso está asociado a mejores resultados estéticos a largo plazo (11,13,44).

Los pilares personalizados, ya sean fabricados digitalmente (CAD/CAM) o adaptados de forma manual, reproducen la anatomía del diente extraído, actuando como un "molde biológico" para sostener las papilas interdetales y estabilizar el margen gingival (19,45). Cuando la provisionalización inmediata se realiza de forma no funcional —es decir, sin contactos oclusales— y con una buena estabilidad primaria del implante (≥ 35 Ncm), ha demostrado ser clínicamente segura y altamente efectiva para preservar tanto el perfil mucoso como el volumen vestibular (10,32,46).

Además, se ha sugerido que la presencia de un provisional o un pilar anatómico inmediatamente después de la cirugía puede favorecer la estabilidad del coágulo y de los materiales de injerto utilizados en el GAP vestibular, actuando como una barrera física que protege el sitio quirúrgico y evita colapsos tisulares indeseados (15,30,47). Esta función es especialmente relevante cuando se ha realizado relleno del GAP con biomateriales como Bio-Oss® o se ha combinado con injertos de tejido conectivo (12,13,47).

En los casos en que no se coloca una corona provisional inmediata, la técnica Sealing Socket Abutment (SSA), desarrollada por el Dr. Gary Finelle, se presenta como una alternativa eficaz para preservar los tejidos periimplantarios tras la extracción dental. Esta técnica consiste en la colocación de un pilar de cicatrización personalizado que sella el alvéolo

postextracción, evitando el uso de colgajos, incisiones o suturas, y manteniendo la arquitectura gingival original (43,44).

El SSA actúa como una barrera mecánica que estabiliza el coágulo sanguíneo y protege el material de injerto óseo, favoreciendo un entorno propicio para la regeneración ósea y la cicatrización de los tejidos blandos. Además, su diseño anatómico permite replicar el perfil de emergencia del diente natural, facilitando la integración biológica, protésica y estética de la futura restauración implantosoportada (45,46).

Estudios recientes han demostrado que el uso de pilares SSA personalizados, fabricados mediante tecnología CAD/CAM, en implantes inmediatos en sitios molares, resulta en cambios mínimos en los tejidos duros y blandos periimplantarios a los dos años de seguimiento. Estos hallazgos respaldan la eficacia de la técnica SSA en la preservación de los contornos gingivales y la estabilidad del volumen óseo (47).

En resumen, la técnica SSA ofrece una solución mínimamente invasiva y eficaz para la gestión de alvéolos postextracción en implantes inmediatos, especialmente en zonas posteriores, contribuyendo a la preservación de los tejidos periimplantarios y a la obtención de resultados estéticos predecibles.

En conjunto, la evidencia científica respalda el uso de provisionales inmediatos o pilares personalizados como herramientas clínicas clave en implantología estética. Su función no solo es mecánica o provisional, sino que influye activamente en la preservación de los tejidos blandos, en la configuración estética del perfil de emergencia y en el resultado a largo plazo del tratamiento implantológico.

9. Injerto de tejido conectivo como complemento en biotipos finos

El éxito estético en implantología no solo depende de la integración ósea del implante, sino también de la estabilidad a largo plazo de los tejidos blandos que lo rodean. En este sentido, el biotipo gingival del paciente representa un factor clave, especialmente en procedimientos de implante inmediato en la zona anterior. Los pacientes con biotipos finos presentan una mayor susceptibilidad a la recesión gingival y a la pérdida de volumen del tejido vestibular tras la extracción dental y la colocación del implante (11,12).

Con el objetivo de prevenir estas complicaciones estéticas, el uso del injerto de tejido conectivo subepitelial (CTG) se ha consolidado como una técnica complementaria eficaz.

Integrar el CTG durante la cirugía de implante inmediato permite engrosar el tejido blando, mejorar el contorno gingival y contribuir a una cicatrización más estable y predecible (13). Además, su combinación con la provisionalización inmediata favorece el mantenimiento del perfil mucoso y del volumen vestibular desde los primeros momentos del postoperatorio.

Diversos estudios clínicos han documentado que la inclusión del CTG en este tipo de tratamientos se asocia con una mayor estabilidad del margen gingival, una reducción de la pérdida de tejido blando horizontal y vertical, y una mejor integración estética en el mediano y largo plazo (33,34,35). Estas ventajas han llevado a que su indicación se extienda particularmente en situaciones clínicas donde se detecta una tabla vestibular delgada o un biotipo gingival comprometido.

10. El uso de superposición STL para análisis volumétrico

Para evaluar objetivamente los cambios periimplantarios, la superposición de los escaneados intraorales se ha consolidado como una herramienta fiable. Estos registros tridimensionales permiten realizar mediciones de cambios volumétricos en tejidos blandos con una precisión muy superior a los métodos clínicos tradicionales como sondas o calibres (17, 38).

El uso de software de alineación de imágenes permite detectar variaciones mínimas en el perfil vestibular, lo que resulta especialmente útil en estudios donde el objetivo es evaluar técnicas que buscan preservar el volumen, como los injertos o la provisionalización inmediata (39).

JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

Una de las principales preocupaciones tras la colocación inmediata de implantes es la pérdida de volumen óseo y de tejidos blandos, que puede comprometer no solo la funcionalidad del implante, sino también el resultado estético final. Diversas estrategias clínicas se han propuesto para mitigar este riesgo, incluyendo el relleno del GAP con materiales osteoconductores, el uso de pilares personalizados, la provisionalización inmediata y la incorporación de injertos de tejido conectivo en biotipos finos (11–13,30).

A pesar de la extensa literatura existente sobre cada una de estas estrategias de forma individual, existe una carencia de estudios clínicos controlados que analicen el efecto de su aplicación combinada dentro de un mismo protocolo quirúrgico y restaurador. Además, son aún más limitados los trabajos que empleen análisis volumétrico tridimensional digital para cuantificar los resultados de manera objetiva. Esta laguna en la evidencia limita la posibilidad de establecer protocolos clínicos estandarizados y optimizados, especialmente en contextos de práctica clínica habitual (15).

Por lo que el presente estudio tiene como objetivo evaluar los cambios volumétricos a nivel periimplantario en casos de implantes inmediatos, comparando diferentes combinaciones clínicas en cuanto a técnica de relleno del GAP y modalidad de provisionalización. La metodología propuesta busca aportar información cuantitativa basada en herramientas digitales, que permita valorar de forma objetiva el comportamiento de los tejidos tras la intervención.

Por último, cabe destacar que este proyecto se plantea como un estudio longitudinal en expansión, que continuará en años siguientes. Por tanto, los resultados presentados en esta fase inicial constituyen una base preliminar dentro de una línea de investigación.

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Objetivo general: Evaluar de forma comparativa los cambios volumétricos en tejidos duros y blandos tras la colocación inmediata de implantes postextracción, analizando el efecto de diferentes técnicas de relleno del GAP y de provisionalización inmediata, mediante un protocolo clínico estandarizado, seguimiento a cuatro meses, y análisis tridimensional digital (CBCT + STL).

Objetivos específicos:

1. Comparar los cambios en el volumen óseo vestibular entre los distintos grupos de tratamiento, a los 4 meses de la cirugía.
2. Evaluar los cambios volumétricos de los tejidos blandos vestibulares mediante superposición de modelos digitales (STL), entre los distintos grupos de tratamiento, a los 4 meses de la cirugía.
3. Analizar la evolución volumétrica de los tejidos periimplantarios en cada uno de los grupos de estudio, con el propósito de determinar el impacto clínico de los diferentes abordajes quirúrgicos aplicados tras la colocación inmediata del implante.
4. Determinar la eficacia individual y combinada del relleno del GAP con xenoinjerto bovino desproteinizado (Bio-Oss®) y del injerto de tejido conectivo en la preservación de tejidos periimplantarios.
5. Analizar la posible influencia de variables clínicas del paciente y del implante en la magnitud de los cambios periimplantarios.

Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias estadísticamente significativas en la pérdida de volumen óseo ni en los cambios de tejido blando entre los distintos grupos de intervención a los 4 meses.

Hipótesis alternativa (H_1): Al menos una de las combinaciones terapéuticas mostrará una menor pérdida de volumen, evidenciando mayor eficacia en la preservación de tejidos periimplantarios tras la colocación inmediata de implantes.

Pregunta de investigación:

¿Presentan los pacientes tratados con implante inmediato y provisionalización con o sin relleno del GAP con Bio-Oss® y con o sin injerto de tejido conectivo, diferencias significativas en los cambios volumétricos de tejidos duros y blandos a los 4 meses respecto al momento inicial?

MATERIALES Y MÉTODOS

1. Diseño del Estudio

Se trata de un estudio clínico prospectivo, comparativo y controlado, de tipo longitudinal, diseñado para evaluar los cambios volumétricos de tejidos duros y blandos tras la colocación inmediata de implantes dentales postextracción. El estudio contempla distintas combinaciones terapéuticas siguiendo un protocolo quirúrgico y restaurador estandarizado. La asignación de pacientes a los grupos se realizó de forma no aleatorizada, considerando la disponibilidad clínica y las condiciones individuales de cada caso.

2. Características de la muestra

La muestra está compuesta por pacientes sistémicamente sanos, seleccionados entre aquellos que acudieron a la Clínica Universitaria Odontológica de la Universidad Europea de Madrid para recibir tratamiento implantológico como parte de la práctica clínica del Máster Universitario en Cirugía e Implantología Bucal Avanzada.

Criterios de inclusión:

- Pacientes ≥ 18 años
- Estado general de salud sistémica o compatible con cirugía oral.
- Paciente con necesidad de una rehabilitación protésica fija implantosoportada.
- Pacientes derivados al Máster Universitario en Cirugía e Implantología Bucal Avanzada de la Universidad Europea de Madrid (UEM)
- Necesidad de exodoncia de un diente por motivos protésicos o patológicos
- Condición clínica que permita la colocación inmediata de implantes en el mismo acto quirúrgico.
- Volumen óseo suficiente para la estabilización de un implante postextracción
- Higiene oral adecuada y cooperación del paciente para el seguimiento
- Oclusión favorable
- Paredes alveolares conservadas después de la extracción del diente, o con dehiscencia vestibular ≤ 3 mm (alveolos tipo I o II).
- Existencia de un GAP horizontal ≥ 2 mm entre el implante y la pared del alveolo.
- Estabilidad primaria ≥ 35 Ncm tras la inserción del implante

Criterios de exclusión:

- Consumo de >10 cigarrillos/día
- Cualquier condición sistémica que contraindique la colocación de implantes dentales
- Diabetes mellitus no controlada
- Presencia de infección aguda activa en el sitio a intervenir o en zonas adyacentes.
- Diagnóstico de periodontitis activa no controlada
- Defectos óseos severos que imposibiliten la colocación inmediata
- Pacientes bajo tratamiento con medicamentos que afecten a la remodelación ósea, tipo bisfosfonatos
- Radioterapia en región de cabeza o cuello
- Embarazo o lactancia
- Inestabilidad emocional o falta de compromiso con el seguimiento postoperatorio

Tamaño muestral y distribución por grupos

El estudio contempla un total de cuatro grupos experimentales definidos según la combinación de técnicas empleadas en el momento de la colocación del implante inmediato:

- Grupo I: Pilar personalizado o corona provisional inmediata sin relleno del GAP
- Grupo II: Relleno del GAP con xenoinjerto (Bio-Oss ®) + Pilar personalizado o corona provisional inmediata
- Grupo III: Pilar personalizado o corona provisional inmediata + injerto de tejido conectivo subepitelial (CTG), sin relleno del GAP
- Grupo IV: Relleno del GAP con xenoinjerto (Bio-Oss ®) + Pilar personalizado o corona provisional inmediata + injerto de tejido conectivo subepitelial (CTG)

Con el objetivo de establecer diferencias significativas entre los distintos grupos de tratamiento, se realizó un cálculo del tamaño muestral mediante el software G*power 3.1.9.4. Se seleccionó el análisis estadístico ANOVA como método de comparación, con un nivel de significancia (α) de 0,05 y una potencia estadística ($1-\beta$) del 85% (0,85). El cálculo determinó un mínimo de 10 dientes por grupo ($n=10$) para lograr una potencia suficiente. Además, se revisaron estudios clínicos con diseños metodológicos similares observándose que el tamaño muestral estimado se encontraba en concordancia con lo reportado previamente en la literatura (12,16).

3. Procedimientos quirúrgicos (Surgical procedures)

Intervención común a los 4 grupos:

Todos los procedimientos quirúrgicos se realizaron bajo anestesia local (articaína 4% 1:100.000), siguiendo estrictas normas de asepsia y antisepsia.

En todos los casos, se planificó previamente la extracción del diente afectado, evaluando mediante CBCT la integridad de las paredes óseas alveolares y la viabilidad para la colocación inmediata del implante. La exodoncia se llevó a cabo de la forma más atraumática posible, sin elevación de colgajo (técnica flapless), con el objetivo de preservar al máximo los tejidos duros y blandos (18, 23, 44).

Una vez el diente ha sido extraído, se realizó el legrado meticuloso y la descontaminación del alveolo, se procedió a la colocación del implante inmediato. Para ello, se realizó un fresado en sentido palatino y con angulación adecuada, buscando obtener un anclaje apical mínimo de 3 a 4 mm en hueso nativo para lograr estabilidad primaria. El implante se insertó con un torque mínimo de 35 Ncm. Se emplearon las fresas del kit quirúrgico de Zimmer 3i/Sweden & Martina (24, 32).

Según el grupo asignado, se realizó o no el relleno del GAP con xenoinjerto bovino desproteínizado (Bio-Oss®), respetando un espacio adecuado para la formación del coágulo (3, 4, 30). En los grupos correspondientes, también se incorporó un injerto de tejido conectivo subepitelial (CTG), obtenido del paladar, con técnica de túnel y posicionado en el área vestibular para aumentar el grosor de tejido blando (11, 12, 33, 48, 49).

En todos los casos, se colocó un pilar de cicatrización personalizado o una corona provisional no funcional en el mismo acto quirúrgico, evitando el contacto oclusal en máxima intercuspidad. La zona quirúrgica fue suturada, en aquellos casos donde fue necesario, con puntos sueltos reabsorbibles (5, 13, 35).

Intervención GRUPO I, pilar personalizado sin relleno de GAP

En los casos incluidos en el Grupo I, tras la colocación inmediata del implante en posición tridimensional adecuada y con la estabilidad primaria requerida, no se realizó intervención sobre el espacio entre el implante y las paredes del alvéolo (GAP). Es decir, se optó por no emplear ningún material de relleno, permitiendo que la regeneración dependiera únicamente del coágulo y la cicatrización espontánea.

Una vez confirmada la estabilidad, se procedió a la colocación inmediata de un pilar de cicatrización personalizado tipo Socket Seal Abutment (SSA), diseñado anatómicamente para preservar el perfil de emergencia del diente original y estabilizar los tejidos blandos periimplantarios durante la fase de cicatrización (2, 5, 11, 13, 19, 43). Este procedimiento puede observarse representado en la *Figura 1*, que ilustra paso a paso la secuencia clínica descrita.

El SSA se colocó en el mismo acto quirúrgico, asegurando la ausencia de contactos oclusales para evitar cualquier carga sobre el implante (10, 32, 46). Este protocolo se seleccionó con el objetivo de evaluar la capacidad de preservación del volumen sin intervención ósea complementaria, manteniendo únicamente el control del contorno mucoso mediante el pilar anatómico.

