

## TABLA DE CONTENIDO

|                                                         | Pág.          |
|---------------------------------------------------------|---------------|
| <b>1. ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICO .....</b>             | <b>5</b>      |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....                    | 5             |
| 1.1.1 Pregunta problema .....                           | 6             |
| 1.2 JUSTIFICACIÓN .....                                 | 6             |
| 1.3 PROPÓSITO-IMPACTO.....                              | 8             |
| 1.4 MARCO TEÓRICO.....                                  | 8             |
| 1.4.1 Destornilladores para mini implantes.....         | 9             |
| 1.4.2 Arquitectura ósea. ....                           | 12            |
| 1.4.3 Relación entre tejido óseo y mini implantes ..... | 14            |
| 1.4.4 Torque de inserción.....                          | 15            |
| 1.4.5 Estabilidad.....                                  | 15            |
| 1.4.6 Microgrietas o microfracturas .....               | 16            |
| 1.5 OBJETIVOS .....                                     | 16            |
| 1.5.1 Objetivo general .....                            | 16            |
| 1.5.2 Objetivos específicos.....                        | 16            |
| <br><b>2. ASPECTOS METODOLÓGICOS .....</b>              | <br><b>17</b> |
| 2.1 TIPO DE ESTUDIO .....                               | 17            |
| 2.2 HIPÓTESIS OPERATIVAS.....                           | 17            |
| 2.3 OBJETO DE ESTUDIO .....                             | 17            |
| 2.4 POBLACIÓN DE ESTUDIO.....                           | 17            |
| 2.4.1 Protocolo de conservación de las muestras.....    | 18            |
| 2.5 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD.....                      | 21            |
| 2.5.1 Criterios de Inclusión .....                      | 21            |
| 2.5.2 Criterios de exclusión .....                      | 21            |
| 2.6. MUESTRA Y MUESTREO .....                           | 22            |
| 2.7 VARIABLES.....                                      | 34            |

|                                            |        |
|--------------------------------------------|--------|
| 2.7.1 Diseño gráfico de las variables..... | 35     |
| 2.7.2 Operacionalización de variables..... | 35     |
| 2.8 CONSIDERACIONES ETICAS.....            | 35     |
| 2.8.1 Seguridad .....                      | 36     |
| 2.15.2 Confidencialidad .....              | 36     |
| <br>3. RESULTADOS.....                     | <br>37 |
| 4. DISCUSIÓN.....                          | 53     |
| 5. CONCLUSIÓN.....                         | 57     |
| 6. RECOMENDACIONES.....                    | 58     |
| 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....        | 59     |

## INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta la necesidad de utilizar mecanismos de anclaje absoluto en algunos pacientes con tratamiento de ortodoncia, los mini-implantes han sido una herramienta alternativa para el manejo de casos donde se pretende restringir movimientos recíprocos; sin embargo, en el mercado actual se evidencia que la colocación de mini-implantes está restringido por la necesidad de utilización de destornilladores exclusivos para cada casa comercial y la imposibilidad en la mayoría de los casos de no poder medir el torque de inserción con el riesgo de causar daño a nivel óseo o en otro caso la fractura del mini-implante. Es así como UNICOC desarrolla un destornillador con control de torque para facilitar la actividad clínica del ortodoncista, optimizando los resultados en el éxito en la inserción de mini-implantes; no obstante, en forma simultánea se genera la necesidad de comprobar clínicamente la funcionalidad del destornillador universal para mini-implantes en ortodoncia mediante un estudio In vitro.

Es así como se estructura y se desarrolla el estudio experimental donde a través de estudios imagenológicos y de microscopía se pretende evidenciar la funcionalidad del destornillador Universal diseñado por UNICOC acorde con sus especificaciones; para tal efecto, se definen dos segmentos de evaluación, el primer grupo de muestras de espécimen óseo porcino fue sometido a la inserción de mini-implantes con el destornillador universal con una evaluación mediante tomografía; en forma seguida se realizó desinserción de los mini-implantes y una nueva tomografía; en dichas imágenes diagnosticas se pretendió detallar la inserción del mini-implante en el hueso y el nicho dejado posterior a la desinserción; por otra parte en un segundo grupo de muestras de espécimen óseo porcino fue sometido a la

inserción de mini-implantes con el destornillador universal y luego se realizó cortes de la muestra para una posterior toma de imágenes a través de microscopia electrónica de barrido para determinar la presencia de microfracturas o microgrietas causadas por la inserción de mini-implante.

## **1. ASPECTOS TEÓRICO CIENTÍFICO**

### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Durante el tratamiento de ortodoncia, los dientes se encontrarán expuestos a fuerzas, que ocasionalmente puedan exceder el nivel de resistencia del diente o las estructuras de soporte; estas fuerzas siempre generan fuerzas recíprocas de la misma magnitud, pero en dirección opuesta. Para evitar la ocurrencia de movimientos no deseados en los dientes y mantener el éxito del tratamiento, las fuerzas recíprocas deben ser desviadas; es en estos casos donde el anclaje juega un papel fundamental en la ortodoncia, puede definirse como la capacidad de resistir estos movimientos reactivos no deseados a través de diferentes medios o dispositivos; dicho anclaje puede ser proporcionado por otros dientes, por el paladar, la cabeza, el cuello o mini-implantes colocados en el hueso intraoralmente (1).

Por otro lado, el éxito de la estabilidad de los mini implantes se ha asociado previamente con el procedimiento o técnica, factores del paciente, características del mini implante, lo cual podría influir en el micro daño que es una deformación permanente de la microestructura del hueso cortical o la presencia de micro fisuras formadas durante la inserción. También el grosor del hueso cortical se considera un determinante crítico para obtener la estabilidad primaria, debido a la correlación con la fuerza de inserción y extracción (2).

Se conoce que en el maxilar y la mandíbula se deben colocar 2 mm apical a la cresta alveolar y se ha informado una fluctuación apreciable en el grosor del hueso cortical que va de 0,85 a 2,58 mm; aunque los sitios de inserción de los mini implantes dependen del acceso, los puntos de referencia anatómicos circundantes y la biomecánica o técnica usada, ha demostrado que los sitios de colocación con espesores de hueso cortical superiores a 1 mm proporcionan suficiente estabilidad, mientras que el hueso cortical que es más delgado se ha asociado con falla y desalojo (3). Sin embargo según Nguyen y col. La cantidad de micro fisuras observadas fue

mayor con el aumento en el grosor del hueso cortical, siendo la superficie de entrada la que mostro áreas más grandes de daño (4).

El destornillador universal para colocación de mini implantes realizado por UNICOC fue diseñado para contar con control de torque al momento de inserción y un porta implante capaz de adaptarse a las diferentes cabezas de mini-Implantes fabricados por las casas comerciales, por ende, se hace necesario realizar un estudio in vitro del destornillador universal para evaluar la adaptabilidad a los diferentes mini-Implantes así como su influencia en la estabilidad de los mismos pos inserción.

Esta evaluación será realizada sobre cortes de hueso porcino, teniendo en cuenta que se colocaran mini implantes autorroscantes y que estos pueden causar una sobre compresión de la cortical ósea, dando lugar a micro daños en forma de fatiga y fluencia, que se manifiestan histológicamente como micro fisuras que son discontinuidades de la matriz ósea rica en calcio. La evaluación de las micro fisuras será evaluada bajo micrografía electrónica y la estabilidad inicial por tomografía axial computarizada que está determinada por el estado del hueso, la biocompatibilidad de los materiales y el procedimiento de colocación.

#### **1.1.1 Pregunta problema.**

¿El destornillador universal desarrollado por UNICOC, se desempeña satisfactoriamente en la colocación de los mini-implantes y opera con las especificaciones implementadas en su diseño?

### **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Desde un punto de vista clínico, durante el procedimiento manual de inserción de miniimplantes, el torque no puede medirse instantáneamente, el hueso puede estar demasiado comprimido y dañado, y el profesional no es consciente de ello (Katalinic et al. en el 2017; por tanto, se hace necesario que la herramienta de inserción sea de

vital importancia para el ortodoncista, permitiendo control al momento de generar la fuerza necesaria para colocación del dispositivo de anclaje (5).

Aunado a lo antes expuesto, se debe realizar identificación y seguimiento a los posibles cambios estructurales que se puedan presentar, respecto a la compresión ósea, los cuales pueden variar por falta de control de torque, angulación y localización al momento de la inserción, tal como lo proponen Jung, Yi-Ra, et al en 2013, quienes emplearon control a través de *cone beam* en estudio in vitro, realizando análisis computarizado (6).

Se han realizado numerosos estudios sobre la prueba de torque de inserción de mini implantes en muestras de hueso animal o artificial. Buscaron pautas para seleccionar diseños de mini implantes para un anclaje adecuado o parámetros modulados como la preparación del sitio del implante, la profundidad y el diámetro de la perforación previa y el torque de inserción y la calidad del hueso para obtener una mejor y más larga estabilidad del mini implante después de la inserción y durante el tratamiento de ortodoncia. Sin embargo, ninguno abordó el diseño del destornillador manual como un posible factor de influencia que puede modificar el par de inserción y la estabilidad primaria. Por lo general, cada fabricante dispone de varios mangos y ejes, generalmente de tamaño estándar y mangos de dedo y eje largo y corto (5).

Lo anterior, permite que la realización de un destornillador universal brinde beneficios a los ortodoncistas en cuanto a control del torque de inserción de los mini implantes de diferentes casas comerciales, coadyuvando a disminuir el número de accesorios en la mesa clínica; por tanto, reduce tiempos en el consultorio y ello eventualmente aporta a disminuir costos de operación clínica.