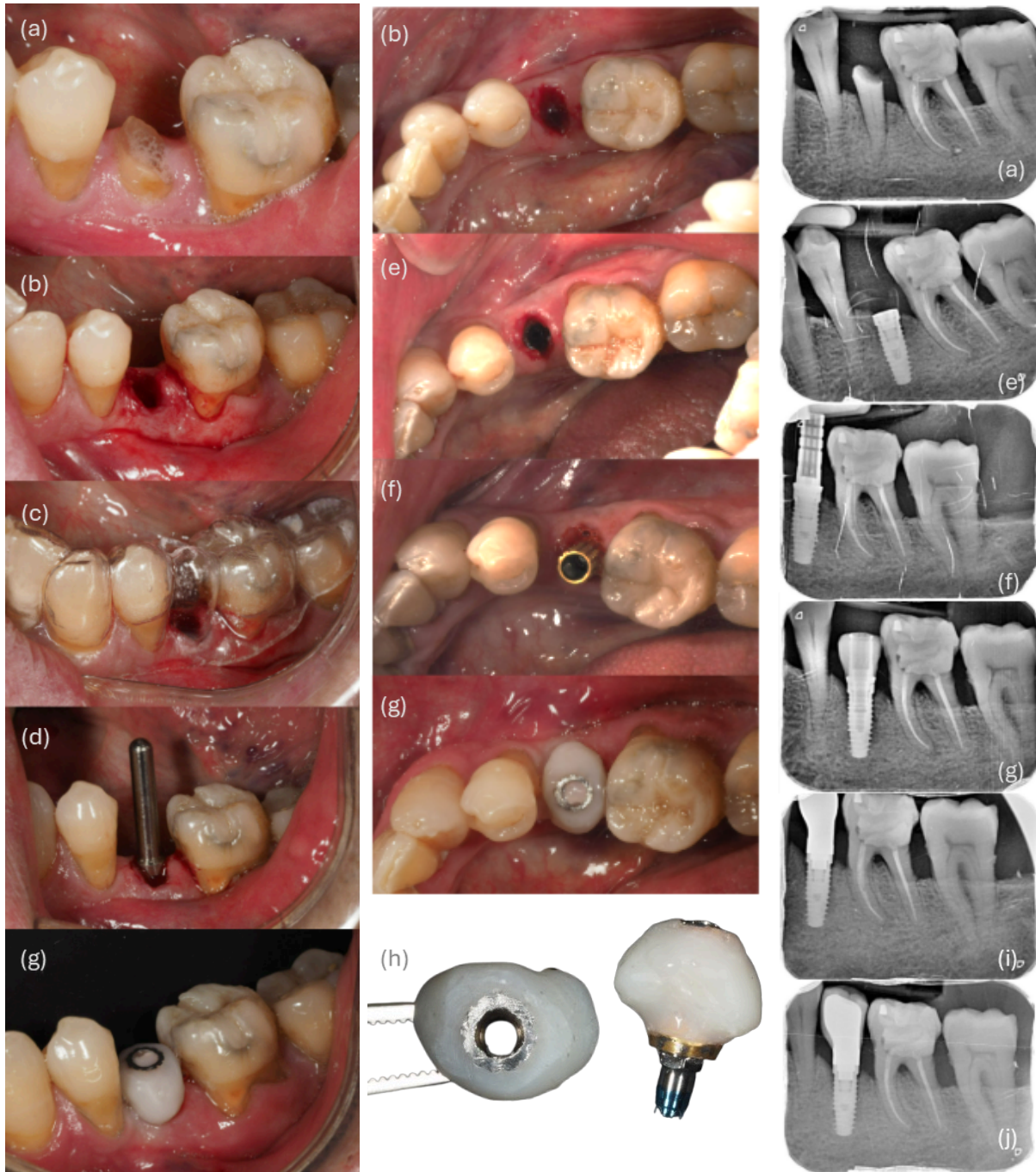


Figura 1: Secuencia clínica y radiográfica del Grupo I. (a) Diente con pronóstico desfavorable previo a la extracción. (b) Alveolo post extracción. (c) Férula quirúrgica de tipo Essix. (d) Pin de posición (e) Colocación del implante (f) Cilindro provisional de titanio. (g) Pilar Socket Seal Abutment (SSA) confeccionado y colocado. (h) Diseño del provisional fuera de boca (i) Prueba de metal. (j) Colocación de la corona definitiva.

Intervención GRUPO II, pilar personalizado y relleno del GAP con Bio-Oss

En los casos correspondientes al Grupo II, una vez colocado el implante, se procedió al relleno del GAP con xenoinjerto bovino desproteinizado (Bio-Oss®). Este material se hidrató previamente en solución salina estéril y fue introducido en el espacio entre la superficie del implante y la tabla ósea vestibular, procurando un relleno homogéneo y sin sobrecompactación, con el objetivo de favorecer la estabilización del coágulo y proporcionar un andamiaje osteoconductor para la regeneración ósea (3, 4, 30, 50).

A continuación, se colocó un pilar de cicatrización personalizado tipo Socket Seal Abutment (SSA), de igual forma que en los casos del Grupo I.

Este procedimiento se muestra en la *Figura 2*, donde se documenta visualmente el proceso completo: desde la extracción del diente hasta la colocación del implante, el relleno del GAP y la confección del SSA con seguimiento radiográfico.

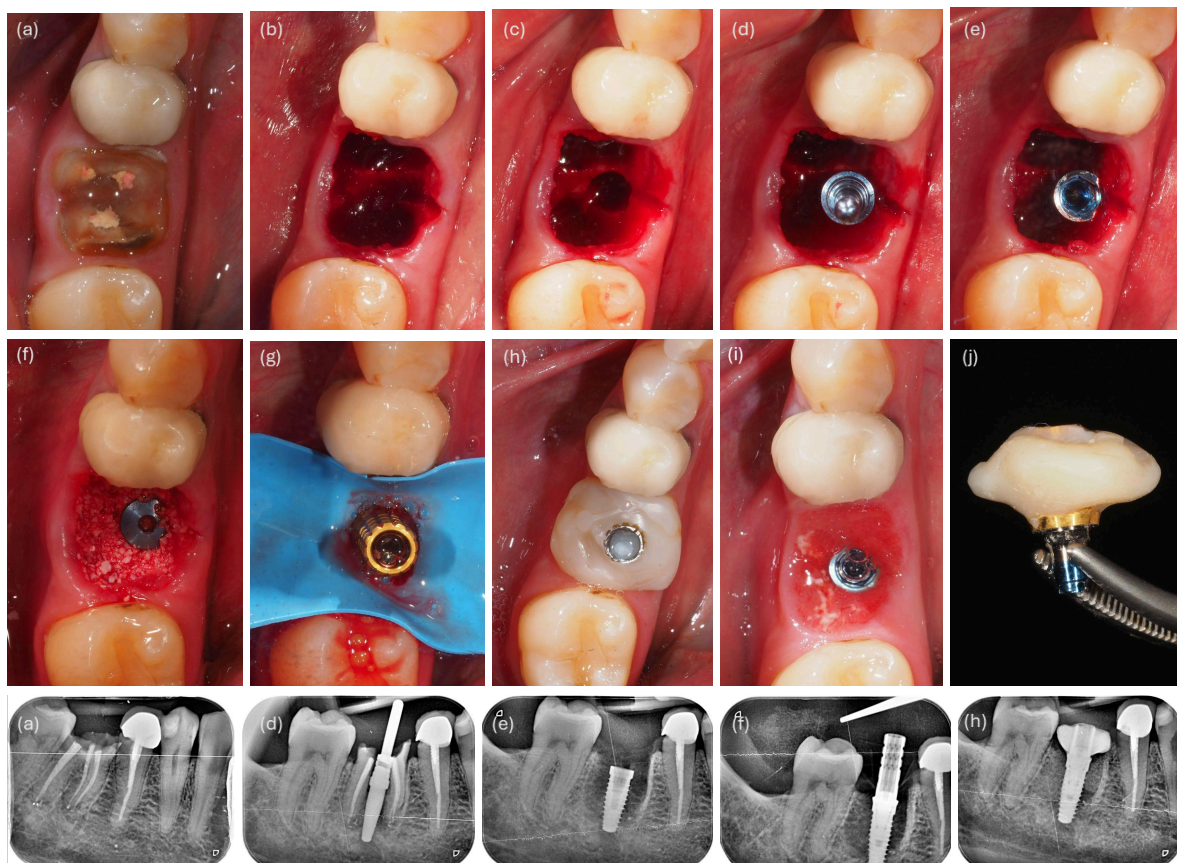


Figura 2: Procedimiento clínico y radiográfico del Grupo II. (a) Diente con pronóstico desfavorable previo a la extracción. (b) Alveolo post extracción. (c) Preparación del Implante (d) Pin de posición (e) Colocación del implante, donde se observa el GAP. (f) GAP relleno con Bio-Oss (g) Cilindro provisional y dique de goma (h) Pilar Socket Seal Abutment (SSA) confeccionado y colocado. (i) Sitio del implante a los 4 meses de seguimiento. (j) Diseño del provisional.

Intervención GRUPO III, pilar personalizado y relleno del GAP con injerto de tejido conectivo:

En los casos del Grupo III, tras la colocación del implante en el alveolo postextracción y habiendo confirmado una estabilidad primaria adecuada, no se realizó el relleno del GAP con biomateriales. En su lugar, se incorporó un injerto de tejido conectivo subepitelial (CTG) como estrategia para el engrosamiento de tejidos blandos y la estabilización del margen mucoso vestibular.

El injerto fue obtenido del paladar o zona de tuberosidad, mediante técnica de injerto libre desepitelizado, con dimensiones aproximadas de 1 mm de espesor y 5–6 mm de longitud. Posteriormente, se realizó un despegamiento parcial de la mucosa vestibular, sin elevación de colgajo, creando un túnel submucoso que permitió la inserción del injerto sin necesidad de incisiones adicionales. El CTG se estabilizó con sutura reabsorbible de 5/0 en la cara interna de la mucosa vestibular (12,13,33,34,48,49).

A continuación, se colocó un pilar de cicatrización personalizado (SSA) en el mismo acto quirúrgico, siguiendo el mismo protocolo que para los Grupos I, y II. Este procedimiento se documenta en la *Figura 3*.

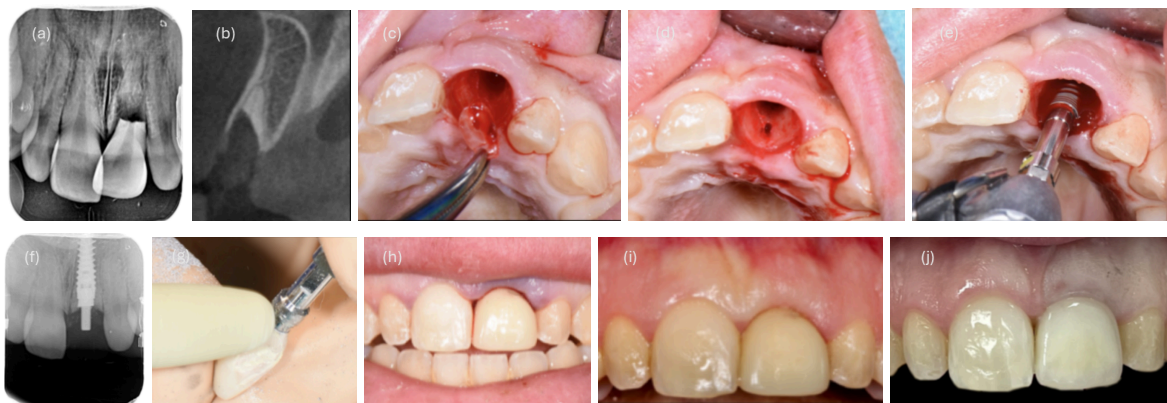


Figura 3: Procedimiento clínico y radiográfico del Grupo III. (a,b) Diente con pronóstico desfavorable previo a la extracción. c,d) Alveolo post extracción, injerto de tejido conectivo en vestibular. (e) Colocación del implante, donde se observa el GAP. (f) Radiografía periapical del implante colocado. (g, h) Confección y colocación de corona provisional. (i) Sitio del implante a los 4 meses de seguimiento. (h–j) Colocación de la corona definitiva. Imagen extraída de Nimwegen et al. 2018 (51).

Intervención GRUPO IV, pilar personalizado y relleno del GAP con Bio-Oss + injerto de tejido conectivo

En los casos asignados al Grupo IV, se aplicó la combinación terapéutica completa, integrando tanto el relleno del GAP con xenoinjerto bovino desproteinizado (Bio-Oss®) como la colocación simultánea de un injerto de tejido conectivo subepitelial (CTG) en la cara vestibular del alveolo postextracción, además de la utilización de un provisional. El protocolo clínico puede observarse en la *Figura 4*.

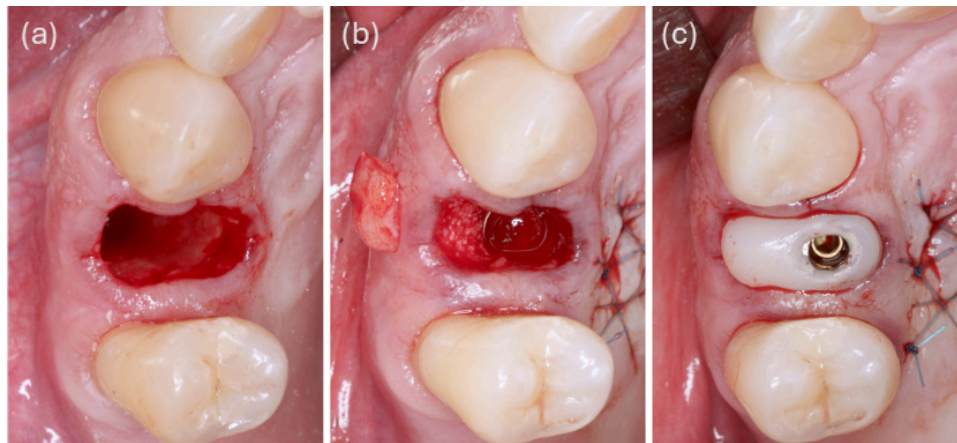


Figura 4: Procedimiento clínico del Grupo IV. (a) Alveolo post extracción. (b) Implante colocado, relleno del GAP con Bio-Oss + Injerto de tejido conectivo en vestibular. Se observan puntos en paladar, zona donante. (c) Pilar Socket Seal Abutment (SSA) confeccionado y colocado.

Fuente: Fernandes D, et al. 2023 (52).

4. Procedimientos protodónticos (prosthetic procedures)

Confección del pilar personalizado tipo Socket Seal Abutment (*Figura 5*)

Tras la inserción del implante y la obtención de la estabilidad primaria, se procedió a la confección inmediata de un pilar de cicatrización anatómico personalizado, también conocido como Socket Seal Abutment (SSA).

1. Se seleccionó un pilar provisional de plástico (PEEK o PMMA) o titanio mecanizado, compatible con el implante instalado.
2. El pilar fue atornillado sobre el implante intraoperatoriamente, verificando pasividad y ajuste mediante una radiografía periapical.
3. Antes de proceder al modelado del perfil de emergencia, se colocó un fragmento de dique de goma, actuando como barrera física para evitar el paso de resina al interior del alveolo.
4. Con el objetivo de capturar el contorno del alveolo postextracción, se aplicó resina compuesta fluida directamente alrededor del margen del tejido blando y sobre el cuello del pilar, conformando así un pilar individualizado.

Confección de corona provisional tipo Gallucci

En los casos que requerían provisionalización inmediata con corona atornillada, especialmente en demanda estética, se optó por la técnica conocida como tipo Gallucci, la cual permite combinar un diseño protésico previo con una posterior adecuada conformación del perfil de emergencia.

Previamente a la intervención quirúrgica, se realizó un encerado digital del diente a rehabilitar, seguido de la fabricación de una corona provisional en resina biocompatible mediante tecnología CAD-CAM, obteniendo así una corona provisional anatómica conforme a la estética adecuada.

Una vez insertado el implante y confirmada su estabilidad primaria, se atornilló un cilindro provisional y, siguiendo la técnica tipo Gallucci, se aplicó resina compuesta fluida alrededor del cuello del pilar para la captura de la corona provisional. Esta forma se retiró del medio bucal y se terminó de conformar extraoralmente, adaptando y ajustando el perfil subgingival de la corona provisional prefabricada.

Una vez terminado el pulido, el conjunto corona-pilar fue atornillado al implante, dejándolo sin contactos oclusales (en anoclusión) para evitar cargas funcionales durante la fase inicial de osteointegración. Finalmente, se realizó una radiografía periapical de control para verificar el ajuste marginal adecuado.