### **1.3 PROPÓSITO-IMPACTO**

Al comprobar la utilidad del destornillador universal para la colocación de mini implantes de ortodoncia se busca otorgar al profesional un instrumento versátil, cómodo, práctico, fácil de manipular, con buenas características ergonómicas permitiendo el control permanente del torque de manera tal que minimice el riesgo de pérdida o aflojamiento del mini implante evitando la posibilidad de causar grietas o injurias al hueso donde se inserta el aditamento mencionado por el uso de fuerzas de inserción en forma excesiva o descontrolada. Es así como junto con la experiencia del operador se logra la colocación planeada del mini implante con el menor riesgo para el paciente.

De igual manera su característica de destornillador Universal para mini implantes permite la instalación de puntas individuales intercambiables con las características propias de cada fabricante garantizando la posibilidad de escoger cualquiera de las marcas comerciales más comunes disponibles en el mercado sin la necesidad de adquirir un destornillador diferente para casa comercial, lo que reduce los gastos en el proceso de compra de instrumental.

### **1.4 MARCO TEÓRICO**

**1.4.1 Destornilladores para mini implantes.** El mini implante se ha convertido en uno de los dispositivos de anclaje temporal (TAD) más utilizados en ortodoncia. Gran parte de la planificación del tratamiento de ortodoncia y la biomecánica se ha modificado debido a las características innovadoras del miniscrew, incluidos los procedimientos quirúrgicos simples, las indicaciones amplias, su pequeño tamaño, permite que se puede colocar en varias regiones intraorales, sin necesidad de que el paciente cumpla (7).

Los mini implantes se pueden insertar manualmente con un destornillador personalizado o con una pieza de mano a través de un elemento rotatorio, la elección

de la técnica es por la habilidad práctica del operador, dependiendo de la facilidad del acceso intraoral y por lo tanto, del control direccional y el manejo del destornillador; sin embargo, también es más fácil apreciar y controlar la inserción con un destornillador manual, mientras que la sensación táctil se pierde con el uso de la pieza de mano (8).

Los mini-tornillos de ortodoncia se insertan principalmente mediante el método de auto perforación utilizando controladores manuales, varios artículos sobre la colocación de mini-tornillos de ortodoncia han informado sobre el uso de piezas de mano accionadas por motor; los mini tornillos se pueden insertar utilizando contra-ángulo endodóntico, motores de implantes quirúrgicos o piezas de mano (9). Sin embargo, el principal problema suele ser la presencia de microgrietas en la cortical ósea, posteriores a la inserción, las cuales se asocian a falta de control de torque (10), para ello se proponen dos estrategias principales para evitar valores altos de torque de inserción, que podrían conducir a la fractura del implante durante la inserción: usar un destornillador limitador de torque y perforar agujeros piloto en áreas donde se puede esperar un hueso compacto y grueso (como el hueso palatino del maxilar) Ambos deben considerarse para algunos de los mini-implantes (10).

**1.4.1.1 Definición.** Los destornilladores, son elementos que permiten la inserción y remoción de mini implantes en las estructuras orales, los cuales permiten el acople de los mini tornillos y suelen ser específicos de acuerdo a las referencias y casas fabricantes (10).

**1.4.1.2 Clases.** Klm et al. en el 2012 estipulan dos tipos de elementos para inserción de mini tornillos: manual y rotatorio (9), dentro de los destornilladores manuales se encuentran elementos con control o monitoreo de fuerzas (torque) y sin control de fuerzas, eso dependiendo de los diseños de cada casa comercial (10); en lo concerniente a los elementos rotatorios, se han empleado varios elementos como motores de implantes de rehabilitación, contra ángulos de baja velocidad, piezas de mano y motores de endodoncia (9). La elección de un método u otro de inserción de mini implante, depende del ortodoncista y su habilidad operatoria (9,10).

**1.4.1.3 Diseño.** Los mini implantes se pueden colocar en la mandíbula o en maxilar con anestesia local, y con un destornillador o con un contra ángulo quirúrgico (11).

Según Gutiérrez et al. para la inserción de mini implantes se requiere una serie de instrumental, entre los que se encuentra: bandeja de esterilización, destornillador, guía quirúrgica, protector de encía y fresas; la primera es indicada debido a que el instrumental debe estar estéril y empacado en bolsas de esterilizar individual por si se presenta alguna complicación (12).

En relación con el destornillador manual, debe contar con una cabeza de sujeción externa o interna, acorde al diseño de la cabeza del mini implante, el destornillador puede ser largo o corto, permitiendo el primero la aplicación de mayor fuerza; durante la inserción, el riesgo de fractura es alto, por ende se necesita de una guía quirúrgica, la cual es empleada para la correcta inserción de los mini implantes, garantizado de esta manera el éxito del tratamiento; a través del protector se logra la perforación de la encía y por último, los autores reportan el empleo de fresas, utilizadas en la técnica autorroscante y debe ser de menor diámetro que el mini implante (12).

***Destornillador estándar de mango largo:*** Este destornillador es utilizado para colocar los mini implantes en la zona vestibular del maxilar superior y la mandíbula. El destornillador se toma firmemente en la mano permaneciendo fija para mantener la presión. Se hace girar la otra parte en sentido de las manecillas del reloj para fijar el mini implante y en sentido contrario a las manecillas del reloj para retirarlo (13).

***Destornillador de mango corto:*** El riesgo de fracturar el mini implante en la inserción es mínima en relación con el destornillador de mango largo. Este se utiliza para colocar el mini implante en la zona vestibular y palatina (13).

***Destornillador con control de torque / con torquímetro:*** La característica de este destornillador, permite un control diferencial de la fuerza aplicada durante la inserción del mini implante y ayuda a prevenir las fracturas. La tolerancia máxima a la torsión

es determinada por el destornillador; si el límite es excedido, el destornillador se libera y rota sin ejercer fuerza sobre el mini implante, este también cuenta con un mango largo (13).

***Destornillador para contra ángulo:*** En conjunto con un contra ángulo de baja velocidad, se utiliza una pieza de mano de implantología que se acopla para permitir el uso de los destornilladores. Existen en el mercado extralargos, largos, medios y cortos (13).

El destornillador utilizado para la colocación de mini implantes forma parte de un kit que simplifica su manejo, pero no existe evidencia científica sobre este; las casas comerciales como Leone, Denxy, Dewimed, destornillador del sistema Aarhus presentan un diseño recto (13).

**1.4.1.4 Ergonomía.** Los actuales destornilladores presentan un diseño recto de mango largo no ergonómico que dificultan el acceso en zonas posteriores debido a la tensión de las comisuras labiales adicionando un factor predisponente para el éxito en el procedimiento ocasionando incomodidad molestias y en algunas ocasiones laceraciones en los tejidos del paciente.

El estudio de Jara L, et al. presentan un diseño de un destornillador que sugiere modificar características como la angulación estipulada en 90° en su extremo con el fin de una mayor accesibilidad se planteó un mecanismo que transmite el movimiento y la fuerza que ejecuta la mano a la cabeza del mini implante para vencer la resistencia ósea se desarrolló un sistema de sujeción por medio de un sistema de ajuste y principio de o'ring para evitar desajustes o desensamblaje en el momento de la colocación y un sistema guía denominado patas de araña que consistía en lograr un posicionamiento efectivo para la instalación guiando el tornillo en el hueso (14).

Con el transcurso de los años se evidencian estudios tendientes a resolver y mejorar el anclaje de los mini implantes. Se utilizan instrumentos necesarios para la colocación

de los mini implantes, entre ellos se encuentra el destornillador que en su diseño de forma muy limitada permiten la medición de torque (15).

Algunos de los destornilladores existentes en el mercado como Dewinmed, Rmo, Dental-teach y Dentauro aportan características que en conjunto con la medición del torque brindarían una gran eficiencia en su manejo como lo son el imán que no permite que el mini-implante se caiga y el dinamómetro que permite medir la fuerza en Newtons alcanzada y necesaria al momento de la colocación. La terapia ortodoncica se ha visto beneficiada gracias a diversos estudios tendientes a resolver y mejorar el control del anclaje por medio de los implantes y mini implantes, pero para todos existe un kit básico que incluye el destornillador necesario para la colocación de los mismos del cual no existe un amplio reporte teórico científico sobre su diseño (16).

Los destornilladores de las casas comerciales como Leone, Denxy, Dewimed, destornillador del sistema Aarhus, cuentan con un diseño recto que hace difícil el acceso en zonas posteriores de los maxilares y no nos permite medir el torque para tener una colocación precisa según nuestras necesidades previstas para el tratamiento por lo que es necesario retraer fuertemente los carrillos ocasionando incomodidad molestias laceraciones imprecisión conllevando al fracaso de este (16).

**1.4.2 Arquitectura ósea.** El hueso alveolar forma parte del periodonto de soporte y es uno de los 4 componentes anatómicos principales del periodonto, que en se presentan como los procesos alveolares, que representan extensiones del cuerpo de la mandíbula y del cuerpo del maxilar; los procesos alveolares son estructuras dento-dependientes en el sentido de que los dientes están alojados dentro de las criptas óseas (alvéolos y placa cribiforme) que comprende el hueso alveolar propiamente dicho, que es uno de los 3 componentes del proceso alveolar; Los otros 2 componentes son el hueso compacto (las placas corticales orales y faciales) y el hueso trabecular (hueso esponjoso y esponjoso) (17).

Las placas corticales son continuaciones del hueso compacto del cuerpo principal del maxilar y la mandíbula; el grosor de las placas corticales varía significativamente de

diente a diente a lo largo de los arcos; la placa cortical vestibular por lo general es considerablemente más gruesa que la placa lingual en la mandíbula, excepto en la región incisiva, mientras que la placa cortical palatina es generalmente más gruesa que la placa vertical en el maxilar (17).