La técnica tipo Gallucci, al permitir una provisionalización inmediata y personalizada, contribuye a preservar la arquitectura mucosa periimplantaria, favorece la estabilidad del volumen de tejido blando y mejora el resultado estético a largo plazo, todo ello sin comprometer la integración del implante cuando se cumplen los criterios de estabilidad y diseño restaurador adecuados (50). Permite guiar de forma controlada la transición mucosa desde la emergencia gingival hasta la restauración definitiva, manteniendo el volumen de tejido blando periimplantario y optimizando el resultado estético final (10, 13, 35, 47).

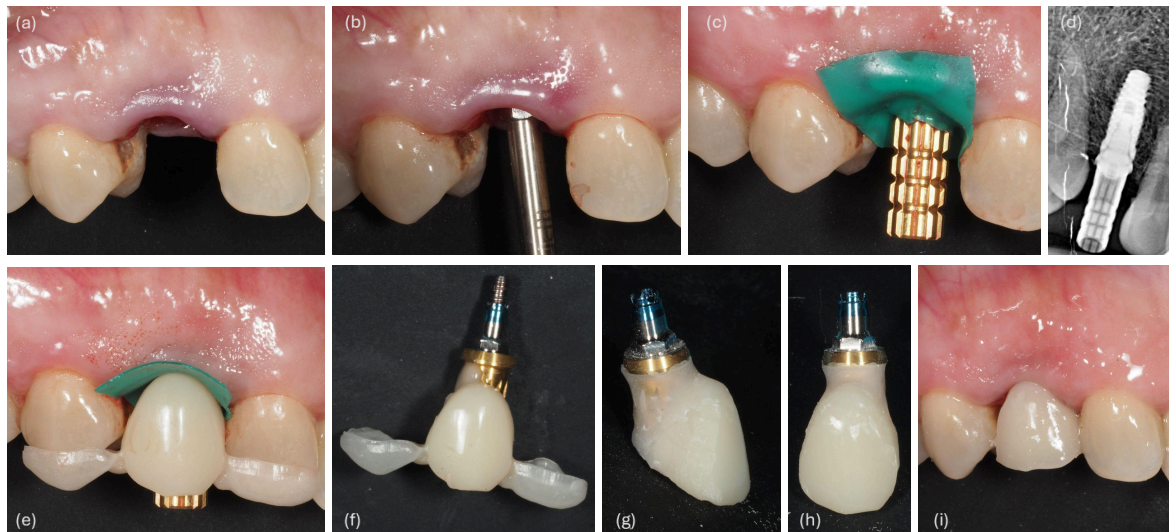


Figura 6: Secuencia clínica para la colocación inmediata de una Corona Provisional tipo Gallucci. (a) Alveolo post extracción. (b) Colocación del implante. (c,d) Cilindro provisional y dique de goma. (e) Captura de la corona provisional con resina compuesta fluida. (f) Corona provisional capturado, desatornillado y fuera de boca. (g,h) Perfil subgingival de la corona provisional tras su confección y pulido fuera de boca. (i) Colocación de la corona provisional.

5. Procedimiento postoperatorio

Se indica a los pacientes que se enjuaguen dos veces al día (comenzando el día después de la cirugía) con clorhexidina al 0,2%. Además se recomienda realizar enjuagues de agua con sal para favorecer la cicatrización y se receta antibiótico (amoxicilina con ácido clavulánico 875/125 mg) 1 cada 8 horas, durante 7 días (comenzando 1 día antes de la intervención quirúrgica) y medicación analgésica para el dolor (ibuprofeno 600 mg/paracetamol 1g) si fuera necesario.

6. Recogida de datos y variables respuesta.

Los sujetos fueron asignados, según las características de cada caso, a uno de los 4 grupos. El registro y almacenamiento de los datos se llevó a cabo en formato electrónico, mediante tablas de Excel. En el momento inicial (T0) y a los 4 meses (T4), se llevó a cabo una recolección estandarizada de datos que incluyó:

- Escaneado intraoral (STL) del área intervenida.
- Tomografía computerizada de haz cónico (CBCT).
- Registro fotográfico estandarizado.

Se mantiene la confidencialidad de los datos de acuerdo con la normativa vigente (RD 1720/2007 que desarrolla la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, de Protección de Datos de Carácter Personal).

Hoja de Excel con variables

A todos los pacientes se les realizó una historia clínica y posteriormente, se recogieron las siguientes variables, visibles en la *Tabla 1*:

1) Datos del paciente

- Código del paciente (ID)
- Sexo

2) Datos dentales y quirúrgicos

- Diente a restaurar (localización según FDI)
- Localización en maxilar superior o inferior
- Razón de la exodoncia
- Diámetro y longitud del implante
- Medida del GAP (mm)
- Estabilidad primaria del implante ($\geq 35N$)
- Tipo de provisionalización inmediata

ID	Sexo	GRUPO	Localización	Mx/Mb	Razón de la extracción	Longitud Implante (mm)	Diámetro Implante (mm)	Estabilidad 1ª (Ncm)	GAP (mm)	Dimensión del GAP	PROVISIONALIZACIÓN (SSA /Corona anatómica)
1	F	II	15	Mx	Resto radicular	13	4.1	40	3	≤ 3 mm	Pilar personalizado
2	F	II	26	Mx	Resto radicular	10	4.1	65	4	> 3 mm	Pilar personalizado
3	F	II	24	Mx	Caries	11.5	4.1	50	4	> 3 mm	Pilar personalizado
4	F	II	36	Mb	Caries	10	4.1	45	4	> 3 mm	Pilar personalizado
5	F	I	14	Mx	Resto radicular	10	4.1	35	2	≤ 3 mm	Pilar personalizado
6	F	II	15	Mx	Resto radicular	13	4.1	45	2	≤ 3 mm	Pilar personalizado
7	F	II	24	Mx	Resto radicular	10	3.25	35	5	> 3 mm	Pilar personalizado
8	F	II	46	Mb	Resto radicular	11.5	4.1	60	4	> 3 mm	Pilar personalizado
9	M	II	25	Mx	Resto radicular	11.5	4.1	35	3	≤ 3 mm	Pilar personalizado

Tabla 1: Tabla de recogida de datos del paciente y del implante, variables cualitativas o categóricas.

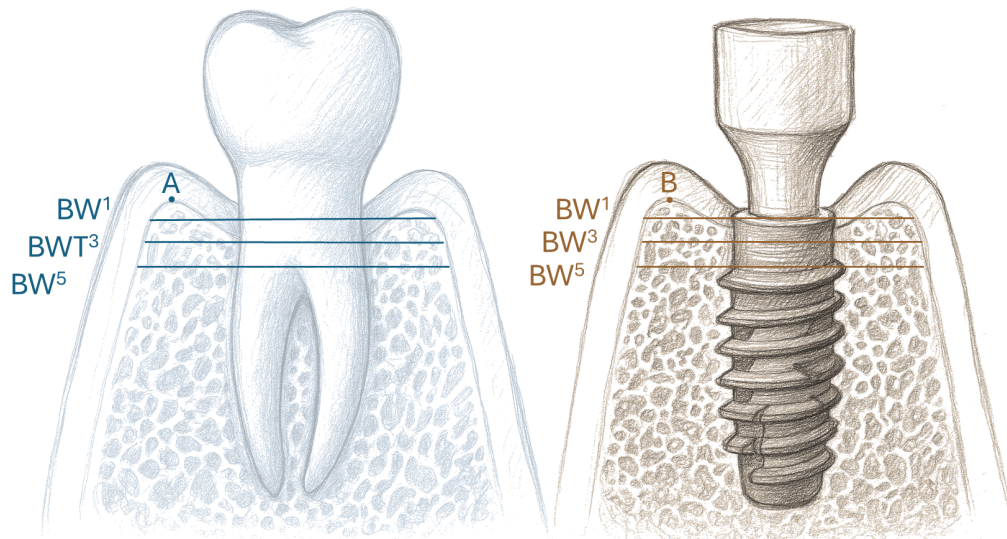
Variables de respuesta en tejido duro

Se realiza un CBCT a cada paciente en el sitio relevante antes de la extracción del diente (CBCT 0) y a los 4 meses de la colocación del implante (CBCT 4). Seguidamente, se lleva a cabo la realización de una serie de mediciones en el corte transversal en ambos archivos CBCT, estableciendo 2 puntos:

- Punto A: el punto más coronal de la cresta vestibular antes de la extracción dental
- Punto B: el punto más coronal de la cresta vestibular 4 meses después de la inserción del implante.

Según se puede observar en la *Figura 7*, Se trazan 3 líneas paralelas entre sí a 1, 3 y 5 mm apical al punto A y punto B y se registran las mediciones de la distancia lineal horizontal desde la superficie exterior del hueso vestibular hasta la superficie exterior del hueso palatino/lingual en CBCT 0 y CBCT 4 (medidas expresadas en mm).

(a)



(b)

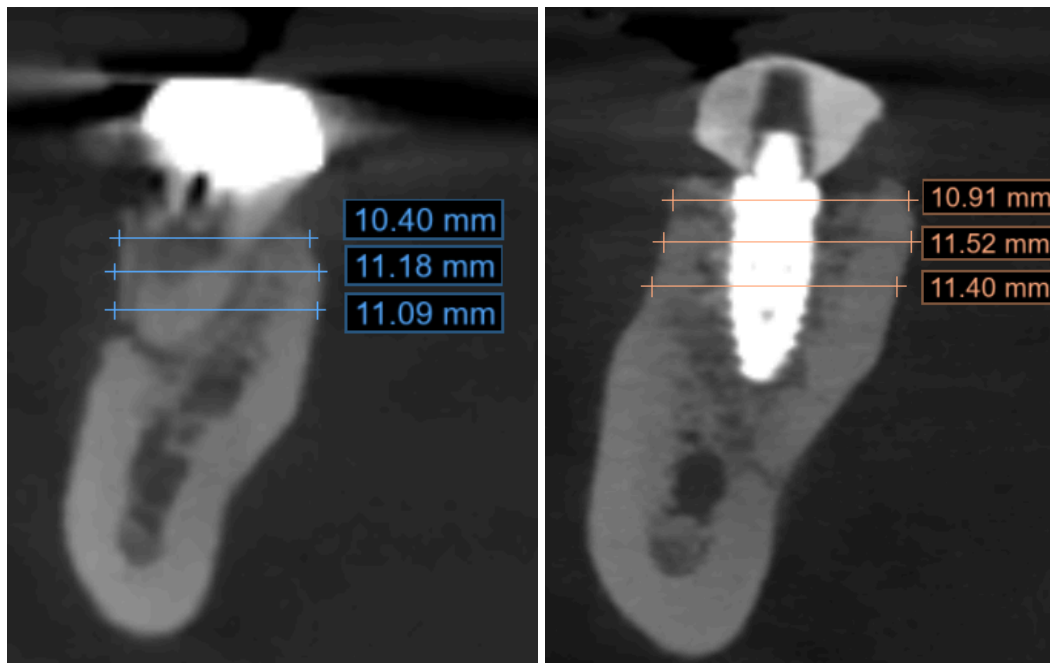


Figura 7: Mediciones de tejido duro en el Software Blue Sky Plan 4. En azul, las mediciones previas y en naranja, las mediciones a los 4 meses de la colocación del implante, registradas a 1, 3 y 5 mm apicales al punto más coronal de la cresta ósea vestibular. (a) Representación gráfica. (b) Mediciones reales en CBCT 0 y CBCT 4.

VARIABLES DE LOS TEJIDOS BLANDOS

Mediante la superposición del STL 0, obtenido del examen inicial, y STL4, obtenido del escaneado a los 4 meses de la colocación del implante dental. Las mediciones en vestibular y palatino/ lingual se hacen a nivel de la plataforma de implante (Figura 8).

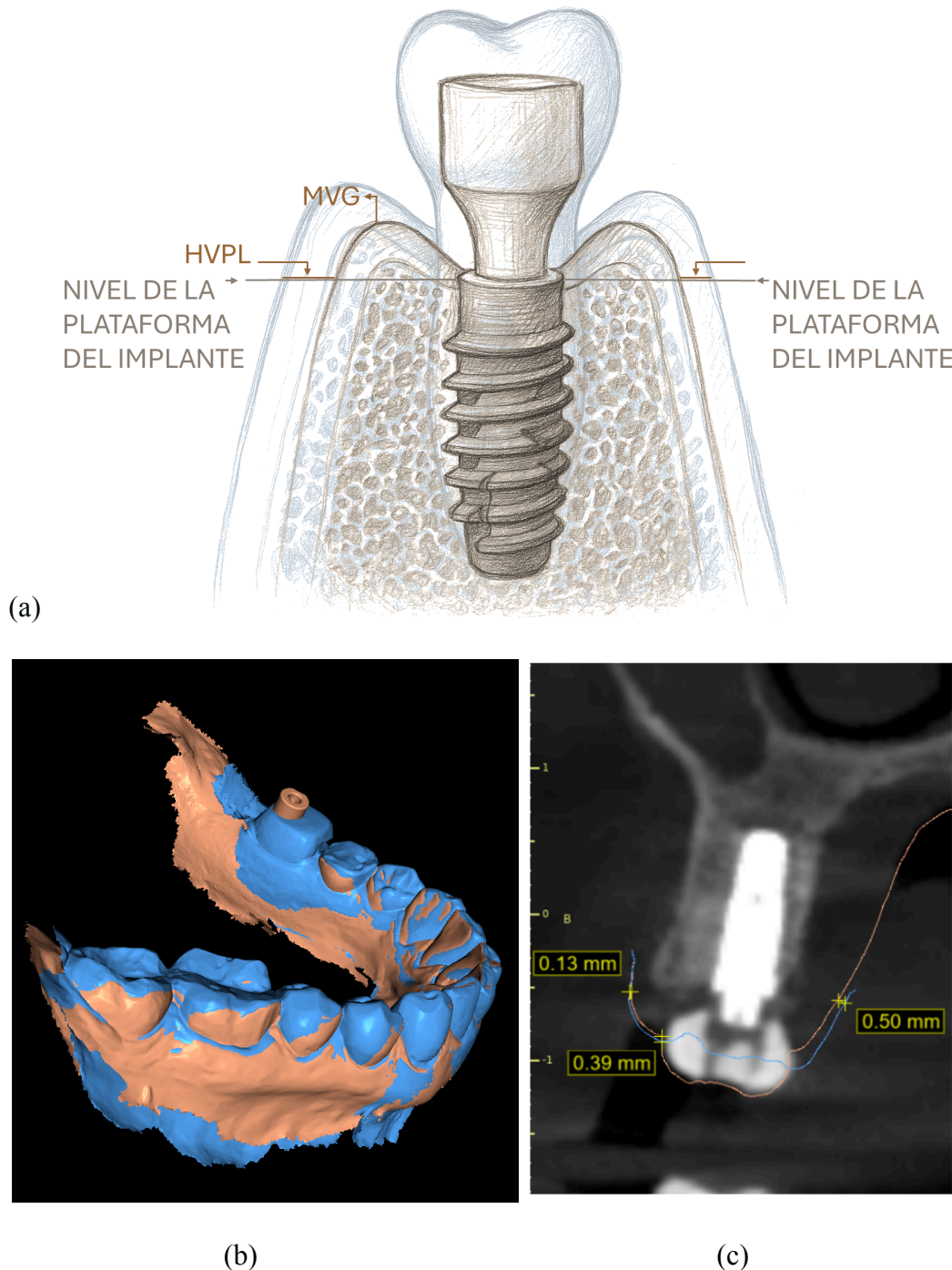


Figura 8: Mediciones de tejidos blandos en el Software Blue Sky Plan 4. (a) Gráfico representativo de las mediciones en tejido blando. (b) Superposición de los STL inicial y 4 meses posteriores a la colocación del implante. (c) Vista transversal de la superposición del STL 0 (azul) y del STL4 (naranja). Las líneas amarillas representan las medidas lineales realizadas en el margen gingival (MVG), en vestibular (HVPL) y en palatino/lingual (HPPL) a nivel de la plataforma del implante, y que indican la diferencia vertical, en caso de MVG y horizontal, en caso de HVPL y HPPL.

Medidas intraoperatorias tras la colocación del implante

- **A: Medida del GAP** (distancia entre la superficie del implante y la superficie interna de la cresta vestibular).
- **B: Distancia vertical** entre el hombro del implante y la parte superior de la cresta ósea vestibular. Esto tendrá un valor de 1 mm para todos los implantes.