Entre las placas corticales y el hueso alveolar propiamente dicho, conectándose entre sí, se encuentra el hueso trabecular esponjoso, las trabéculas del hueso esponjoso parecen estar organizadas para reforzar las fuerzas funcionales a las que normalmente está expuesto el hueso alveolar propiamente dicho. El tamaño y la orientación de las trabéculas se correlacionan con la intensidad de los estímulos funcionales. Como regla general, el espesor del hueso esponjoso en la mandíbula es menor que en el maxilar, considerándose entonces como un hueso de mayor densidad (17).

El hueso esponjoso del proceso alveolar, se mezcla de manera imperceptible con el del cuerpo del maxilar y la mandíbula; la orientación espacial y la masa del esponjoso también están relacionadas con los dientes, dependiendo en gran medida de la inclinación de los dientes dentro del arco; en algunos lugares, el hueso esponjoso puede estar completamente ausente, con fusión de la placa cortical y la placa cribiforme. Aunque una inspección superficial puede llevar a la conclusión de que la trabeculación es un laberinto fortuito, un análisis más detallado ha demostrado que el patrón de organización trabecular entre las placas cribiforme y cortical está estructural y funcionalmente relacionado con las tensiones específicas a las que se enfrentan los diversos segmentos de los dientes. arco son sometidos (17).

La evaluación de la calidad ósea en la cresta alveolar puede evidenciar patologías sistémicas relacionadas con la edad lo que puede ser un factor desfavorable en el diseño o planeación de algún tratamiento basado en oseointegración (17).

Según Lekholm et al. en 1985 los sitios edéntulos pueden ser clasificados en 5 clases sobre la base del volumen de remanente óseo. En tanto que a la calidad del hueso la clasificaron en cuatro clases. La calidad 1 constituida por hueso compacto

homogéneo, la calidad 2 presenta una gruesa capa cortical rodeando al hueso trabecular denso. La calidad 3 tiene una fina capa de hueso cortical rodeando al hueso trabecular de resistencia favorable. La calidad 4 muestra una fina capa de hueso cortical rodeando un núcleo de hueso trabecular de baja densidad con volumen de médula ósea pequeño (17).

El tejido óseo de los maxilares aun en condiciones de normalidad presenta variaciones estructurales que definen su calidad según el maxilar que se trate y según las diferentes zonas anatómicas (17).

**1.4.3 Relación entre tejido óseo y mini implantes.** En implantología dental, la estabilidad primaria de un implante, así como otros factores como la calidad ósea y la higiene bucal, determina directamente su tasa de supervivencia y confiabilidad. Los factores que tienen un impacto en la estabilidad primaria del implante son la calidad del hueso, el diseño del implante y las modalidades de inserción (18).

La selección recomendada del tipo de implante y modalidades de preparación del sitio receptor del implante, se encuentran basadas en la calidad local del hueso; teniendo en consideración, que la estabilidad primaria es un factor crucial para el uso exitoso de los mini implantes, actualmente existe una falta de conocimiento sobre los factores que tienen un impacto en este parámetro, un método válido para evaluar cuantitativamente la estabilidad primaria de los implantes es la medición del nivel de inserción y la fuerza de colocación, los valores de torque recomendados de 50–100 Nmm (5–10 Ncm) para mini implantes con 1.6 mm de diámetro (18).

La estabilidad inicial de un mini tornillo es importante porque la mayoría de las incidencias de fallas en anclaje con mini implantes en ortodoncia, ocurren en la etapa inicial; el desplazamiento de un tornillo puede ocurrir debido a la inflamación como resultado de una mala interfaz hueso-tornillo, pero también se cree que factores de tornillo como el diámetro, la longitud, el diámetro del orificio piloto y la forma de la rosca del tornillo son importantes para su estabilidad inicial (19).

**1.4.4 Torque de inserción.** Uno de los métodos utilizados para garantizar la estabilidad primaria de un mini implante, es medir el torque de inserción, se usa comúnmente para evaluar la estabilidad mecánica de los implantes, incluidos los mini tornillos (18). Estudios previos han demostrado que es necesario un cierto nivel de torque de inserción para lograr el anclaje inicial del tornillo y la interfaz ósea, y que el torque de inserción de los mini tornillos es un factor importante para determinar la estabilidad inicial adecuada de un tornillo (19). Además, se sugirió que el torque de inserción excesivo genera aumento de la temperatura en el borde entre el tornillo y el hueso y las lesiones mecánicas pueden causar la degeneración del hueso en la interfaz implante-tejido (9,18, 19).

Lim et al. en 2008, muestran que el torque de inserción requerido es mayor al aumentar el diámetro y la longitud de los mini implantes de ortodoncia, así como al aumentar el grosor del hueso cortical, de igual manera que hay una relación directa entre el aumento del torque y la extensión de microgrietas en el hueso, subsecuentes a la inserción de mini implantes (19).

Respecto al factor de torque de inserción, Motoyoshi et al. en 2006 (20), establecen que la tasa de éxito de los mini implantes tanto en maxilar como en mandíbula, es altamente mayor cuando el torque de inserción es superior a 5 Ncm e inferior a 10 Ncm; que dicha tasa de éxito disminuye cuando el torque de inserción es menos a 5 Ncm, momento en el cual se evidencia una falla en la estabilidad primaria, de igual manera la tasa de criterios de favorabilidad disminuye cuando el torque de inserción sobrepasa los 10 Ncm; a su vez Wawrzinek et al en 2008, determinan que a mayor torque y mayor profundidad de inserción, son visibles microgrietas en el hueso cortical y esponjoso, que aumentan de tamaño y extensión a medida que se aplica más fuerza y a mayor profundidad (21).

**1.4.5 Estabilidad.** En implantología, incluyendo los mini implantes, la estabilidad primaria se refiere a la estabilidad inicial de un tornillo inmediatamente después de la inserción; se debe principalmente al mayor contacto posible entre las roscas del tornillo y el hueso receptor, así mismo la estabilidad secundaria se puede evidenciar

a largo plazo, que se desarrolla lentamente después de la inserción, mediada por los procesos de remodelación ósea, no se establece la estabilidad secundaria, hasta que se hace uso de la unidad de anclaje (22).

**1.4.6 Microgrietas o microfracturas.** En el momento que se realiza la inserción de un mini implante en las corticales óseas, sucede un cambio en la arquitectura propia, debido a que la cortical es un tejido duro compacto con poco contenido celular; estos cambios a nivel cortical se presentan como microfracturas o microgrietas producidas por la compresión severa del hueso circunferencial al mini tornillo, estas pueden ir acompañadas de isquemia local y necrosis ósea, que subsecuentemente pueden tener como resultado, procesos extensos de remodelación ósea, lo que a su vez causaría una baja estabilidad general en la región de la caída de estabilidad, lo que posiblemente conduciría a una pérdida prematura del tornillo (23).

## **1.5 OBJETIVOS**

### **1.5.1 Objetivo general**

- Comprobar de forma in vitro el desempeño del nuevo destornillador Universal para la colocación de mini implantes en ortodoncia, desarrollado por la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

### **1.5.2 Objetivos específicos**

- Determinar la adaptación del porta-implante del destornillador universal a los distintos mini implantes de las diferentes casas comerciales.
- Evaluar a través de tomografía las características morfológicas del lecho dejado por la inserción y desinserción de los diferentes mini implantes en el hueso utilizando el destornillador universal.
- Evaluar a través de (SEM, Scanning Electron Microscope) la presencia de micro fisuras al realizar la inserción del mini-implante con el destornillador universal.

## **2. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **1.6 TIPO DE ESTUDIO**

Estudio experimental in vitro

### **1.7 HIPÓTESIS OPERATIVAS**

**H0.** El diseño del nuevo destornillador universal para la colocación de mini implantes en ortodoncia se desempeña satisfactoriamente en las características de adaptación del porta implante al destornillador y a las diferentes cabezas de mini implantes.

**H1.** El diseño del nuevo destornillador universal para la colocacion de minimplantes en ortodoncia no se desempeña satisfactoriamente en las caracteristicas de adaptacion del portaimplante al destornillador y a las diferentes cabezas de minimplantes.

### **1.8 OBJETO DE ESTUDIO**

Muestras de tejido óseo de cerdo (costillas) sobre las que se pondrán a prueba EL DESTORNILLADOR UNIVERSAL para observar los cambios en la topografía y morfología ósea.

### **1.9 POBLACIÓN OBJETO DE ESTUDIO**

Costillas esternales de cerdo (secciones).

### 2.4.1 PROTOCOLO DE CONSERVACION DE LAS MUESTRAS

Para el estudio in vitro se utilizaron como muestra costillas de hueso porcino de raza yorkshire o largewhite de 3 meses de edad para evaluar el nicho óseo y las microfisuras que se generan al insertar un mini-implante con el destornillador universal. Para la preservación de la muestra para mantenimiento del tejido se realizó:



**Figura 1.** Selección de cerdo en cuarto frío



**Figura 2.** Costilla de cerdo

1. Se extrajeron 10 muestras de hueso de costilla porcino con un grosor de hueso cortical entre 1,2 y 1,5mm medidos con un calibrador (24).



**Figura 3.** Grosor de hueso cortical

2. Posterior a la extracción e inserción de los mini-implantes, para evitar la deshidratación y la posible formación de fisuras en el hueso, las muestras se mantuvieron frías con hielo seco a aproximadamente  $-4^{\circ}\text{C}$  en solución salina con un pH de 7.0 y luego se fijaron dentro de las 24 horas (24,25,26).