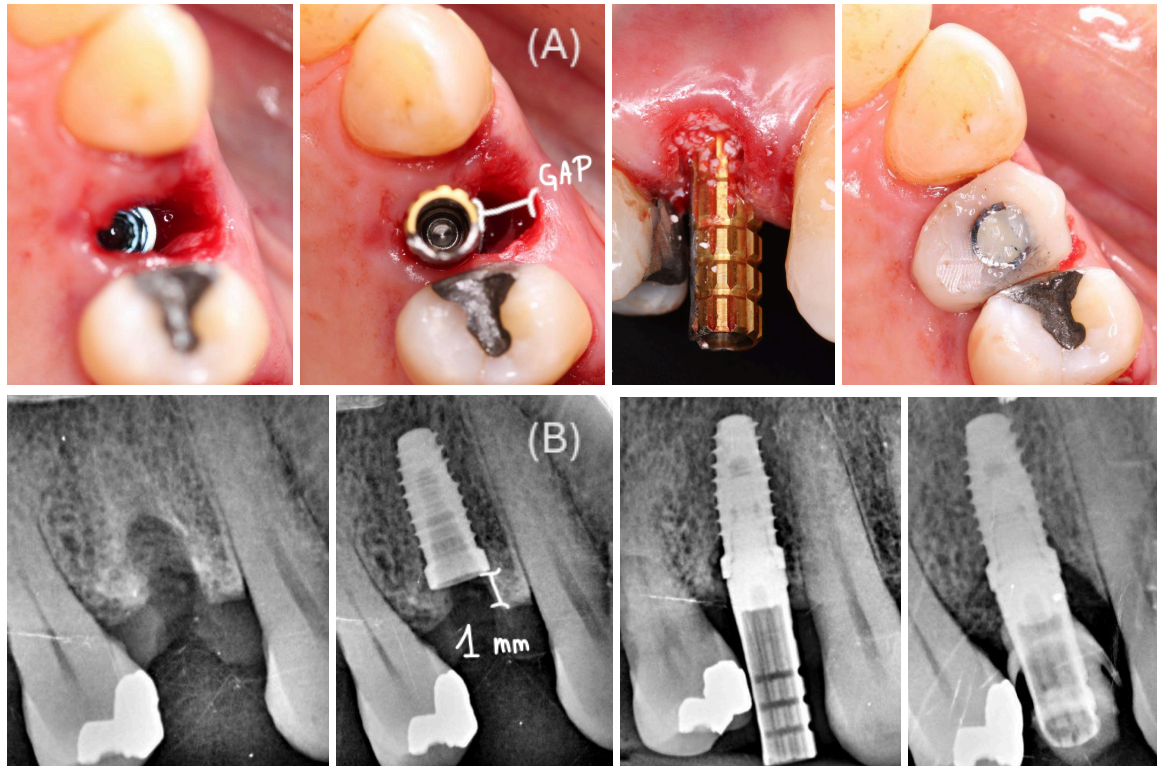


Figura 9: Mediciones A y B durante el procedimiento quirúrgico del Grupo II.

7. Seguimiento clínico

Los pacientes fueron citados para una visita de seguimiento a la semana (7 días), al mes y a los 4 meses tras la intervención quirúrgica. Los escaneados digitales (STL), CBCT y fotos fueron tomados al inicio del estudio y a los 4 meses.

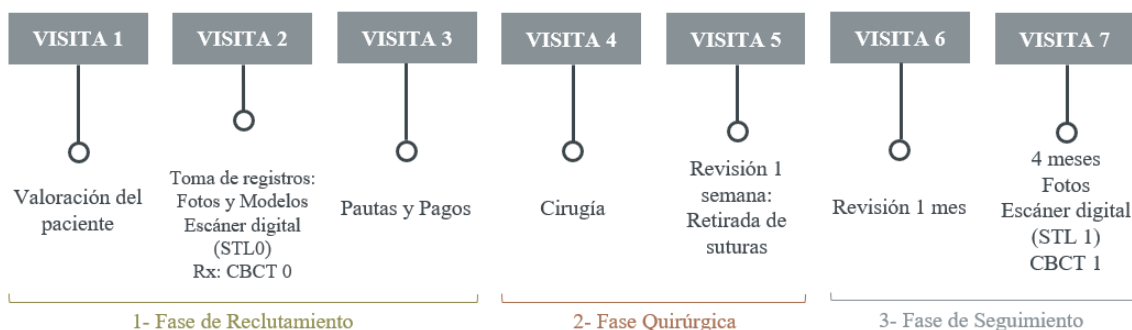


Figura 10: Cronograma del Estudio.

8. Análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó utilizando el software **JASP** (versión 0.18.3.0), con un nivel de significación establecido en $p < 0.05$. El análisis se estructura en dos partes:

Estadística Descriptiva: Se empleó la estadística descriptiva para resumir las características de las variables que se analizaron. Para cada grupo de tratamiento y para cada tiempo (T0 y T4), se calcularon las medidas de tendencia central y de dispersión para las variables cuantitativas. Para las variables cualitativas, se determinaron las frecuencias absolutas y relativas de cada categoría. Además, se representaron gráficamente las distribuciones de las variables clave mediante histogramas y diagramas de barras.

Estadística Diferencial: Para evaluar las diferencias entre los grupos y los tiempos (T0 y T4), se emplearon pruebas estadísticas apropiadas según el tipo de variable y su distribución. A continuación, se describen las pruebas que se utilizaron:

Para la **Comparación intra-grupo (T0 vs T4)**, es decir, para cada grupo de tratamiento (Grupo I, II, III y IV), se compararon las diferencias entre las mediciones en T0 (antes de la intervención) y en T4 (a los 4 meses) para cada una de las variables estudiadas.

Previo al análisis comparativo de valores preoperatorios y postoperatorios (CBCT 0 vs CBCT 4), se realizó el test de normalidad de Shapiro-Wilk para cada variable continua.

- En los casos en los que se confirmó una distribución normal ($p > 0.05$), se utilizó la prueba t de Student para muestras apareadas.
- Cuando no se cumplió el supuesto de normalidad ($p < 0.05$), se aplicó la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas.

Para la **Comparación inter-grupo (diferencias entre grupos)**: Se compararon los cambios en las variables clave entre los grupos en cada momento (T0 y T4). Estas comparaciones se realizaron utilizando ANOVA para comparar los grupos si las variables muestran una distribución normal y la Prueba de Kruskal-Wallis para comparar los grupos si las variables no mostraron una distribución normal.

Dado que la muestra final constó de $n = 9$ pacientes pertenecientes exclusivamente al Grupo II, se optó por realizar un análisis descriptivo de todas las variables registradas, y diferencial intra grupo. Además se buscó la posible correlación entre las distintas variables categóricas y numéricas. Las variables categóricas, como sexo, maxilar de colocación o causa de exodoncia, se expresaron en frecuencias absolutas y porcentajes.

RESULTADOS

Descripción de la muestra

La muestra analizada estuvo compuesta por un total de 9 pacientes, de los cuales 1 era hombre y 8 mujeres. En cuanto a la localización de los implantes colocados, 7 se insertaron en el maxilar superior y 2 en el maxilar inferior. Las causas principales de exodoncia fueron restos radiculares en el 77,8% de los casos y caries no restaurables en el 22,2% restante. Se trata, pues, de una muestra homogénea en cuanto a sexo y predominio del maxilar superior, lo que limita comparaciones entre subgrupos. Estos datos se observan gráficamente en el Gráfico 1.

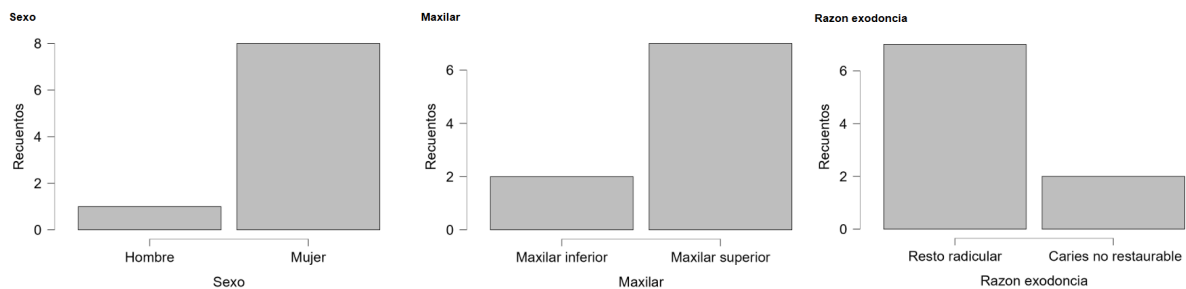


Gráfico 1: Gráficos de distribución. Características de la muestra (sexo, maxilar, razón de exodoncia).

A continuación, se presentan los resultados obtenidos a partir del análisis descriptivo (*Tabla 2*) de los pacientes pertenecientes al Grupo II ($n=9$). Las variables cuantitativas se expresan como media, desviación típica (DT), mediana, valor mínimo, máximo, asimetría, curtosis y, cuando se consideró pertinente, intervalo de confianza del 95% para la media. Esta caracterización permitió una evaluación más precisa de la distribución y dispersión de los datos. Previamente al análisis comparativo entre los tiempos T0 y T4, se verificó la normalidad de los datos mediante el test de Shapiro-Wilk (*Tabla 3*). En función de este resultado, se aplicó la prueba t de Student para muestras apareadas o el test no paramétrico de Wilcoxon. Las variables categóricas se resumieron mediante frecuencias absolutas y porcentajes, permitiendo una descripción detallada de la muestra y de las características clínicas observadas.

	Mediana	Media	Media de Intervalos con 95% de Confianza		Desviación Típica	Shapiro-Wilk	Valor de p de Shapiro-Wilk	Rango	Mínimo	Máximo
			Superior	Inferior						
MVG	-0.570	-0.917	-0.086	-1.748	1.081	0.931	0.495	3.000	-2.540	0.460
HVPL	-0.440	-0.584	-0.254	-0.915	0.430	0.914	0.343	1.290	-1.420	-0.130
HPPL	-0.500	-0.416	-0.285	-0.546	0.169	0.917	0.369	0.540	-0.630	-0.090
BW1 CBCT0	10.400	10.403	11.972	8.835	2.041	0.944	0.625	7.370	6.920	14.290
BW1 CBCT4	10.710	9.949	11.735	8.163	2.323	0.939	0.574	7.590	6.600	14.190
Δ BW1	-0.200	-0.454	0.290	-1.199	0.969	0.924	0.428	2.870	-2.060	0.810
BW3 CBCT0	10.910	10.786	12.243	9.328	1.896	0.976	0.940	6.370	8.050	14.420
BW3 CBCT4	10.190	10.317	12.129	8.505	2.357	0.990	0.996	7.880	6.600	14.480
Δ BW3	-0.240	-0.469	0.140	-1.078	0.793	0.848	0.070	2.600	-2.260	0.340
BW5 CBCT0	11.070	10.713	12.070	9.357	1.765	0.943	0.613	6.260	8.030	14.290
BW5 CBCT4	10.480	10.364	12.587	8.142	2.891	0.952	0.712	9.320	6.600	15.920
Δ BW5	-0.690	-0.349	0.591	-1.288	1.222	0.954	0.733	3.650	-2.020	1.630

Tabla 2: Estadísticos descriptivos. Las medias y medianas de las diferencias óseas ($\Delta BW1$, $\Delta BW3$, $\Delta BW5$) fueron negativas, indicando tendencia general a pérdida de hueso.

	Shapiro-Wilk	Valor de p de Shapiro-Wilk
MVG	0.931	0.495
HVPL	0.914	0.343
HPPL	0.917	0.369
BW1 CBCT0	0.944	0.625
BW1 CBCT4	0.939	0.574
Δ BW1	0.924	0.428
BW3 CBCT0	0.976	0.940
BW3 CBCT4	0.990	0.996
Δ BW3	0.848	0.070
BW5 CBCT0	0.943	0.613
BW5 CBCT4	0.952	0.712
Δ BW5	0.954	0.733

Tabla 3: Test de Shapiro- Wilk para verificar la normalidad (normal si el valor p es $> 0,05$). En el caso de MVG, HVPL, HPPL, $\Delta BW1$ y $\Delta BW5$, las pruebas de normalidad confirmaron distribución normal de los datos, por lo que se utilizó la prueba t-Student de una muestra para determinar si la media de los cambios difería significativamente de cero. Para $\Delta BW3$, al encontrarse el valor de p del test de Shapiro-Wilk próximo al umbral de significación, se optó por aplicar la prueba no paramétrica de Wilcoxon.

Resultados en tejido blando

A continuación, se detallan los resultados obtenidos en relación con los cambios dimensionales del tejido blando periimplantario, evaluando tanto el desplazamiento vertical del margen gingival como las variaciones horizontales a nivel vestibular y palatino en la plataforma del implante.

Se observaron desplazamientos significativos del margen gingival en dirección apical (MVG: media -0.917 mm, $p=0.034$), así como reducción del grosor vestibular (HVPL: media -0.584 mm, $p=0.004$) y lingual/palatino (HPPL: media -0.416 mm, $p<0.001$). Todos los parámetros mostraron significancia estadística y magnitudes del efecto moderadas a altas según la d de Cohen (Tabla 2, Gráfico 2), lo que sugiere que los cambios detectados, reflejan un patrón consistente en los casos evaluados.

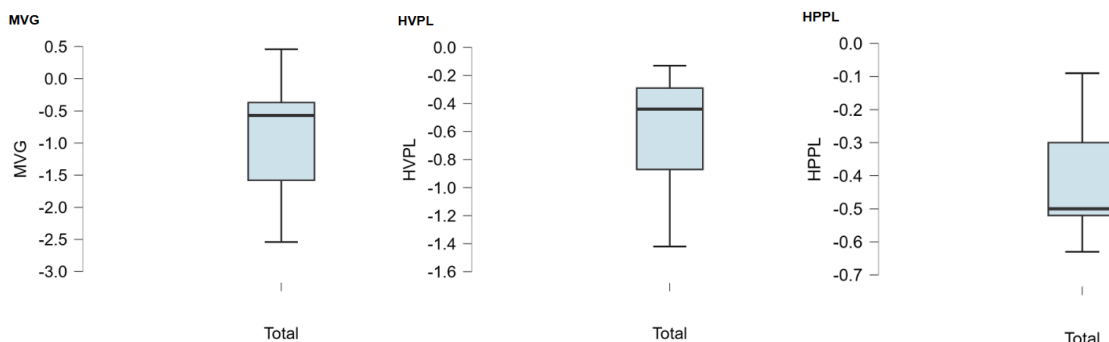


Gráfico 2: Diagramas de caja de variables de tejido blando.

Resultados en tejido duro

Respecto al comportamiento del tejido óseo, se analizaron los cambios en la anchura vestibulo-palatina del hueso en los niveles de 1 mm, 3 mm y 5 mm apicales al nivel de la cresta ósea, comparando los valores obtenidos en el CBCT inicial (T0) y a los cuatro meses (T4). Las diferencias en el hueso vestibular en las posiciones BW1 y BW5 no fueron estadísticamente significativas ($\Delta BW1$: media -0.454 mm, $p=0.197$; $\Delta BW5$: media -0.349 mm, $p=0.417$). (Tablas 2 y 4, Gráfico 3). En la posición BW3 tampoco se observaron diferencias significativas mediante el test de Wilcoxon ($p=0.192$) (Tablas 2 y 5, Gráfico 3).