**Figura 4.** Preservación del tejido óseo de costilla porcina en solución salina a un pH de 7,0.

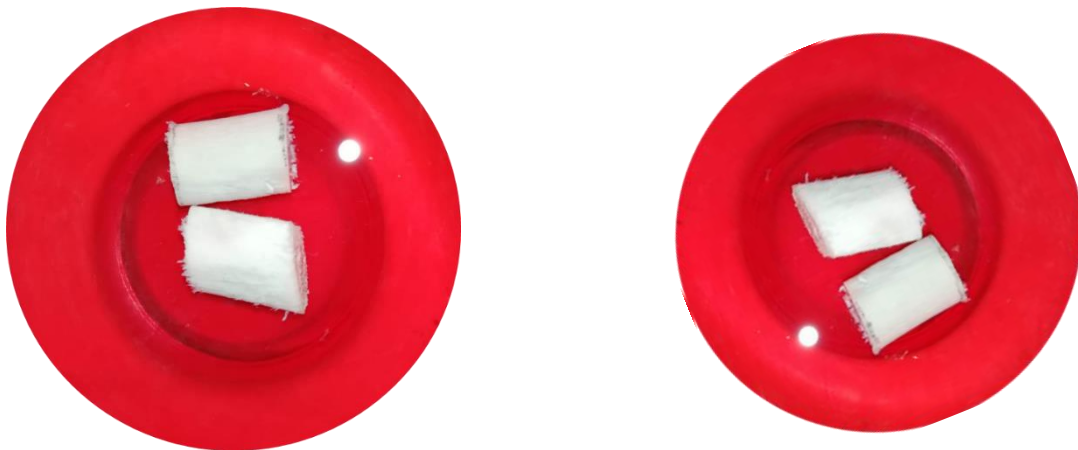


**Figura 5.** Preservación del tejido óseo de costilla porcina en hielo seco a  $-4^{\circ}\text{C}$ .



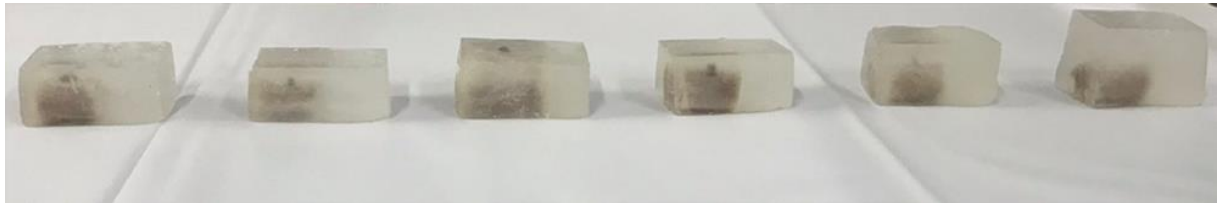
**Figura 6.** Preservación del tejido óseo de costilla porcina en hielo seco.

3. Se deshidrato la muestra realizando lavados en una serie ascendente de alcohol, incubados durante periodos de 10 minutos en etanol al 75% (2 veces), 20 minutos en etanol al 95% (2 veces) y 20 minutos en etanol al 100% (1 vez) (25)



**Figura 7.** Muestras de hueso de costilla porcino sumergido en las diferentes concentraciones de etanol.

4. Posteriormente, se dividieron entre las utilizadas para tomografía y micrografía, las muestras para micrografía se fijaron y sumergieron en acrílico transparente para obtener rigidez al momento de realizar la evaluación con microscopía electrónica de barrido.



**Figura 8.** Muestras de hueso de costilla porcino fijados en acrílico para estudio de microscopía electrónica de barrido por electrones.

#### **1.10 CRITERIOS DE ELEGIBILIDAD**

##### **2.6.1 Criterios de inclusión**

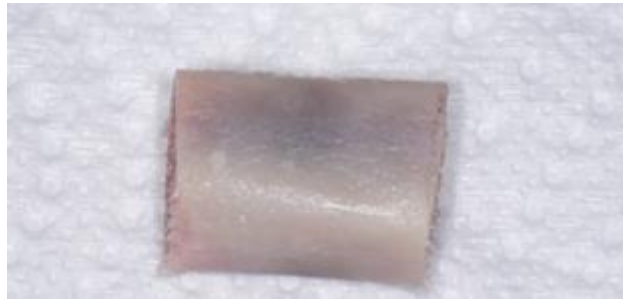
- Secciones de costillas esternales de cerdo completamente limpias, que en su superficie (borde posterior cóncavo) no se observen imperfecciones o deterioro.
- Costillas esternales de cerdo que correspondan a la misma camada.

##### **2.6.2 Criterios de exclusión.**

- Cartílagos costales, esternales o flotantes de cerdo.
- Costillas de animales que hayan presentado trauma o patologías que afecten la integridad ósea.

### 1.11 MUESTRA Y MUESTREO

Se utilizaron 10 muestras de tejido óseo de cerdo (costilla), tomando 4 muestras para tomografía con una medida de 8cm de largo por 1,5cm a 2 cm de ancho y 6 muestras con una medida de 2,0cm de largo por 1,8mm de ancho.



**Figura 9.** Muestra para Microscopía electrónica de barrido por electrones.



**Figura 10.** Muestra para Tomografía

Se utilizaron 13 mini-implantes de 5 casas comerciales con diferentes diámetros, descritos en la siguiente tabla:

| CASA COMERCIAL | TIPO DE CABEZA                   | DIAMETRO    | LONGITUD  |
|----------------|----------------------------------|-------------|-----------|
| A              | Hexagonal con cabeza de botón.   | 1,6mm;1,4mm | 10mm; 8mm |
|                | Hexagonal con cabeza de cruceta. | 2mm         | 10mm      |

|          |                                  |        |     |
|----------|----------------------------------|--------|-----|
|          |                                  |        |     |
| <b>B</b> | Hexagonal con cabeza de bracket. | 1,65mm | 8mm |
| <b>C</b> | Hexagonal con cabeza de botón.   | 1,7mm  | 7mm |
| <b>D</b> | Hexagonal cabeza SH              | 1,4mm  | 7mm |
|          | Hexagonal cabeza PH              | 1,3mm  | 6mm |
| <b>E</b> | Cuadrangular de cabeza perforada | 2,5mm  | 7mm |

**Tabla 1.** Mini-implantes utilizados durante el estudio In Vitro.



**Figura 11.** Diseño de los diferentes mini-implantes.

Las inserciones realizadas en cada grupo fueron hechas por un solo operador entrenado en mini-implantes quien ha realizado inserción de más de 1.500 mini-implantes, a un ángulo de 90° y un torque de 20 Ncm, con el destornillador Universal y los respectivos porta implantes de acuerdo con el mini-implante a insertar, en este caso solo se utilizaron 3 de los 5 porta implantes, siendo los únicos que se pudieron tomar para la inserción de los 13 mini-implantes de las 5 diferentes casas comerciales.

| PORTA IMPLANTE                                    | DIAMETRO                                                                                               | CASA COMERCIAL                                                                  |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| Cinta Amarilla #1<br>(Diseño hexagonal)           | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,6mm;1,4mm;2mm</li> <li>• 1,65mm</li> <li>• 1,7mm</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• A</li> <li>• B</li> <li>• C</li> </ul> |
| Sin cinta #2<br>(Diseño hexagonal)                | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2,5mm</li> </ul>                                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>• E</li> </ul>                           |
| Cinta fucsia/plateado #3<br>(Diseño cuadrangular) | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1,4mm; 1,3mm</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• D</li> </ul>                           |

**Tabla 2.** Porta implantes utilizados en el estudio.



**Figura 12.** Porta implantes utilizados en el estudio #1, #2, #3.



**Figura 13.** Entrada de los porta implantes.



**Figura 14.** Destornillador universal de UNICOC.

Se tomaron dos grupos:

- ✓ **Grupo 1 (Tomografía):** Se utilizaron en este grupo 4 muestras para el estudio de tomografía donde se realizó la inserción de 8 mini-implantes de diferentes diámetros de las distintas casas comerciales, distribuidos en una misma probeta aquellos que referenciaban según la casa comercial el mismo diámetro en su diseño distribuidos de la siguiente manera:



**Figura 15.** Muestras de hueso de costilla porcino en solución salina previo a la inserción de los mini-implantes.

- 3 mini-implantes con el siguiente diámetro y longitud:

| CASA COMERCIAL | TIPO DE CABEZA                  | DIAMETRO | LONGITUD |
|----------------|---------------------------------|----------|----------|
| A              | Hexagonal con cabeza de botón   | 1,6mm    | 10mm     |
| B              | Hexagonal con cabeza de bracket | 1,65mm   | 8mm      |
| C              | Hexagonal con cabeza de botón   | 1,7mm    | 7mm      |

**Tabla 3.** Mini-implantes utilizados en la muestra #1 para tomografía.

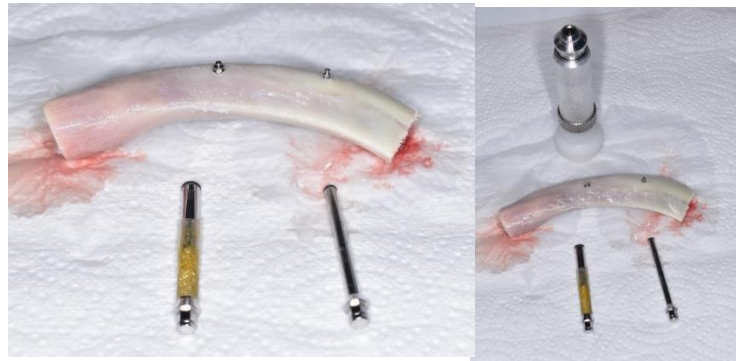


**Figura 16.** Muestra de hueso de costilla porcino, con la inserción de mini-implantes de la casa comercial A B y C.

- 2 mini-implantes con el siguiente diámetro y longitud

| CASA COMERCIAL | TIPO DE CABEZA                | DIAMETRO | LONGITUD |
|----------------|-------------------------------|----------|----------|
| A              | Hexagonal con cabeza de botón | 1,4mm    | 8mm      |
| D              | Hexagonal cabeza SH           | 1,4mm    | 7mm      |

**Tabla 4.** Mini-implantes utilizados en la muestra #2 para tomografía.



**Figura 17.** Muestra de hueso de costilla porcino, con la inserción de mini-implantes de la casa comercial A y D

- 2 mini-implantes con el siguiente diámetro y longitud

| CASA COMERCIAL | TIPO DE CABEZA                | DIAMETRO | LONGITUD |
|----------------|-------------------------------|----------|----------|
| E              | Cuadrangular                  | 2,5mm    | 7mm      |
| A              | Hexagonal con cabeza de botón | 2,0mm    | 10mm     |

**Tabla 5.** Mini-implantes utilizados en la muestra #3 para tomografía.



**Figura 18.** Muestra de hueso de costilla porcino, con la inserción de mini-implantes de la casa comercial E



**Figura 19.** Nicho óseo previo a la inserción del mini-implante E.



**Figura 20.** Fresas guías utilizadas para el nicho óseo.

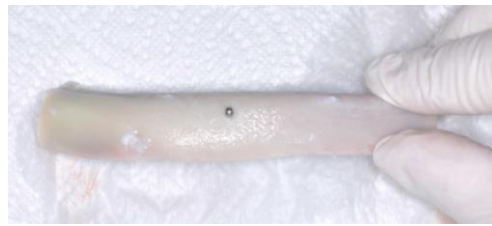


**Figura 21.** Inserción del mini-implante E.

- 1 miniimplante con el siguiente diametro y longitud

| CASA<br>COMERCIAL | TIPO DE CABEZA         | DIAMETRO | LONGITUD |
|-------------------|------------------------|----------|----------|
| D                 | Hexagonal cabeza<br>PH | 1,3mm    | 6mm      |

**Tabla 6.** Mini-implantes utilizados en la muestra #3 para tomografía.



**Figura 22.** Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implante D insertado.

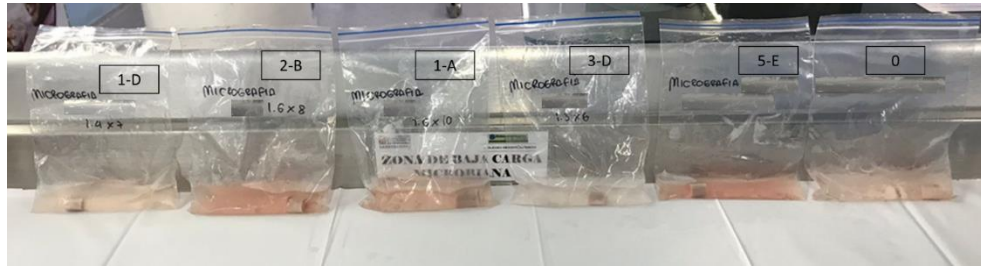
Las imágenes de tomografía axial computarizada fueron tomadas con un ortopantomógrafo MyRay HyperionX9 Pro (Figura 12), con una dosis Kv: 90, a un tiempo de exposición 26,4 segundos en una ventana de 10cmx8cm.

Posterior a esta toma, se realizola desinserción de los diferentes mini-implantes con un torque de 5Ncm por el destornillador universal UNICOC.

✓ **Grupo 2 (Micrografía):** 6 muestras para el estudio de micrografía donde se realizó la inserción de 5 mini-implantes de diferentes diámetros de las diferentes casas comerciales, distribuidos en 5 muestras para cada mini-implante y una muestra sin mini-implante como referencia inicial de la morfología del tejido óseo.

| MUESTRAS | CASA COMERCIAL | DIAMETRO | LONGITUD |
|----------|----------------|----------|----------|
| 1        | A              | 1,6mm    | 10mm     |
| 2        | B              | 1,65mm   | 8mm      |
| 3        | D              | 1,3mm    | 6mm      |
| 4        | D              | 1,4mm    | 7mm      |
| 5        | E              | 2,5mm    | 7mm      |

**Tabla 7.** Mini-implantes utilizados en el estudio de microscopía electrónica de barrido por electrones.



**Figura 23.** Muestra de hueso de costilla porcino sumergidos en solución salina para estudio de microscopía electrónica de barrido.

- 1 mini-implante con el siguiente diámetro y longitud

| CASA<br>COMERCIAL | TIPO DE CABEZA                   | DIAMETRO | LONGITUD |
|-------------------|----------------------------------|----------|----------|
| A                 | Hexagonal con<br>cabeza de botón | 1.6 mm   | 10 mm    |

**Tabla 8.** Mini-implantes utilizados en el estudio de microscopía electrónica de barrido por electrones de la casa comercial A



**Figura 24.** Muestra de hueso de costilla porcino estudio de microscopía electrónica de barrido con mini-implante A

- 1 mini-implante con el siguiente diámetro y longitud

| CASA<br>COMERCIAL | TIPO DE CABEZA                     | DIAMETRO | LONGITUD |
|-------------------|------------------------------------|----------|----------|
| B                 | Hexagonal con<br>cabeza de bracket | 1.65 mm  | 8 mm     |

**Tabla 9.** Mini-implantes utilizados en el estudio de microscopía electrónica de barrido por electrones de la casa comercial B

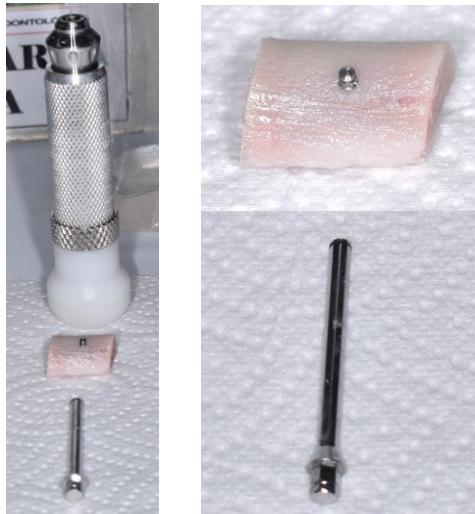


**Figura 25.** Muestra de hueso de costilla porcino estudio de microscopía electrónica de barrido con mini-implante B.

- 1 mini-implante con el siguiente diámetro y longitud

| CASA<br>COMERCIAL | TIPO DE CABEZA         | DIAMETRO | LONGITUD |
|-------------------|------------------------|----------|----------|
| D                 | Hexagonal cabeza<br>PH | 1.3 mm   | 6 mm     |

**Tabla 10.** Mini-implantes utilizados en el estudio de microscopía electrónica de barrido por electrones de la casa comercial D

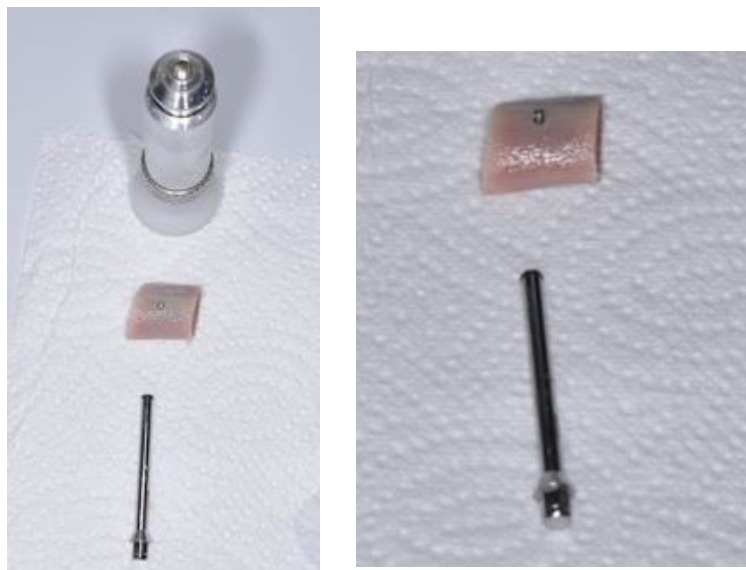


**Figura 28.** Muestra de hueso de costilla porcino estudio de microscopía electrónica de barrido con mini-implante, D.

- 1 mini-implante con el siguiente diámetro y longitud

| CASA<br>COMERCIAL | TIPO DE CABEZA         | DIAMETRO | LONGITUD |
|-------------------|------------------------|----------|----------|
| D                 | Hexagonal cabeza<br>SH | 1.4 mm   | 7 mm     |

**Tabla 11.** Mini-implantes utilizados en el estudio de microscopía electrónica de barrido por electrones de la casa comDE Tercial D



**Figura 29.** Muestra de hueso de costilla porcino estudio de microscopía electrónica de barrido con mini-implante, D.

- 1 mini-implante con el siguiente diámetro y longitud

| CASA<br>COMERCIAL | TIPO DE CABEZA | DIAMETRO | LONGITUD |
|-------------------|----------------|----------|----------|
| E                 | Cuadrangular   | 2,5mm    | 7mm      |

**Tabla 12.** Mini-implantes utilizados en el estudio de microscopía electrónica de barrido por electrones de la casa comercial D



**Figura 30.** Muestra de hueso de costilla porcino previa realización de nicho óseo para estudio de microscopía electrónica de barrido con mini-implante, E y fresas de guía.