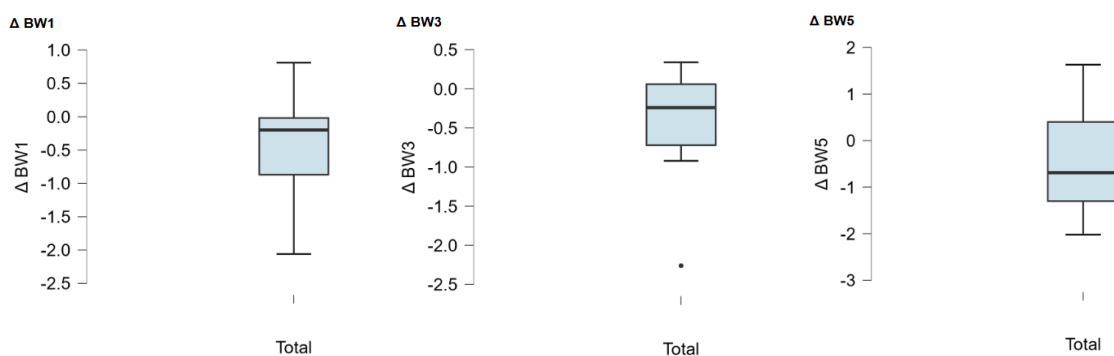


Gráfico 3: Diagramas de caja de variables óseas ($\Delta BW1$, $\Delta BW3$, $\Delta BW5$).

	t	gl	p	D de Cohen	ET D de Cohen	IC del 95% para D de Cohen	
						Inferior	Superior
MVG	-2.544	8	0.034	-0.848	0.389	-1.600	-0.059
HVPL	-4.075	8	0.004	-1.358	0.462	-2.263	-0.414
HPPL	-7.355	8	< .001	-2.452	0.667	-3.783	-1.089
$\Delta BW1$	-1.407	8	0.197	-0.469	0.351	-1.148	0.235
$\Delta BW5$	-0.856	8	0.417	-0.285	0.340	-0.945	0.391

Nota. Contraste t de Student.

Nota. Para el Contraste t de Student, la hipótesis alternativa indica que la media es diferente a 0.

Nota. Para el contraste t de Student, la magnitud del efecto viene dada por la d de Cohen.

Tabla 4: Contraste T de Student para $\Delta BW1$ y $\Delta BW5$.

	V	p	Correlación de Rango Biserial	ET Correlación de Rango Biserial	IC del 95% para Correlación de Rango Biserial	
					Inferior	Superior
$\Delta BW3$	11.000	0.192	-0.511	0.358	-0.862	0.169

Nota. Para el contraste de Wilcoxon, la hipótesis alternativa indica que la mediana es diferente a 0.

Nota. Para el contraste de Wilcoxon, la magnitud del efecto viene dada por la correlación biserial de rangos coincidentes.

Nota. Contraste de rangos con signo de Wilcoxon.

Tabla 5: Contraste de Wilcoxon para $\Delta BW3$.

Análisis complementarios

No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre maxilar superior e inferior en ninguna de las variables analizadas ($p > 0.05$), aunque se observó una tendencia a una mayor pérdida ósea en el maxilar superior para $\Delta BW1$ ($p = 0.222$; $d = 1.074$), lo cual sugiere un posible efecto clínico moderado (Tabla 6). En el caso de $\Delta BW5$, si bien no se alcanzó significancia estadística ($p = 0.222$), la magnitud del efecto fue también moderada ($d = 1.074$), indicando cierta relevancia clínica (Tabla 7).

	W	gl	p	IC del 95% para Estimación de Hodges-Lehmann			Correlación de Rango Biserial	ET Correlación de Rango Biserial	IC del 95% para Correlación de Rango Biserial	
				Estimación de Hodges-Lehmann	Inferior	Superior			Inferior	Superior
MVG	2.000		0.222	-1.515	-2.820	0.960	-0.714	0.453	-0.952	0.060
HVPL	4.000		0.462	-0.338	-1.290	0.650	-0.429	0.453	-0.888	0.461
HPPL	12.000		0.186	0.229	-0.210	0.360	0.714	0.453	-0.060	0.952
$\Delta BW1$	12.000		0.222	0.780	-0.830	2.570	0.714	0.453	-0.060	0.952
$\Delta BW3$	9.000		0.659	0.280	-0.780	2.600	0.286	0.453	-0.580	0.848

Nota. Para el contraste de Mann-Whitney, la magnitud del efecto viene dada por la correlación biserial de rangos.

Nota. Contraste U de Mann-Whitney.

Tabla 6: Contraste T para muestras independientes. Contraste U de Mann-Whitney para MVG, HVPL, HPPL, $\Delta BW1$ y $\Delta BW3$ en función del maxilar. Ninguna comparación resultó significativa ($p > 0.05$), pero $\Delta BW1$ mostró tendencia ($p=0.222$) a mayor pérdida en el maxilar superior.

	t	gl	p	Diferencia de Medias	Diferencia del Error Típico	IC del 95% para Diferencia de Medias		D de Cohen	ET D de Cohen	IC del 95% para D de Cohen	
						Inferior	Superior			Inferior	Superior
$\Delta BW5$	1.340	7	0.222	1.252	0.935	-0.958	3.462	1.074	0.965	-0.625	2.706

Nota. Contraste t de Student.

Tabla 7: Contraste T para muestras independientes. Contraste t de Student para $\Delta BW5$ en función del maxilar.

Tampoco se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los grupos con GAP ≤ 3 mm y > 3 mm en las distintas mediciones óseas y de tejido blando ($p > 0.05$). Sin embargo, clínicamente, se evidenció una tendencia hacia mayor pérdida ósea cuando el GAP era superior a 3 mm, especialmente para $\Delta BW1$ (media -1.27 mm en GAP > 3 mm frente a 0.20 mm en GAP ≤ 3 mm), lo cual puede tener implicaciones clínicas en el diseño del tratamiento implantológico (Tabla 8).

	Grupo	N	Media	DT	ET	Coefficiente de variación
MVG	≤ 3 mm	4	-0.415	0.624	0.312	-1.504
	> 3 mm	5	-1.318	1.262	0.564	-0.957
HVPL	≤ 3 mm	4	-0.420	0.401	0.200	-0.955
	> 3 mm	5	-0.716	0.448	0.200	-0.626
HPPL	≤ 3 mm	4	-0.483	0.069	0.035	-0.144
	> 3 mm	5	-0.362	0.214	0.096	-0.591
Δ BW1	≤ 3 mm	4	-1.272	0.800	0.400	-0.629
	> 3 mm	5	0.200	0.438	0.196	2.189
Δ BW3	≤ 3 mm	4	-0.840	1.032	0.516	-1.228
	> 3 mm	5	-0.172	0.458	0.205	-2.665
Δ BW5	≤ 3 mm	4	-0.828	0.840	0.420	-1.015
	> 3 mm	5	0.034	1.431	0.640	42.079

Tabla 8: Contraste *T* para muestras independientes. Contraste *t* de Student: Descriptivos de grupos según dimensión del GAP.

Se exploró la posible relación entre la estabilidad primaria del implante (expresada en Ncm) y las variaciones en la anchura ósea vestibulo-palatina a distintos niveles apicales (ΔBW1, ΔBW3, ΔBW5). La estabilidad primaria mostró una correlación estadísticamente significativa con ΔBW5, tanto mediante el coeficiente de Pearson ($r = 0.761$, $p = 0.017$) como de Spearman ($\rho = 0.715$, $p = 0.030$), con una magnitud del efecto fuerte (Tabla 9). En cambio, no se identificaron correlaciones significativas con ΔBW1 ni ΔBW3 ($p > 0.05$).

Variable		Estabilidad primaria	Δ BW1	Δ BW3	Δ BW5
1. Estabilidad primaria	R de Pearson	—			
	Valor p	—			
	IC superior 95%	—			
	IC inferior al 95%	—			
	Rho de Spearman	—			
	Valor p	—			
	IC superior 95%	—			
	IC inferior al 95%	—			
2. Δ BW1	R de Pearson	0.267	—		
	Valor p	0.488	—		
	IC superior 95%	0.791	—		
	IC inferior al 95%	-0.483	—		
	Rho de Spearman	0.247	—		
	Valor p	0.522	—		
	IC superior 95%	—	—		
	IC inferior al 95%	—	—		
3. Δ BW3	R de Pearson	0.227	0.748*	—	
	Valor p	0.556	0.020	—	
	IC superior 95%	0.775	0.944	—	
	IC inferior al 95%	-0.514	0.167	—	
	Rho de Spearman	0.145	0.603	—	
	Valor p	0.709	0.086	—	
	IC superior 95%	—	—	—	
	IC inferior al 95%	—	—	—	
4. Δ BW5	R de Pearson	0.761*	0.320	0.393	—
	Valor p	0.017	0.401	0.295	—
	IC superior 95%	0.947	0.812	0.838	—
	IC inferior al 95%	0.195	-0.437	-0.367	—
	Rho de Spearman	0.715*	0.233	0.452	—
	Valor p	0.030	0.552	0.222	—
	IC superior 95%	—	—	—	—
	IC inferior al 95%	—	—	—	—

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Tabla 9: Tabla de correlación. Comparación de variables según la estabilidad primaria del implante.

Clínicamente, este hallazgo sugiere que los implantes que alcanzaron un mayor torque de inserción (es decir, mayor estabilidad primaria) tendieron a experimentar una mayor pérdida ósea horizontal a 5 mm de la plataforma. Esta observación, aunque contraintuitiva, ha sido descrita previamente en la literatura y puede estar relacionada con un mayor estrés compresivo sobre las corticales en el momento de la inserción o con un remodelado óseo más pronunciado en zonas de mayor densidad ósea.

No se encontró, sin embargo, ninguna correlación estadísticamente significativa entre la longitud del implante y la pérdida ósea en ninguna de las mediciones evaluadas ($p > 0.05$), lo cual indica que, dentro de los rangos estudiados, la longitud del implante no parece influir en la preservación ósea (*Tabla 10*).

Variable		Implant length	Δ BW1	Δ BW3	Δ BW5
1. Implant length	R de Pearson	—			
	Valor p	—			
	IC superior 95%	—			
	IC inferior al 95%	—			
	Rho de Spearman	—			
	Valor p	—			
	IC superior 95%	—			
	IC inferior al 95%	—			
2. Δ BW1	R de Pearson	-0.503	—		
	Valor p	0.167	—		
	IC superior 95%	0.242	—		
	IC inferior al 95%	-0.875	—		
	Rho de Spearman	-0.579	—		
	Valor p	0.102	—		
	IC superior 95%	—	—		
	IC inferior al 95%	—	—		
3. Δ BW3	R de Pearson	-0.054	0.748*	—	
	Valor p	0.889	0.020	—	
	IC superior 95%	0.633	0.944	—	
	IC inferior al 95%	-0.694	0.167	—	
	Rho de Spearman	-0.353	0.603	—	
	Valor p	0.351	0.086	—	
	IC superior 95%	—	—	—	
	IC inferior al 95%	—	—	—	
4. Δ BW5	R de Pearson	-0.180	0.320	0.393	—
	Valor p	0.643	0.401	0.295	—
	IC superior 95%	0.550	0.812	0.838	—
	IC inferior al 95%	-0.754	-0.437	-0.367	—
	Rho de Spearman	-0.009	0.233	0.452	—
	Valor p	0.982	0.552	0.222	—
	IC superior 95%	—	—	—	—
	IC inferior al 95%	—	—	—	—

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

Tabla 10: Tabla de correlación. Comparación de variables según la longitud del implante.

DISCUSIÓN

Para responder adecuadamente a la pregunta de investigación planteada en este estudio, sería necesario aplicar un análisis de varianza (ANOVA), ya que la comparación de resultados entre los cuatro grupos experimentales definidos requiere una prueba estadística multigrupo. Sin embargo, debido a que en la presente cohorte solo se han obtenido datos completos del grupo II, no ha sido posible realizar dicho análisis. Por este motivo, se optó por aplicar una prueba t de Student/Wilcoxon para muestras independientes, con el fin de comparar preliminarmente las diferencias entre ambos grupos. Esta estrategia permite ofrecer unos primeros resultados cuantificables y estructurados que, si bien no permiten extraer conclusiones definitivas sobre la hipótesis general, sí ilustran las tendencias observadas hasta el momento. Además, esta aproximación permite reflejar el aprendizaje adquirido en la asignatura de Metodología de la Investigación, integrando los conocimientos teóricos y prácticos en un análisis real basado en datos clínicos. Los resultados aquí presentados deben interpretarse como una fase inicial dentro de un estudio que continuará ampliando su muestra en futuras promociones del máster.

Principales hallazgos, similitudes y discrepancias.

Los resultados del presente estudio muestran que, aunque los valores obtenidos reflejan cierto grado de pérdida de tejido blando entre T0 y T4, debe destacarse que la magnitud de dicha reducción fue moderada y compatible con los procesos fisiológicos de cicatrización tras la exodoncia y la colocación inmediata del implante. Esta remodelación es un fenómeno descrito ampliamente en la literatura y suele implicar cambios morfométricos aún más pronunciados cuando no se aplican estrategias complementarias para preservar los tejidos (11). Teniendo en cuenta que todos los pacientes incluidos en este grupo fueron tratados mediante relleno del GAP con xenoinjerto bovino desproteinizado y provisionalización inmediata con pilar personalizado tipo SSA, los resultados pueden interpretarse como clínicamente aceptables. La reducción observada, aunque estadísticamente significativa, se encuentra por debajo de los márgenes críticos de recesión establecidos en estudios previos, lo que sugiere que esta combinación terapéutica ofrece una protección razonable frente a la pérdida de volumen tisular en situaciones de implante inmediato (11,26).

Si bien se produce una ligera pérdida de volumen tanto en tejidos blandos como duros tras la intervención, dicha reducción se mantiene dentro de márgenes clínicamente tolerables. Estos hallazgos coinciden con los reportados por Urban et al. 2014., quienes también observaron estabilización del contorno gingival tras la colocación de implantes inmediatos con relleno

del alveolo y uso de pilares personalizados. Asimismo, los resultados concuerdan con el estudio de Buser et al. 2004., que indica que el uso de xenoinjerto bovino desproteínizado proporciona estabilidad dimensional en el tiempo, especialmente en procedimientos postextracción con colocación inmediata de implantes.

Estos resultados están de acuerdo con aquellos que encontramos en el artículo de Kan et al., que detalla que la pérdida tisular en técnicas sin injerto puede superar los 2 mm. En contraste, los resultados obtenidos en este estudio presentan una pérdida media inferior a 1 mm en la mayoría de los parámetros evaluados, lo que subraya la relevancia clínica del enfoque terapéutico empleado.

Los datos son similares a los reportados por Ferrus et al., quienes observaron mayores tasas de recesión gingival en casos de implante inmediato sin intervención complementaria. Esto respalda la hipótesis de que la utilización de pilares personalizados y relleno del GAP actúa como estrategia protectora, limitando el colapso de los tejidos blandos y duros adyacentes.

En cuanto al análisis de los cambios óseos, no se halló una correlación significativa entre la longitud del implante y la pérdida ósea vestibulo-palatina, lo cual coincide con lo reportado por Ferrus et al., quienes concluyen que dicha variable no parece influir directamente en la preservación tisular. Sin embargo, se observó una correlación significativa entre la estabilidad primaria (medida por el torque de inserción) y la pérdida ósea a 5 mm ($\Delta BW5$), lo que sugiere que una inserción con mayor torque podría estar asociada a una mayor reabsorción en los niveles más apicales del implante, posiblemente debido a compresión excesiva del hueso cortical o estrés biomecánico, como también ha sido discutido en estudios previos (27). Se sugiere la necesidad de estudios con mayor tamaño muestral para confirmar o rechazar dicha asociación.

En la continuación del estudio (obtención de datos para Grupos I, III y IV), se espera encontrar diferencias significativas que refuercen el impacto positivo del uso combinado de xenoinjerto, injerto de tejido conectivo y provisionalización. En particular, se anticipa que el grupo I (sin intervención complementaria) presentará mayores tasas de reabsorción ósea y recesión gingival, de acuerdo con lo observado en estudios como el de Sanz et al. 2017., que evidencian una pérdida más acentuada en ausencia de técnicas de preservación. Por tanto, los datos preliminares obtenidos aquí son alentadores, pero deben ser interpretados con cautela hasta contar con una muestra más representativa.

Plausibilidad biológica de los resultados

Desde una perspectiva biológica, la plausibilidad de los hallazgos obtenidos se sustenta en que el uso del xenoinjerto actúa como un andamiaje que estabiliza el coágulo y promueve la conservación del volumen óseo (5,11), mientras que el pilar personalizado, al reproducir la emergencia natural del diente, reduce el colapso del tejido blando al mantener la arquitectura original del perfil transmucoso (26). Esta sinergia terapéutica explica en parte la estabilidad tisular obtenida en los pacientes de este grupo.