**Figura 31.** Nicho óseo previo con fresa guía para inserción de mini-implante E



**Figura 32.** Muestras de hueso de costilla porcino para estudio de microscopía electrónica de barrido por electrones.

Los cortes y observación de las muestras fueron realizadas en el centro de investigación de microscopía MicroCore de la Universidad de los Andes, realizando un corte de sección transversal a un avance de 0,01mm/s desde la cabeza del mini-implante a 1mm del hueso cortical, con la máquina de corte de precisión SECOTOM, para su posterior observación con el microscopio electrónico de barrido por electrones JEOL JSM 6490-LV.

## 1.12 VARIABLES

### 2.7.1 Diseño gráfico de las variables.



- Variables dependientes: Morfología del lecho óseo por la inserción y desinserción.
- Variable independiente: Tipo de porta-implante.
- Variable de confusión: Diseño de las cabezas de los mini-implantes

## 2.7.2 Operacionalización de variables

| Nombre de la variable         | Definición                                                                                                                                                                            | Tipo de variable      | Escala de medición               | Instrumento de recolección |
|-------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------|----------------------------|
| Destornillador-portaimplantes | Implemento utilizado para el ajuste de mini implantes en procesos ortodóncicos. Nivel de precisión en el ajuste de los mini implantes y el portaimplante del destornillador universal | Cualitativa binominal | Con adaptación<br>Sin adaptación | Formulario en Excel        |
| Nicho óseo por la inserción   | Características morfológicas del nicho óseo dejado por la inserción del mini-implante con el destornillador universal UNICOC                                                          | Cualitativa continua  | Regular e irregular              | Imagen tomográfica.        |

| Nombre de la variable          | Definición                                                                                                                      | Tipo de variable     | Escala de medición     | Instrumento de recolección |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|------------------------|----------------------------|
| Nicho óseo por la desinserción | Características morfológicas del nicho óseo dejado por la desinserción del mini-implante con el destornillador universal UNICOC | Cualitativa continua | Regular e irregular    | Imagen tomográfica.        |
| Microfisuras                   | Alteración de la estructura ósea dada por la inserción del miniimplante.                                                        | Cualitativa nominal  | Número, ancho y largo. | Imagen de micrografía.     |

### 1.13 CONSIDERACIONES ÉTICAS

Siguiendo la normatividad nacional, en esta investigación se garantiza el buen trato a los animales, ciñéndose a la Ley 84 del 27 de diciembre de 1989, por la cual se adopta el Estatuto Nacional de Protección de los Animales. También, se rige según el Título V de la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud que trata sobre la investigación biomédica con animales; que entre otras aborda el tema de la consecución de muestras de animales obtenidas legalmente, y la utilización de sistemas biológicos *in vitro*.

Por ser un estudio *in vitro*, los especímenes requeridos para la elaboración de las probetas, serán adquiridos directamente en granjas porcinas que tengan unidades de sacrificio para distribución de carnes.

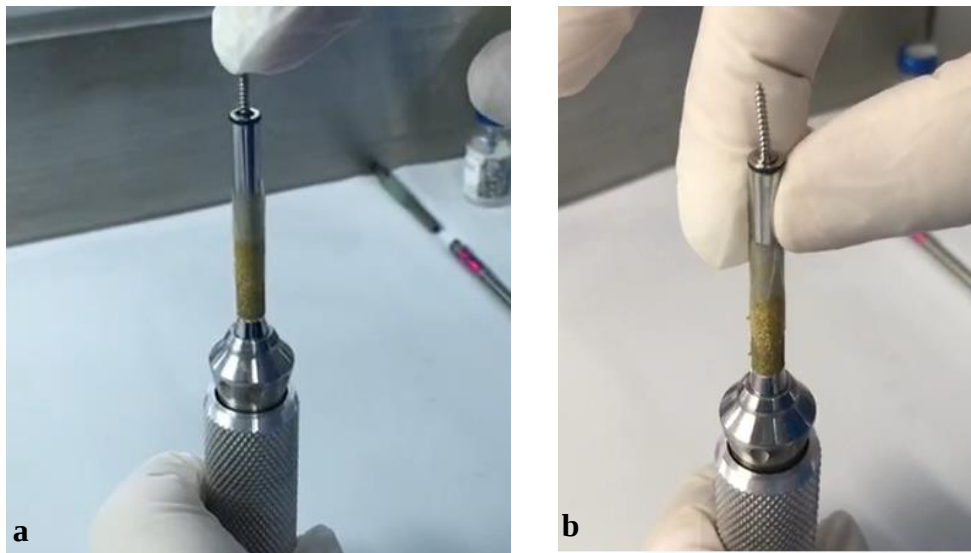
**2.15.1 Seguridad.** La investigación no presenta ningún riesgo para los investigadores, lo que la clasifica sin riesgo según la Resolución 8430 de 1993.

**2.15.2 Confidencialidad.** Por utilizar equipos en trámite de patente, los resultados y especificaciones asociadas al mismo serán ser tratados con total confidencialidad y los diseños, especificaciones y resultados (sin codificación) sólo serán conocidos por el grupo de investigación.

### 3. RESULTADOS

Durante la selección de los mini-implantes, dos de ellos identificados según su casa comercial con diámetro de 2,0mm y 1,5mm con cabeza de bracket y cabeza de botón, de forma hexagonal respectivamente, presento como limitantes su uso al no tener adaptación por ser de mayor tamaño a la entrada del porta implante.

Además, en la evaluación del desempeño del destornillador universal de UNICOC durante la inserción de los mini-implantes se observó adaptación con leve movilidad del porta implantes al destornillador (Figura 33a y 33b ) y de algunos mini-implantes a su correspondiente porta implantes (Figura 34).

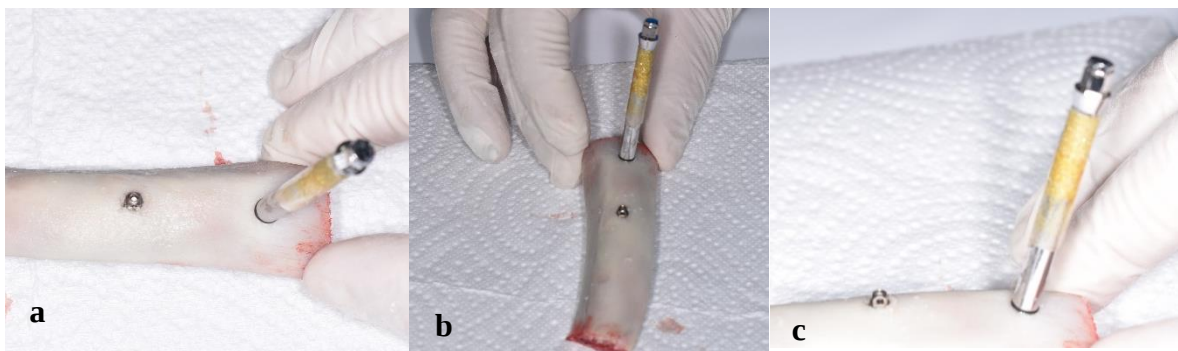


**Figura 33.** Leve movilidad del porta implante al destornillador. 42a: Adaptación del mini-implante al porta implante y leve movilidad de la porta implante al destornillador. 42b: Leve movimiento o balanceo entre el porta implante y el destornillador, y el mini-implante al porta implante.

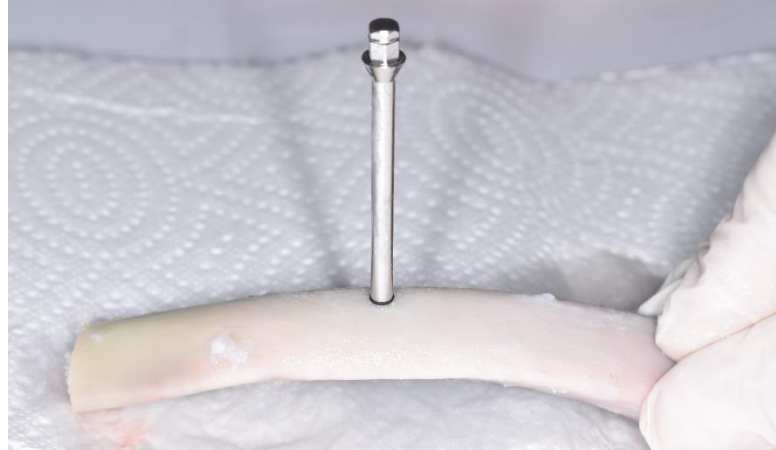


**Figura 34.** Balanceo del mini-implante al porta implante

Al momento de retirar el destornillador finalizada la inserción del mini-implante de la casa comercial D con diámetro de 1,3mm y A de 2mm de diámetro, presentó desalojo del porta implante #1 (Figura 35a,b,c.) y #2 (Figura 36) al destornillador permaneciendo en la muestra de hueso de costilla porcino. De igual forma, previo a la inserción del mini-implante se identificó una “balanceo” de los mini-implantes de las casas comerciales A, C y D de diámetro 1,4mm, 1,7mm y 1,3mm respectivamente.