En resumen, aunque los resultados deben considerarse preliminares debido al tamaño muestral limitado, los datos aportados por esta cohorte respaldan la hipótesis de que el uso combinado de relleno del GAP y pilar personalizado permite una mejor preservación de los tejidos periimplantarios. La continuación del estudio permitirá confirmar estas tendencias mediante análisis multigrupo e integración con otros factores clínicos y radiográficos.

Limitaciones del estudio

El presente estudio presenta ciertas limitaciones relacionadas con su diseño y a las condiciones clínicas que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el tamaño muestral fue reducido, ya que únicamente se pudieron incluir nueve pacientes en el grupo experimental II. Como consecuencia, no fue posible realizar comparaciones estadísticas entre grupos, lo que reduce la capacidad para establecer conclusiones sólidas sobre la eficacia comparada de las diferentes combinaciones de abordaje quirúrgico y protésico.

Asimismo, algunas variables clínicas, como el diámetro del implante, no pudieron ser incluidas en el análisis estadístico debido a la escasa variabilidad observada en la muestra. En concreto, la mayoría de los implantes colocados presentaban un diámetro de 4.1 mm, con un único caso de 3.25 mm, lo cual imposibilita el análisis correlacional o comparativo.

Otra limitación importante se relaciona con el procedimiento de obtención de las mediciones tridimensionales. Aunque se empleó tecnología digital avanzada mediante archivos STL y DICOM, deben tenerse en cuenta las limitaciones asociadas al uso de tomografía computarizada de haz cónico (CBCT). En primer lugar, ningún software permite una superposición perfecta de dos CBCT tomados en momentos diferentes, debido a la presencia de distorsiones propias de la imagen, artefactos, y variaciones en la posición del paciente. Además, al tratarse de un entorno clínico real, los CBCT fueron tomados por distintos operadores y en condiciones que no siempre garantizan una reproducción exacta de la

posición del cráneo del paciente. Por esta razón, se optó por realizar las mediciones de volumen óseo directamente e independientemente sobre los CBCT en T0 y T4, en lugar de emplear la técnica de superposición como se hizo con los modelos STL. Esta decisión, si bien metodológicamente justificada, puede introducir cierto grado de variabilidad interindividual que debe ser tenido en cuenta al interpretar las diferencias detectadas.

Además, no hay un control absoluto sobre variables clínicas como el biotipo gingival, el espesor de la tabla vestibular o el grado de cicatrización individual. Aunque se buscó una homogeneización en los procedimientos quirúrgicos, existen factores biológicos y técnicos que podrían actuar como potenciales sesgos y condicionar la respuesta tisular individual.

Otra de las limitaciones metodológicas a considerar es la dificultad inherente a la medición precisa del desplazamiento vertical del margen gingival (MVG). Dado que esta variable se evalúa a partir de modelos STL, la localización exacta del punto más coronal del margen mucoso puede variar ligeramente entre T0 y T4, especialmente en presencia de cambios morfológicos sutiles en el tejido blando. Esta imprecisión limita la reproducibilidad de la medición y puede introducir un margen de error en la cuantificación de la recesión gingival, aunque se hayan seguido criterios visuales consistentes durante el proceso de análisis.

A pesar de estas limitaciones, los resultados aportan información relevante sobre la estabilidad tisular tras la aplicación de protocolos de implantología inmediata con xenoinjerto y provisionalización, y proporcionan una base valiosa para investigaciones futuras con mayor tamaño muestral y control de variables.

CONCLUSIONES

1. La comparación del volumen óseo entre los grupos de tratamiento no ha podido ser abordada en esta fase del estudio, al disponer únicamente de datos del Grupo II.
2. La evaluación de los cambios volumétricos de los tejidos periimplantarios entre los distintos grupos queda a la espera de la inclusión de pacientes en los grupos diferentes al II.
3. Los resultados obtenidos en el Grupo II mostraron que, aunque se observaron variaciones interindividuales, las medidas pre y postoperatorias muestran una estabilidad general en las dimensiones vestibulares y palatinas, así como una reducción limitada del margen gingival
4. El relleno del GAP con xenoinjerto bovino desproteínizado (Bio-Oss®), junto con provisionalización inmediata, contribuye a limitar la pérdida de volumen de tejidos periimplantarios, lo cual ofrece un beneficios en la preservación tisular frente a la remodelación fisiológica tras la exodoncia e implantación inmediata.
5. No se encontraron asociaciones estadísticamente significativas entre las variables clínicas analizadas y la pérdida tisular, aunque sí se identificaron tendencias clínicas relevantes, como una mayor pérdida ósea en GAPs > 3 mm y en el maxilar superior, así como que una mayor estabilidad primaria podría contribuir a una mejor preservación del volumen óseo en zonas profundas.

Este estudio representa la primera fase del estudio. Los datos obtenidos servirán como referencia para la interpretación futura de los resultados de los Grupos I, III y IV, y permitirán contrastar la eficacia clínica de distintas estrategias quirúrgicas y prostodónticas en implantes inmediatos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Meshkat Alsat M, Hassani A, Bitaraf T, Salmasi SC. Dimensional changes of peri-implant tissue following immediate flapless implant placement and provisionalization with or without xenograft in the anterior maxilla: a study protocol for a randomized controlled trial. *Trials*. 2022 Nov 26;23(1):960. doi: 10.1186/s13063-022-06918-1. PMID: 36435819.
2. Lilet R, Desiron M, Finelle G, Lecloux G, Seidel L, Lambert F. Immediate implant placement combining socket seal abutment and peri-implant socket filling: a prospective case series. *Clin Oral Implants Res*. 2022 Jan;33(1):33–44. doi: 10.1111/clr.13852. PMID: 34551159.
3. Sanz M, Lindhe J, Alcaraz J, Sanz-Sánchez I, Cecchinato D. The effect of placing a bone replacement graft in the gap at immediately placed implants: a randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res*. 2017 Aug;28(8):902–10. doi: 10.1111/clr.12896. PMID: 27273298.
4. Mao Z, Lee CT, He SM, Zhang S, Bao J, Xie ZG. Buccal bone dimensional changes at immediate implant sites in the maxillary esthetic zone within a 4–12-month follow-up period: a systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2021;23(6):883–903. doi: 10.1111/cid.13051.
5. Cavalcanti de Siqueira GR, Tavares JR, Pedrosa RF, Cavalcanti de Siqueira RA, Fernandes GVO. Immediate implant with provisionalization and soft tissue grafting after 4-year follow-up. *Clin Adv Periodontics*. 2022;12(1):12–9. doi: 10.1002/cap.10148.
6. Roe P, Kan JY, Rungcharassaeng K, Caruso JM, Zimmerman G, Mesquida J. Horizontal and vertical dimensional changes of peri-implant facial bone following immediate placement and provisionalization of maxillary anterior single implants: a 1-year cone beam computed tomography study. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2012 Mar–Apr;27(2):393–400. PMID: 22442780.
7. Naji BM, Abdelsameaa SS, Alqutaibi AY, Said Ahmed WM. Immediate dental implant placement with a horizontal gap more than two millimetres: a randomized clinical trial. *Int J Oral Maxillofac Surg*. 2021;50(5):683–90. doi: 10.1016/j.ijom.2020.09.003.
8. Atef M, El Barbary A, Dahrous MSED, Zahran AF. Comparison of the soft and hard peri-implant tissue dimensional changes around single immediate implants in the esthetic zone with socket shield technique versus using xenograft: a randomized controlled clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2021;23(3):456–65. doi: 10.1111/cid.13008.
9. Degidi M, Daprile G, Nardi D, Piattelli A. Buccal bone plate in immediately placed and restored implant with Bio-Oss® collagen graft: a 1-year follow-up study. *Clin Oral Implants Res*. 2013 Dec;24(12):1201–5. doi: 10.1111/j.1600-0501.2012.02561.x.
10. Wang IC, Chan HL, Kinney J, Wang HL. Volumetric facial contour changes of immediately placed implants with and without immediate provisionalization. *J Periodontol*. 2020 Jul;91(7):906–16. doi:

10.1002/JPER.19-0308.

11. Jiang X, Di P, Ren S, Zhang Y, Lin Y. Hard and soft tissue alterations during the healing stage of immediate implant placement and provisionalization with or without connective tissue graft: a randomized clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2020 Aug;47(8):1006–15. doi: 10.1111/jcpe.13331. PMID: 32542725.

12. Guglielmi D, Di Domenico G, Aroca S, Vignoletti F, Ciaravino V, Donghia R, de Sanctis M. Soft and hard tissue changes after immediate implant placement with or without a subepithelial connective tissue graft: results from a 6-month pilot randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2022 Oct;49(10):999–1011. doi: 10.1111/jcpe.13703.

13. Ferrantino L, Camurati A, Gambino P, Marzolo M, Trisciuglio D, Santoro G, et al. Aesthetic outcomes of non-functional immediately restored single post-extraction implants with and without connective tissue graft: a multicentre randomized controlled trial. *Clin Oral Implants Res*. 2021 Jun;32(6):684–94. doi: 10.1111/clr.13733. PMID: 33638216.

14. Morimoto T, Tsukiyama Y, Morimoto K, Koyano K. Facial bone alterations on maxillary anterior single implants for immediate placement and provisionalization following tooth extraction: a superimposed cone beam computed tomography study. *Clin Oral Implants Res*. 2015 Dec;26(12):1383–9. doi: 10.1111/clr.12485.

15. Seysens L, Eeckhout C, Cosyn J. Immediate implant placement with or without socket grafting: a systematic review and meta-analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2022 Jun;24(3):339–51. doi: 10.1111/cid.13095.

16. Jung RE, Philipp A, Annen BM, Signorelli L, Thoma DS, Hämmerle CHF, et al. Radiographic evaluation of different techniques for ridge preservation after tooth extraction: a randomized controlled clinical trial. *J Clin Periodontol*. 2013 Jan;40(1):90–8. doi: 10.1111/jcpe.12029.

17. Fettouh AIA, Ghallab NA, Ghaffar KA, et al. Bone dimensional changes after flapless immediate implant placement with and without bone grafting: randomized clinical trial. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2023 Feb;25(2):271–83. doi: 10.1111/cid.13178.

18. Tarnow DP, Chu SJ, Salama MA, Stappert CFJ, Salama H, Garber DA, et al. Flapless postextraction socket implant placement in the esthetic zone: part 1. The effect of bone grafting and/or provisional restoration on facial-palatal ridge dimensional change—a retrospective cohort study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2014 May–Jun;34(3):323–31. doi: 10.11607/prd.1604.

19. Alexopoulou M, Lambert F, Knafo B, Popelut A, Vandenberghe B, Finelle G. Immediate implant in the posterior region combined with alveolar ridge preservation and sealing socket abutment: a retrospective 3D radiographic analysis. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2021 Feb;23(1):61–72. doi: 10.1111/cid.12974. PMID: 33438320.

20. Chen ST, Wilson TG Jr, Hämmerle CHF. Immediate or early placement of implants following tooth extraction: review of biologic basis, clinical procedures, and outcomes. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19

Suppl:12–25. PMID: 15346734.

21. Slagter KW, Raghoobar GM, Meijer HJA, Vissink A. Immediate placement of dental implants in the esthetic zone: a systematic review and pooled analysis. *Int J Oral Maxillofac Surg.* 2014 Jul;43(7):857–65. doi: 10.1016/j.ijom.2014.02.013. PMID: 24631274.

22. Roca-Millan E, González-Navarro B, et al. Indications and contraindications of immediate dental implants: an updated review. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal.* 2022 Mar 1;27(2):e216–23. doi: 10.4317/medoral.25001. PMID: 35072720.

23. Aloy-Prosper A, Peñarrocha-Oltra D, et al. Apical bone engagement in immediate implants: a clinical and radiographic study. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2023 Mar-Apr;38(2):333–9. doi: 10.11607/jomi.10384. PMID: 40047361.

24. Schwarz F, Derks J, et al. Immediate implant placement and peri-implant diseases: systematic review. *J Clin Periodontol.* 2020 Jun;47 Suppl 22:92–105. doi: 10.1111/jcpe.13251. PMID: 32273958.

25. Jensen SS, Terheyden H. Bone augmentation procedures in localized defects in the alveolar ridge: clinical results with different bone grafts and bone-substitute materials. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2009;24 Suppl:218–36. PMID: 19885448.

26. Piattelli A, Scarano A, Piattelli M. Histologic evaluation of anorganic bovine bone (Bio-Oss) in sinus augmentation procedures: a 6-month retrospective study. *Clin Oral Implants Res.* 1999 Dec;10(6):550–4. PMID: 10551070.

27. MacBeth N, Trullenque-Eriksson A, Donos N, Mardas N. Hard and soft tissue changes following alveolar ridge preservation: a systematic review. *Clin Oral Implants Res.* 2017 Aug;28(8):982–1004. doi: 10.1111/clr.12911. PMID: 27273495.

28. Botticelli D, Berglundh T, Buser D, Lindhe J. The jumping distance revisited: an experimental study in the dog. *Clin Oral Implants Res.* 2003 Feb;14(1):35–42. doi: 10.1034/j.1600-0501.2003.140106.x. PMID: 12562362.

29. Araújo MG, Silva CO, Misawa M, Sukekava F. Alveolar socket healing: what can we learn? *Periodontol* 2000. 2015 Oct;68(1):122–34. doi: 10.1111/prd.12082. PMID: 26332628.

30. Traini T, Degidi M, et al. Histomorphometry of anorganic bovine bone (Bio-Oss) used in sinus augmentation: a human study. *J Periodontol.* 2007 May;78(5):955–61. doi: 10.1902/jop.2007.060391. PMID: 17470010.

31. Al-Sabbagh M. Primary stability: a prerequisite for successful immediate loading of dental implants. *J Periodontol.* 2011;82(11):1340–9.

32. Sennerby L, Meredith N. Implant stability measurements using resonance frequency analysis: biological

and biomechanical aspects and clinical implications. *Periodontol 2000*. 2008;47(1):51–66.

33. Thoma DS, Naenni N, Figuero E, et al. Effects of soft tissue augmentation procedures on peri-implant health or disease: A systematic review and meta-analysis. *Clin Oral Implants Res*. 2018;29 Suppl 15:32–49.

34. Zuhr O, Bäumer D, Hürzeler M. The addition of connective tissue grafting to implant therapy in the esthetic zone: A systematic review. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2014;34(2):117–23.

35. Cairo F, Pagliaro U, et al. Soft tissue management at implant sites. *J Clin Periodontol*. 2008;35(Suppl 8):163–7.

36. Araújo MG, Lindhe J. Dimensional ridge alterations following tooth extraction: an experimental study in the dog. *J Clin Periodontol*. 2005;32(2):212–8.

37. Buser D, et al. Optimizing esthetics for implant restorations in the anterior maxilla: anatomic and surgical considerations. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2004;19(Suppl):43–61.

38. Blaschke C, et al. CBCT analysis in digital dentistry: a review. *Clin Oral Investig*. 2020;24(7):2303–12.

39. De Angelis N, et al. Volumetric analysis of soft tissue changes using STL-CBCT superimposition. *J Prosthet Dent*. 2023;129(1):142–9.

40. Monje A, Pons R, Chan HL, et al. Influence of compacting forces on the histomorphometric outcome of anorganic bovine bone in rabbit calvaria. *Clin Oral Implants Res*. 2020;31(12):1207–1216. doi: 10.1111/clr.13699.

41. López MA, Fernández S, et al. Packing density of grafted bone substitutes influences osteoconductivity and bone formation: A histomorphometric study. *Clin Oral Investig*. 2022;26(10):6047–6057.

42. McNamara LE, Wendelboe D, et al. Excessive compaction of bone grafts: a factor for delayed healing? *J Orthop Res*. 2004;22(5):1073–80.

43. Grandi T, Guazzi P, et al. Immediate provisionalization in immediate single implants: a 1-year prospective study. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2012;14 Suppl 1:e51–e60.

44. Cosyn J, et al. Esthetic outcomes of immediate implant placement and provisionalization in anterior single tooth defects. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2013;15(3):405–12.