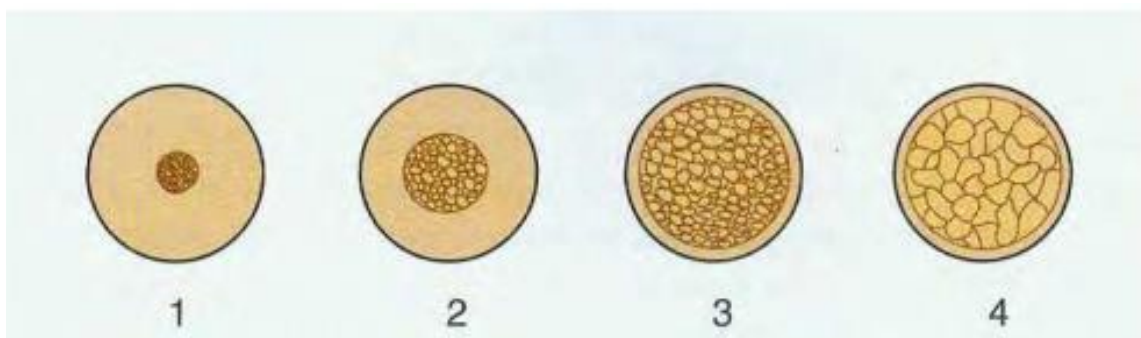


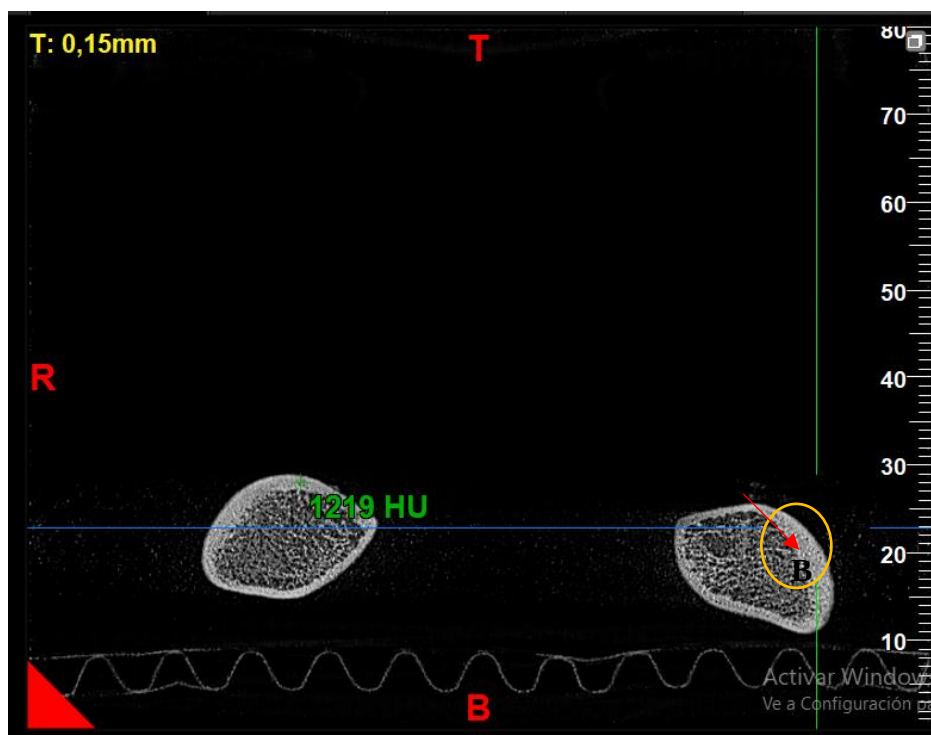
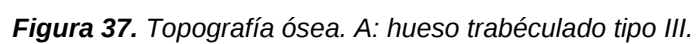
**Figura 35 a, b, c.** Desalojo del porta implante #1 al mango del destornillador.



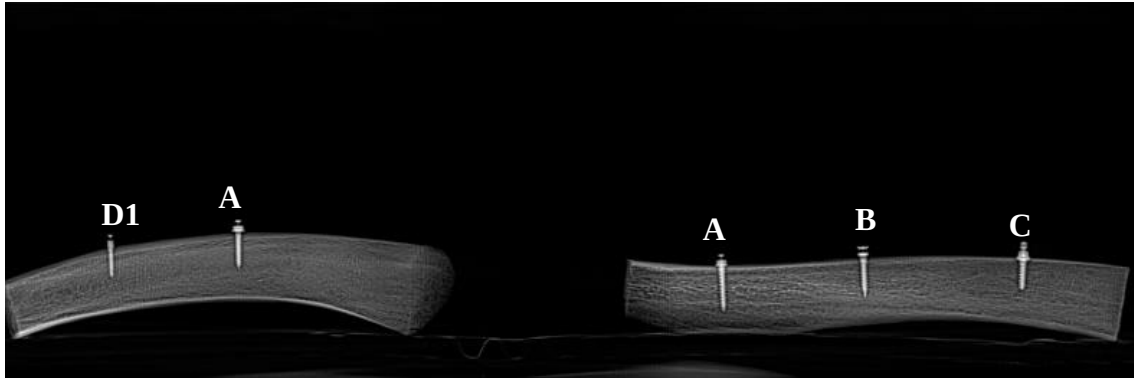
**Figura 36.** Desalojo del porta implante #2 al mango del destornillador.

Por otro lado, en la valoración de las características morfológicas del nicho óseo obtenido por la inserción y desinserción de los diferentes mini-implantes en el hueso de costilla porcino utilizando el destornillador universal UNICOC; a través de la tomografía observamos un hueso trabéculado tipo III (Figura 37) y hueso cortical D2 (Figura 38). Topográficamente hallamos en las cuatro muestras de hueso de costilla una inserción y desinserción limpia y regular (Figura 5 y 6) donde se observa una continuidad del nicho óseo en el hueso compacto o hueso cortical (D2) y el hueso esponjoso o hueso trabeculado (Tipo III), además, no se evidencia desviación en el eje de inserción ni daños colaterales del hueso.





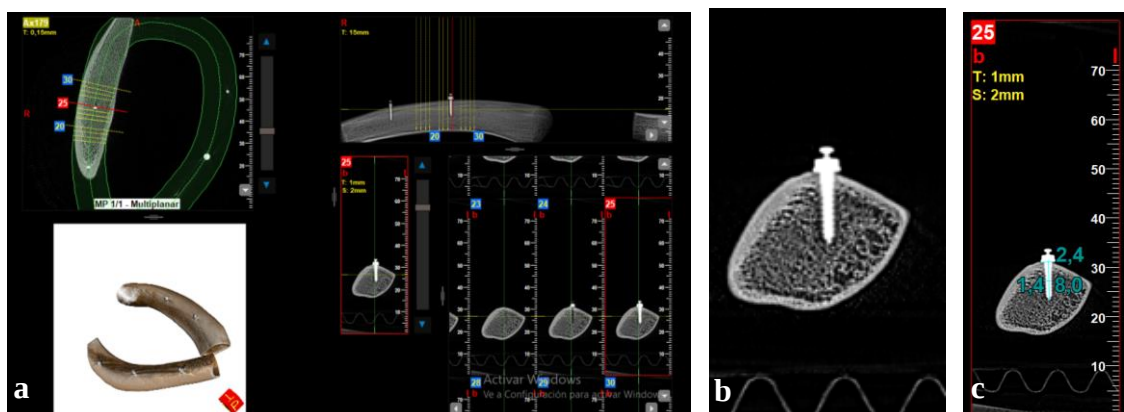
**Figura 38.** Topografía ósea. B: hueso trabéculado tipo III hueso cortical D2.

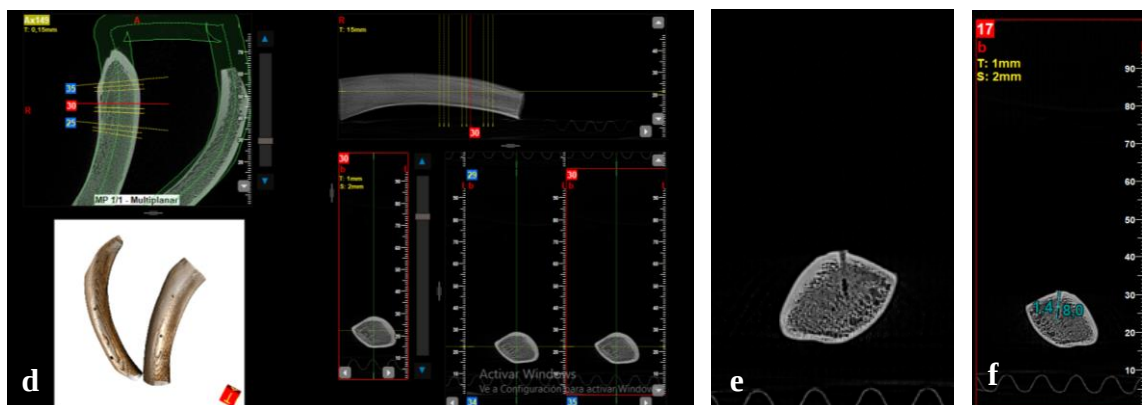


**Figura 39.** Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implanes. D1 ( $\Theta 1,4\text{mm} \times 8\text{mm}$ ), A1 ( $\Theta 1,4\text{mm} \times 7\text{mm}$ ), A2 ( $\Theta 1,6\text{mm} \times 10\text{mm}$ ), B ( $\Theta 1,65\text{mm} \times 8\text{mm}$ ), C ( $\Theta 1,7\text{mm} \times 7\text{mm}$ ):