45. Koutouzis T, et al. Socket seal surgery: clinical technique and outcomes. *J Periodontol*. 2013;84(8):1100–6.

46. Lang NP, et al. A systematic review on survival and success rates of implants placed immediately into fresh extraction sockets. *Clin Oral Implants Res*. 2012;23 Suppl 5:39–66.

47. Mitsias ME, Siormpas KD, et al. The role of provisional restoration contour on peri-implant soft tissue architecture: A prospective clinical study. *Clin Oral Implants Res*. 2021;32(4):456–63.

48. Neji G, Tlili M, Selmi R, Mlouka M, Khalfi MS, Ben Amor F. Sealing socket with custom healing abutment in case of immediate posterior implant placement: A case report. *SAGE Open Med Case Rep.* 2024;12:2050313X241302654. doi:10.1177/2050313X241302654.
49. Rodríguez Vela L, Murillo Rodríguez A. Pilar de cicatrización personalizado post-extractivo con pilares temporales C-Tech. Caso clínico. *C-Tech Implant.* [Internet]. [citado el 2 junio 2025].
50. Gallucci GO, Bernard JP, Bertosa M, Belser UC. Immediate loading with fixed screw-retained provisional restorations in edentulous jaws: the pickup technique. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 2004;19(4):524–33.
51. Van Nimwegen WG, Raghoobar GM, Zuiderveld EG, Jung RE, Meijer HJA, Mühlemann S. Immediate placement and provisionalization of implants in the aesthetic zone with or without a connective tissue graft: a 1-year randomized controlled trial and volumetric study. *Clin Oral Implants Res.* 2018;29(7):671–678. doi:10.1111/clr.13269
52. Fernandes D, Marques T, Borges T, Montero J. Volumetric analysis on the use of customized healing abutments with or without connective tissue graft at flapless maxillary immediate implant placement: A randomized clinical trial. *Clin Oral Implants Res.* 2023;34(9):934–946.
53. Urban T, Kostopoulos L, Wenzel A. Immediate implant placement in molar regions: a 12-month prospective, randomized follow-up study. *Clin Oral Implants Res.* 2012 Dec;23(12):1389–97. doi:10.1111/j.1600-0501.2011.02319.x

ANEXOS

Anexo 1: Hoja de información al paciente y Consentimiento Informado

HOJA DE INFORMACIÓN

Título del estudio: Cambios volumétricos en Implantes dentales inmediatos con relleno del GAP con diferentes técnicas y provisionalización.

Promotor: Universidad Europea de Madrid

Investigadores: María Soler Delgado

Centro: Universidad Europea de Madrid

Nos dirigimos a usted para informarle sobre un estudio de investigación que se va a realizar en la Universidad Europea de Madrid, en el cual se le invita a participar. Este documento tiene por objeto que usted reciba la información correcta y necesaria para evaluar si quiere o no participar en el estudio. A continuación, le explicaremos de forma detallada todos los objetivos, beneficios y posibles riesgos del estudio. Si usted tiene alguna duda tras leer las siguientes aclaraciones, nosotros estaremos a su disposición para aclararle las posibles dudas. Finalmente, usted puede consultar su participación con las personas que considere oportuno.

¿Cuál es el motivo del estudio?

El objetivo de esta investigación es comparar el volumen de los tejidos antes y después de la colocación de un implante inmediato con diferentes técnicas de relleno del GAP.

Resumen del estudio:

Se trata de un estudio prospectivo cuyo objetivo es realizar una comparación volumétrica entre las diferentes técnicas de relleno del GAP tras la colocación de un implante dental inmediato, determinando así con cuales evitamos una mayor pérdida de volumen óseo. El objeto de estudio serán todas las colocaciones de implantes inmediatos con pilar personalizado o provisional que se realicen sobre pacientes de la clínica odontológica del máster de Cirugía Bucal e Implantología Avanzada de la Universidad Europea de Madrid, durante los cursos académicos 2023-2024 y 2024-2025. Para ello se utilizarán registros radiográficos entre los que incluimos la radiografía panorámica, radiografías intraorales periapicales y radiografía mediante CBCT; que nos permitirán analizar diferentes parámetros radiográficos, así como realizar una comparación volumétrica tridimensional tras el tratamiento de los pacientes.

Participación voluntaria y retirada del estudio:

La participación en este estudio es voluntaria, por lo que puede decidir no participar. En caso de que decida participar, puede retirar su consentimiento en cualquier momento, sin que por ello se altere la relación con su médico ni se produzca perjuicio alguno en su tratamiento. En caso de que usted decidiera abandonar el estudio, puede hacerlo permitiendo el uso de los datos obtenidos hasta ese momento para la finalidad del estudio, o si fuera su voluntad, todos los registros y datos serán borrados.

¿Quién puede participar?

El estudio se realizará en pacientes voluntarios sometidos a procedimientos de colocación de implantes dentales inmediatos. A ningún paciente se le realizará ninguna intervención adicional innecesaria. Tanto las técnicas como los materiales propuestos son ampliamente utilizados en la práctica diaria en la actualidad. El reclutamiento de los participantes será a través de orden de llegada y número de historia.

¿En qué consiste el estudio y mi participación?

La cirugía consistirá en la extracción de la pieza dental con pronóstico desfavorable y la colocación, en ese mismo momento, de un implante y relleno del GAP (o espacio que queda entre el implante y el hueso remanente) junto a la posibilidad de añadir un injerto de tejido conectivo (ITC). A todos los pacientes se les realizará una radiografía panorámica y una tomografía computarizada de haz cónico (CBCT) antes de la cirugía, así como un escáner digital y fotografías intraorales. En todos los casos, se utilizará anestesia local con articaína al 4% y epinefrina 1:100.000.

Se procede a la extracción del diente de la forma más atraumática posible, para preservar las tablas óseas. Una vez el diente ha sido extraído, se realiza el legrado meticuloso del alveolo para eliminar cualquier resto de tejido blando y se comprueba la integridad de las cuatro paredes. Posteriormente, se prepara el lecho del implante y se coloca el mismo con un anclaje apical de unos 3-4 mm para lograr estabilidad primaria y ubicando el hombro a 1 mm subcrestal al hueso vestibular. Una vez colocado el implante, el espacio entre la superficie del implante y la superficie interna de la cresta vestibular (GAP) se rellenará según corresponda. Todos los pacientes recibirán un pilar personalizado, anatómicamente contorneado, el día de la cirugía, que se mantendrá durante los 4 meses de seguimiento.

Se recetará profilaxis antibiótica y analgésicos/antiinflamatorios si se considera necesario, así como enjuagues con clorhexidina al 0,2%. En caso de injerto de tejido conectivo, se retirarán las suturas 7 días después de la cirugía. Se realizará un control a los 7 y a los 30 días y posteriormente a los 3-4 meses, donde se volverán a tomar registros fotográficos, radiográficos y escaneado digital intraoral (Rx periapical, CBCT y STL).

¿Cuáles son los posibles beneficios y riesgos derivados de mi participación?

Es posible que usted no obtenga ningún beneficio directo por participar en el estudio. No obstante, se prevé que la información que se obtenga pueda beneficiar en un futuro a otros pacientes y pueda contribuir a realizar un cambio de pensamiento en el profesional a la hora de futuras colocaciones inmediatas de implantes dentales. Al finalizar la investigación podrá ser informado, si lo desea, sobre los principales resultados y conclusiones generales del estudio.

¿Quién tiene acceso a mis datos personales y cómo se protegen?

El tratamiento, la comunicación y la cesión de los datos de carácter personal de todos los participantes se ajustará a lo dispuesto en la Ley Orgánica 3/2018 de 5 de diciembre de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales. De acuerdo a lo que establece la legislación mencionada, usted puede ejercer los derechos de acceso, modificación, oposición y cancelación de datos, para lo cual deberá dirigirse a su médico del estudio.

Los datos recogidos para el estudio estarán identificados mediante un código y sólo su médico del estudio/colaboradores podrá relacionar dichos datos con usted y con su historia clínica. Por lo tanto, su identidad no será revelada a persona alguna salvo excepciones, en caso de urgencia médica o requerimiento legal. El acceso a su información personal quedará restringido al médico del estudio/colaboradores, autoridades sanitarias (Agencia Española del Medicamento y Productos Sanitarios), al comité Ético de investigación clínica y personal autorizado por el promotor, cuando lo precisen para comprobar los datos y procedimientos del estudio, pero siempre manteniendo la confidencialidad de los mismos de acuerdo con la legislación vigente.

¿Recibiré algún tipo de compensación económica?

No se prevé ningún tipo de compensación económica durante el estudio. Si bien, su participación no le supondrá ningún gasto.

Calidad científica y requerimientos éticos del estudio:

Este estudio ha sido sometido a aprobación por el Comité Ético de la Universidad Europea de Madrid, que vela por la calidad científica de los proyectos de investigación que se llevan a cabo en el centro. Cuando la investigación se hace con personas, este comité vela por el cumplimiento de lo establecido en la Declaración de Helsinki y la normativa legal vigente sobre investigación biomédica (ley 14/2007, de junio de investigación biomédica) y ensayos clínicos (R.D. 223/2004 de 6 de febrero).

Llegado este momento le damos la oportunidad de que, si no lo ha hecho antes, haga las preguntas que considere oportunas. En caso de que una vez leída esta información y aclaradas las dudas decida participar en el estudio, deberá firmar su consentimiento informado.

CONSENTIMIENTO INFORMADO:

D./D^a. _____, de _____ años, con DNI _____ y domicilio en _____. He recibido una explicación satisfactoria sobre el procedimiento del estudio, su finalidad, riesgos, beneficios y alternativas.

He quedado satisfecho/a con la información recibida, la he comprendido, se me han respondido todas mis dudas y comprendo que mi participación es voluntaria.

Presto mi consentimiento para el procedimiento propuesto y conozco mi derecho a retirarlo cuando lo desee, con la única obligación de informar sobre mi decisión al médico responsable del estudio.

En Madrid, a día _____ de _____ de _____.

Firma y Nº de colegiado del investigador

Firma y Nº de DNI del paciente

Cambios volumétricos en IOI inmediatos con pilar personalizado con diferentes técnicas: sin relleno del GAP vs relleno del GAP con Bio-Oss vs relleno del GAP con Bio-Oss + injerto de tejido conectivo vs relleno el GAP solo con injerto de tejido conectivo.

Anexo 2: Tablas de frecuencia para variables cualitativas.

Frecuencias para Sexo

Sexo	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Hombre	1	11.111	11.111	11.111
Mujer	8	88.889	88.889	100.000
Ausente	0	0.000		
Total	9	100.000		

Frecuencias para Maxilar

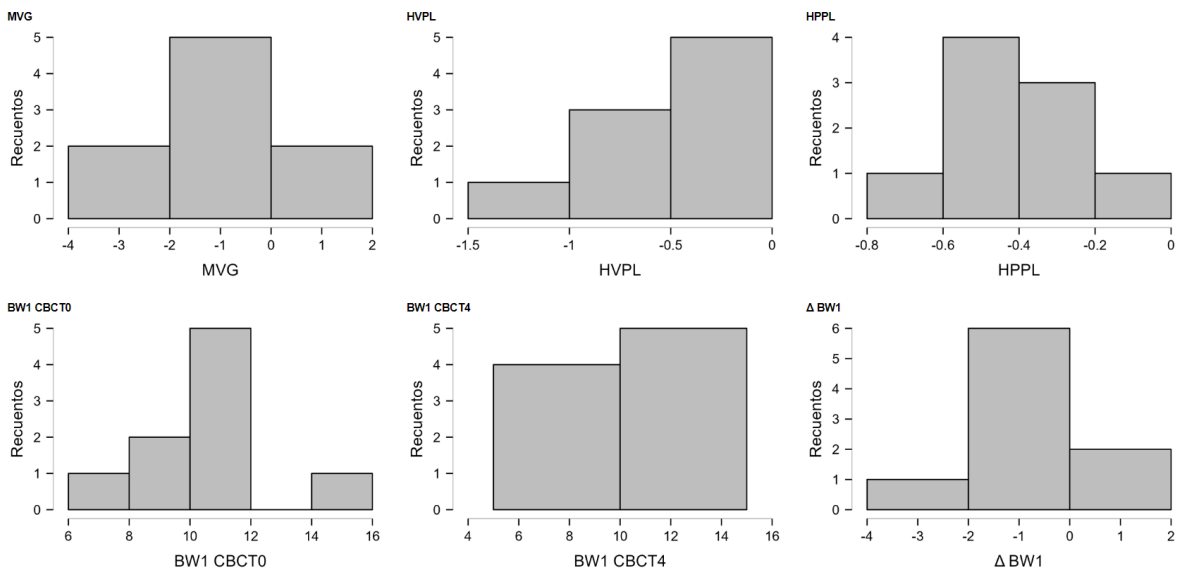
Maxilar	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Maxilar inferior	2	22.222	22.222	22.222
Maxilar superior	7	77.778	77.778	100.000
Ausente	0	0.000		
Total	9	100.000		

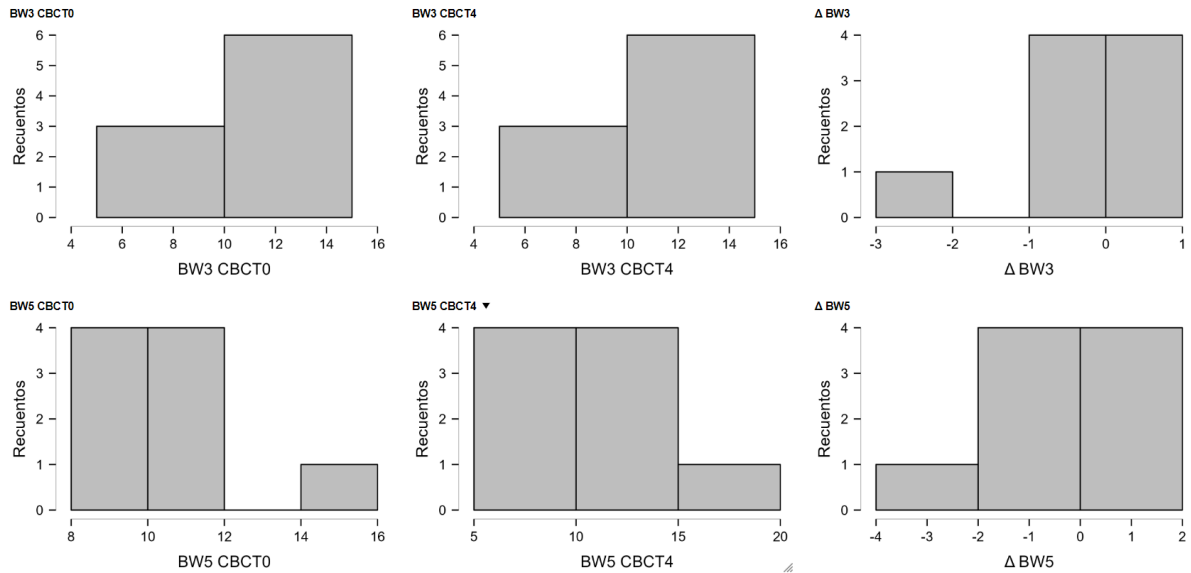
Frecuencias para Razon exodoncia

Razon exodoncia	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Resto radicular	7	77.778	77.778	77.778
Caries no restaurable	2	22.222	22.222	100.000
Ausente	0	0.000		
Total	9	100.000		

Anexo 3: Gráficos de distribuciones. Variables cuantitativas.

Gráficos de distribuciones



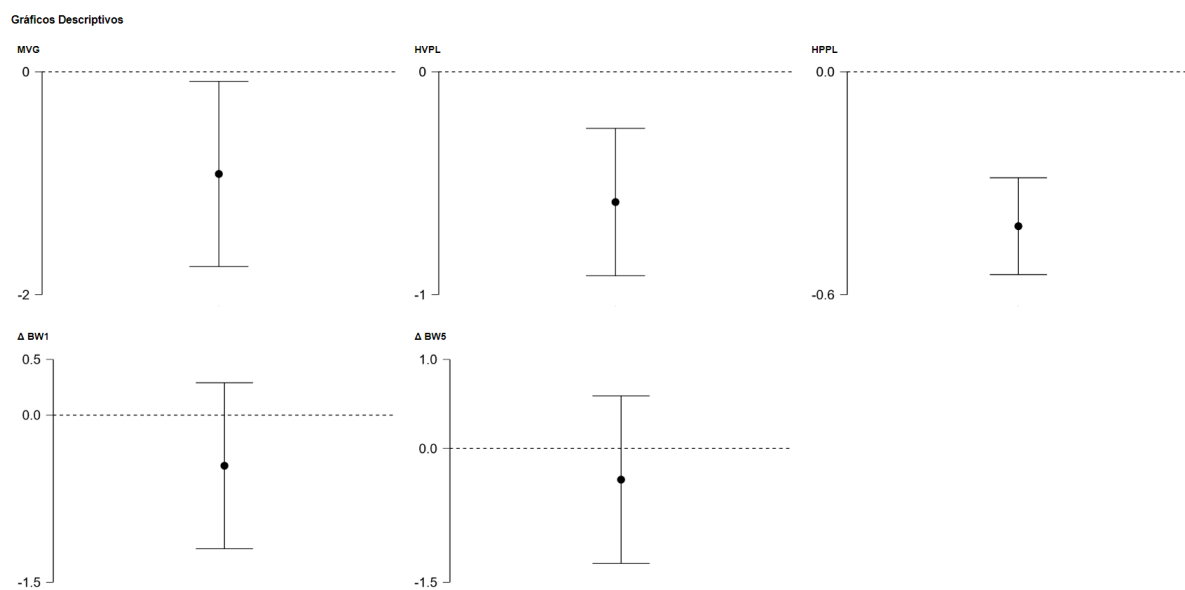


Anexo 4: Contraste T para una muestra. Contraste T de Student. Tabla de descriptivos.

Descriptivos

	N	Media	DT	ET	Coefficiente de variación
MVG	9	-0.917	1.081	0.360	-1.179
HVPL	9	-0.584	0.430	0.143	-0.736
HPPL	9	-0.416	0.169	0.056	-0.408
Δ BW1	9	-0.454	0.969	0.323	-2.132
Δ BW5	9	-0.349	1.222	0.407	-3.504

Anexo 5: Contraste T para una muestra. Contraste T de Student. Gráficos descriptivos.



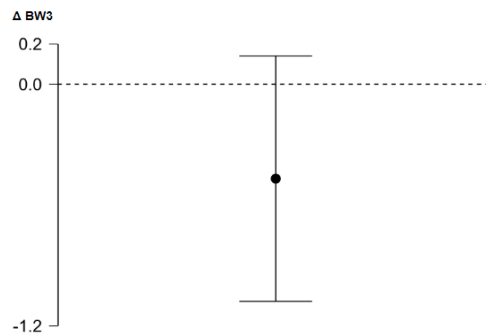
Anexo 6: Contraste T para una muestra. Contraste de Wilcoxon. Tabla de descriptivos.

Descriptivos

	N	Media	DT	ET	Coefficiente de variación
$\Delta BW3$	9	-0.469	0.793	0.264	-1.690

Anexo 7: Contraste T para una muestra. Contraste de Wilcoxon. Gráficos descriptivos.

Gráficos Descriptivos



Anexo 8: En función del maxilar. Contraste U de Mann-Whitney. Verificación de supuestos. Descriptivos de grupo. Gráficos descriptivos

Verificaciones de Supuestos

Contraste de Normalidad (Shapiro-Wilk)

		W	p
MVG	Maxilar inferior	NaN ^a	
	Maxilar superior	0.896	0.307
HVPL	Maxilar inferior	NaN ^b	
	Maxilar superior	0.909	0.388
HPPL	Maxilar inferior	NaN ^c	
	Maxilar superior	0.798	0.039
$\Delta BW1$	Maxilar inferior	NaN ^d	
	Maxilar superior	0.944	0.673
$\Delta BW3$	Maxilar inferior	NaN ^e	
	Maxilar superior	0.788	0.031

Nota. Los resultados significativos sugieren una desviación respecto a la Normalidad.

^a El número de observaciones es < 3 or > 5000 en MVG después de agrupar en Maxilar

^b El número de observaciones es < 3 or > 5000 en HVPL después de agrupar en Maxilar

^c El número de observaciones es < 3 or > 5000 en HPPL después de agrupar en Maxilar

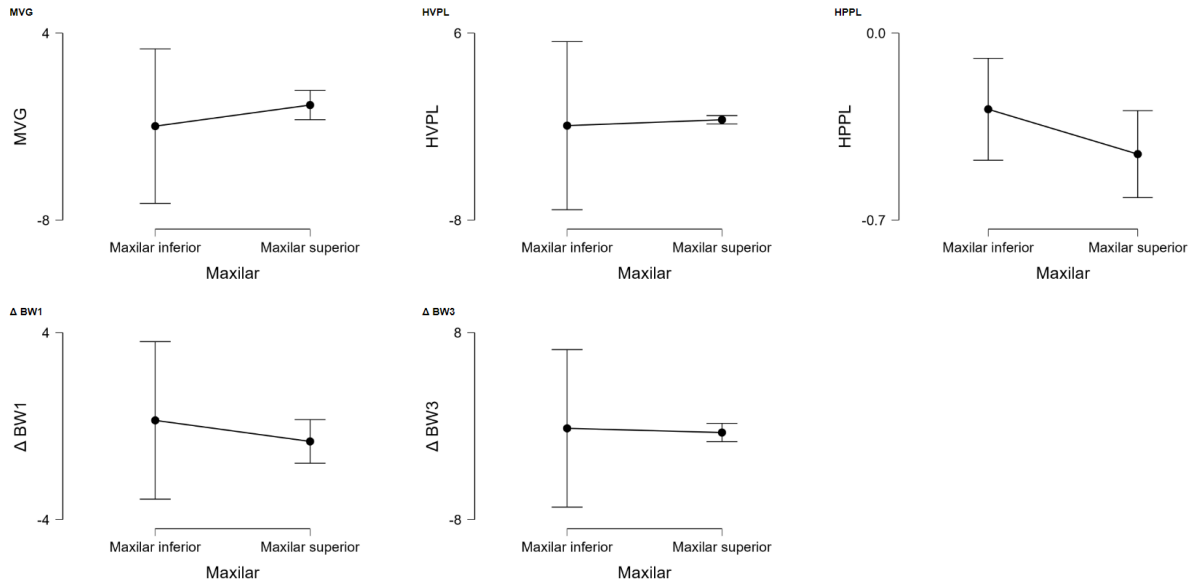
^d El número de observaciones es < 3 or > 5000 en $\Delta BW1$ después de agrupar en Maxilar

^e El número de observaciones es < 3 or > 5000 en $\Delta BW3$ después de agrupar en Maxilar

Descriptivos de Grupo

Grupo		N	Media	DT	ET	Coefficiente de variación
MVG	Maxilar inferior	2	-1.970	0.552	0.390	-0.280
	Maxilar superior	7	-0.616	1.016	0.384	-1.650
HVPL	Maxilar inferior	2	-0.925	0.700	0.495	-0.757
	Maxilar superior	7	-0.487	0.340	0.128	-0.697
HPPL	Maxilar inferior	2	-0.285	0.021	0.015	-0.074
	Maxilar superior	7	-0.453	0.176	0.066	-0.388
$\Delta BW1$	Maxilar inferior	2	0.245	0.375	0.265	1.530
	Maxilar superior	7	-0.654	1.009	0.381	-1.542
$\Delta BW3$	Maxilar inferior	2	-0.190	0.750	0.530	-3.945
	Maxilar superior	7	-0.549	0.843	0.319	-1.537

Gráficos Descriptivos



Anexo 9: En función del maxilar. Contraste T de Student. Verificación de supuestos.

Descriptivos de grupo. Gráficos descriptivos

Verificaciones de Supuestos

Contraste de Normalidad (Shapiro-Wilk)

	W	p
Δ BW5	NaN ^a	
Maxilar inferior		
Maxilar superior	0.912	0.411

Nota. Los resultados significativos sugieren una desviación respecto a la Normalidad.

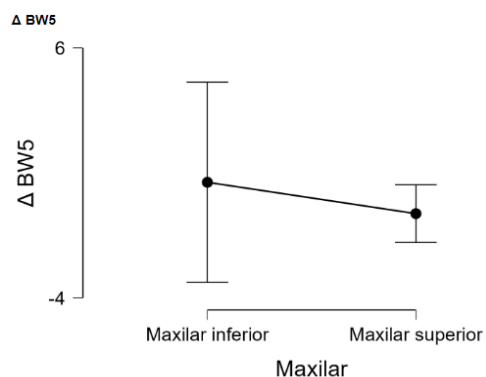
^a El número de observaciones es < 3 or > 5000 en Δ BW5 después de agrupar en Maxilar

Descriptivos

Descriptivos de Grupo

	Grupo	N	Media	DT	ET	Coefficiente de variación
Δ BW5	Maxilar inferior	2	0.625	0.445	0.315	0.713
	Maxilar superior	7	-0.627	1.246	0.471	-1.987

Gráficos Descriptivos



Anexo 9: En función de las dimensiones del GAP. Contraste T de Student. Comparación de variables. Verificación de supuestos. Gráficos descriptivos.

	t	gl	p	Diferencia de Medias	Diferencia del Error Típico	IC del 95% para Diferencia de Medias		D de Cohen	ET D de Cohen	IC del 95% para D de Cohen	
						Inferior	Superior			Inferior	Superior
MVG	1.297	7	0.236	0.903	0.696	-0.743	2.549	0.870	0.738	-0.546	2.232
HVPL	1.029	7	0.338	0.296	0.288	-0.384	0.976	0.691	0.714	-0.694	2.030
HPPL	-1.069	7	0.320	-0.121	0.113	-0.387	0.146	-0.717	0.717	-2.060	0.671
Δ BW1	-3.542	7	0.009	-1.472	0.416	-2.456	-0.489	-2.376	1.075	-4.126	-0.540
Δ BW3	-1.312	7	0.231	-0.668	0.509	-1.872	0.536	-0.880	0.739	-2.243	0.538
Δ BW5	-1.059	7	0.325	-0.861	0.814	-2.786	1.063	-0.710	0.716	-2.052	0.677

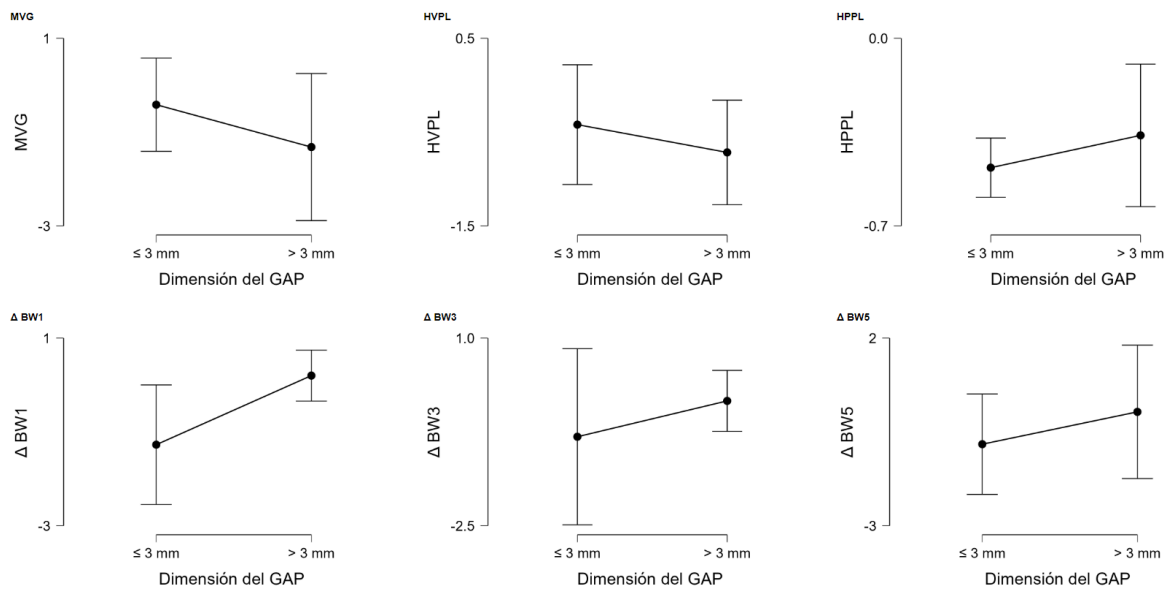
Verificaciones de Supuestos

Contraste de Normalidad (Shapiro-Wilk)

		W	p
MVG	≤ 3 mm	0.979	0.896
	> 3 mm	0.924	0.557
HVPL	≤ 3 mm	0.838	0.190
	> 3 mm	0.914	0.493
HPPL	≤ 3 mm	0.782	0.074
	> 3 mm	0.960	0.808
Δ BW1	≤ 3 mm	0.922	0.551
	> 3 mm	0.874	0.283
Δ BW3	≤ 3 mm	0.913	0.500
	> 3 mm	0.883	0.323
Δ BW5	≤ 3 mm	0.812	0.126
	> 3 mm	0.971	0.881

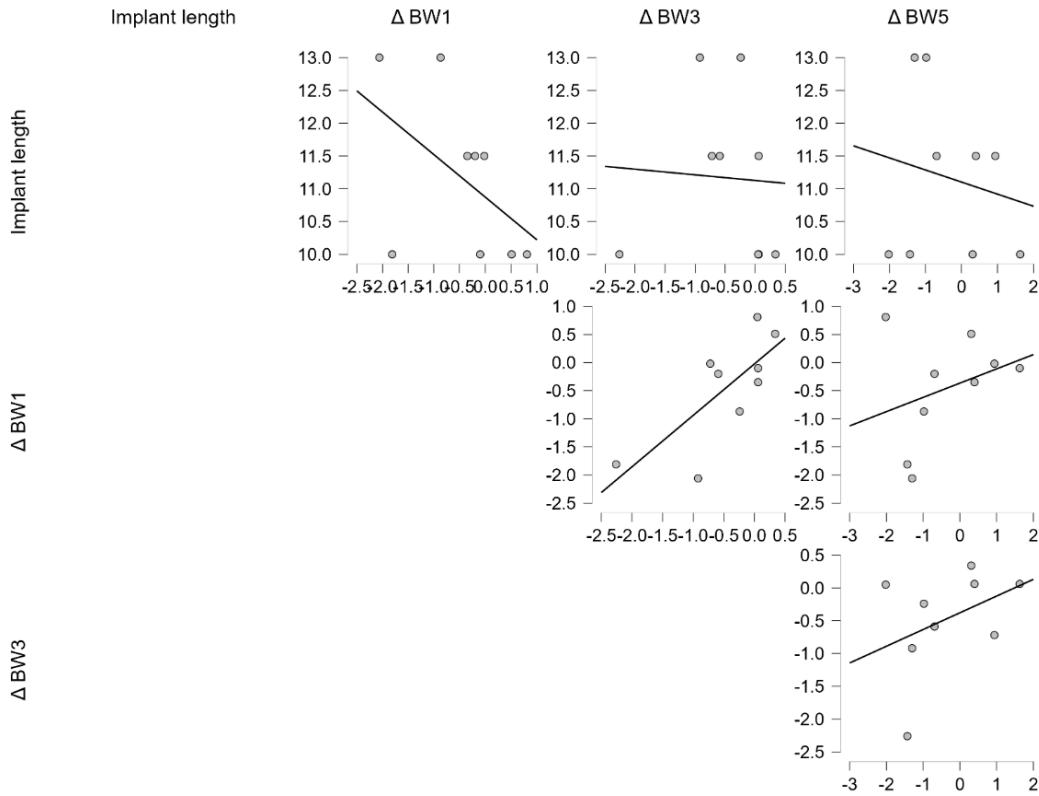
Nota. Los resultados significativos sugieren una desviación respecto a la Normalidad.

Gráficos Descriptivos



Anexo 10: En función de la longitud del implante. Correlación. Gráfico de correlación.

Gráfico de correlación



Anexo 11: En función de la estabilidad primaria del implante. Correlación. Gráfico de correlación.

Gráfico de correlación