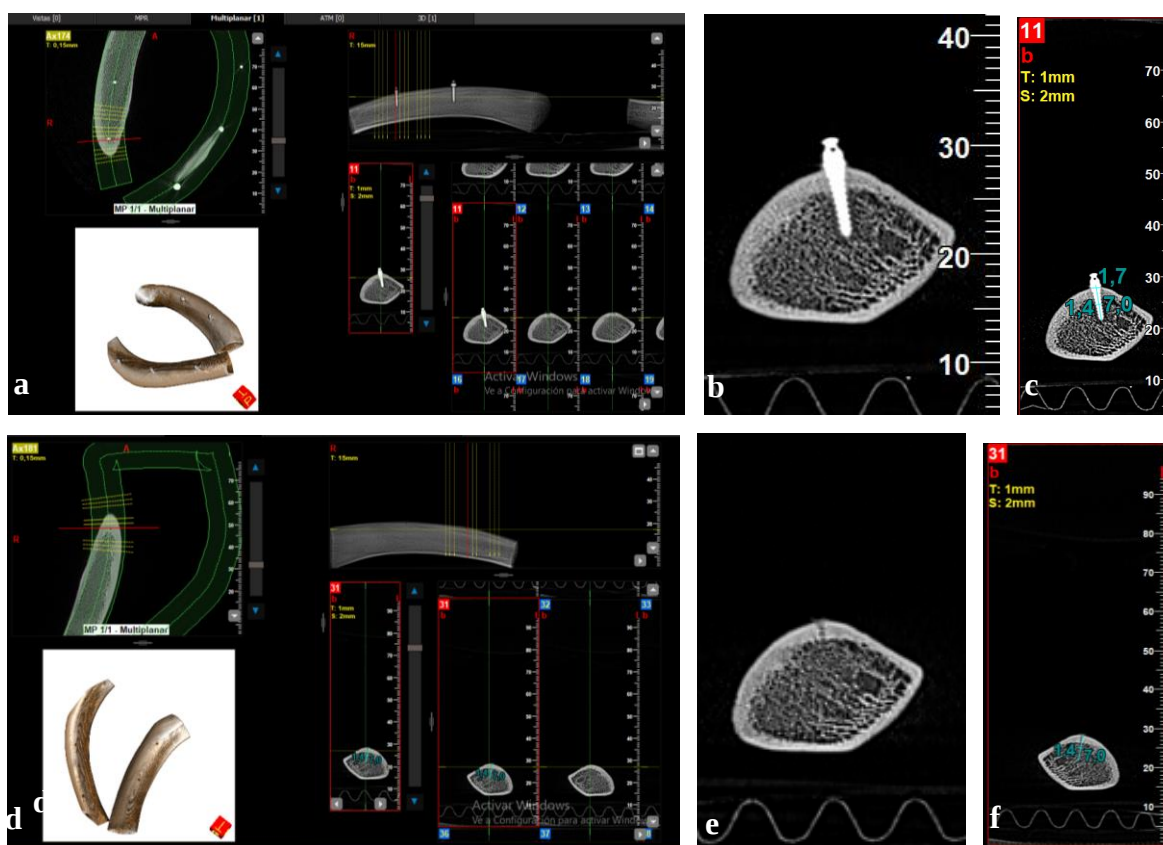


**Figura 40.** Muestra de hueso de costilla porcino con la desinserción de los mini-implantes. D1.i ( $\Theta 1,4\text{mm} \times 8\text{mm}$ , desinsertado), A1.i ( $\Theta 1,4\text{mm} \times 7\text{mm}$ , desinsertado), A2.i ( $\Theta 1,6\text{mm} \times 10\text{mm}$ , desinsertado), B.i ( $\Theta 1,65\text{mm} \times 8\text{mm}$ , desinsertado), C.i ( $\Theta 1,7\text{mm} \times 7\text{mm}$ , desinsertado)

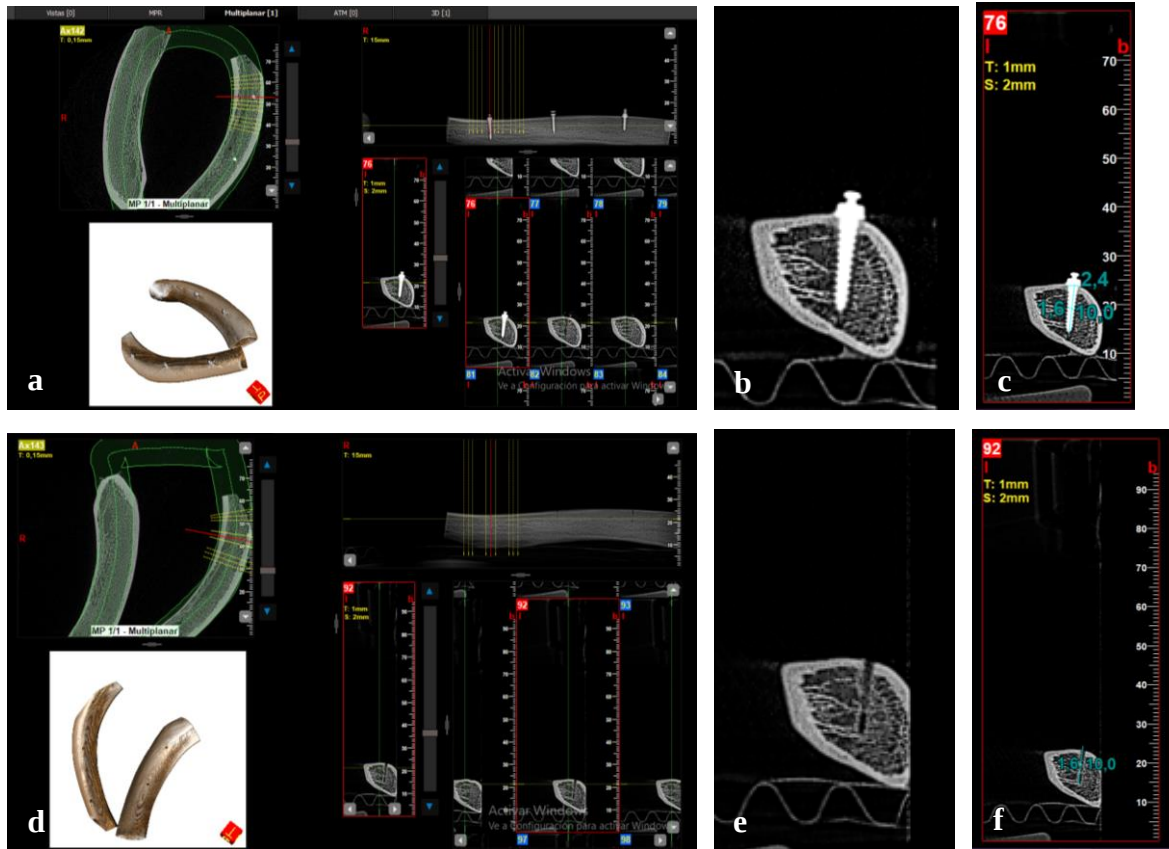




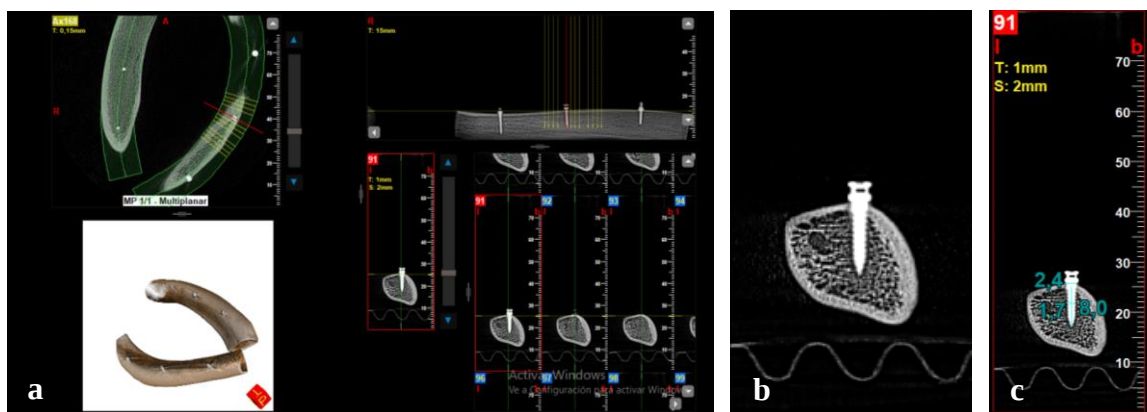
**Figura 41** miniimplante A1 ( $\Theta 1,4\text{mm} \times 7\text{m}$ ). a,b,c:. Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implante; d,e,f Muestra de hueso de costilla porcino con la desinserción del mini-

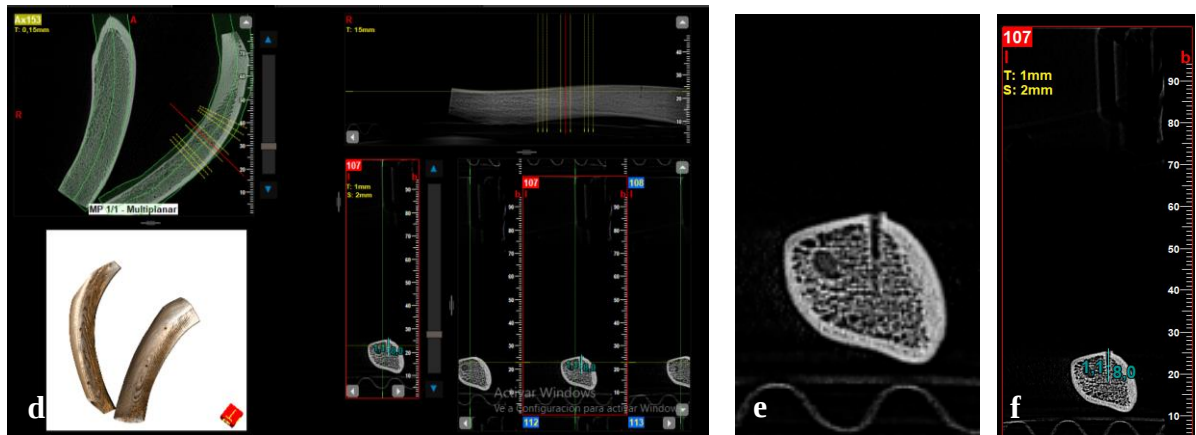


**Figura 42.** miniimplante D1 ( $\Theta 1,4\text{mm} \times 8\text{mm}$ ), a,b,c:. Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implante; d,e,f Muestra de hueso de costilla porcino con la desinserción del mini-

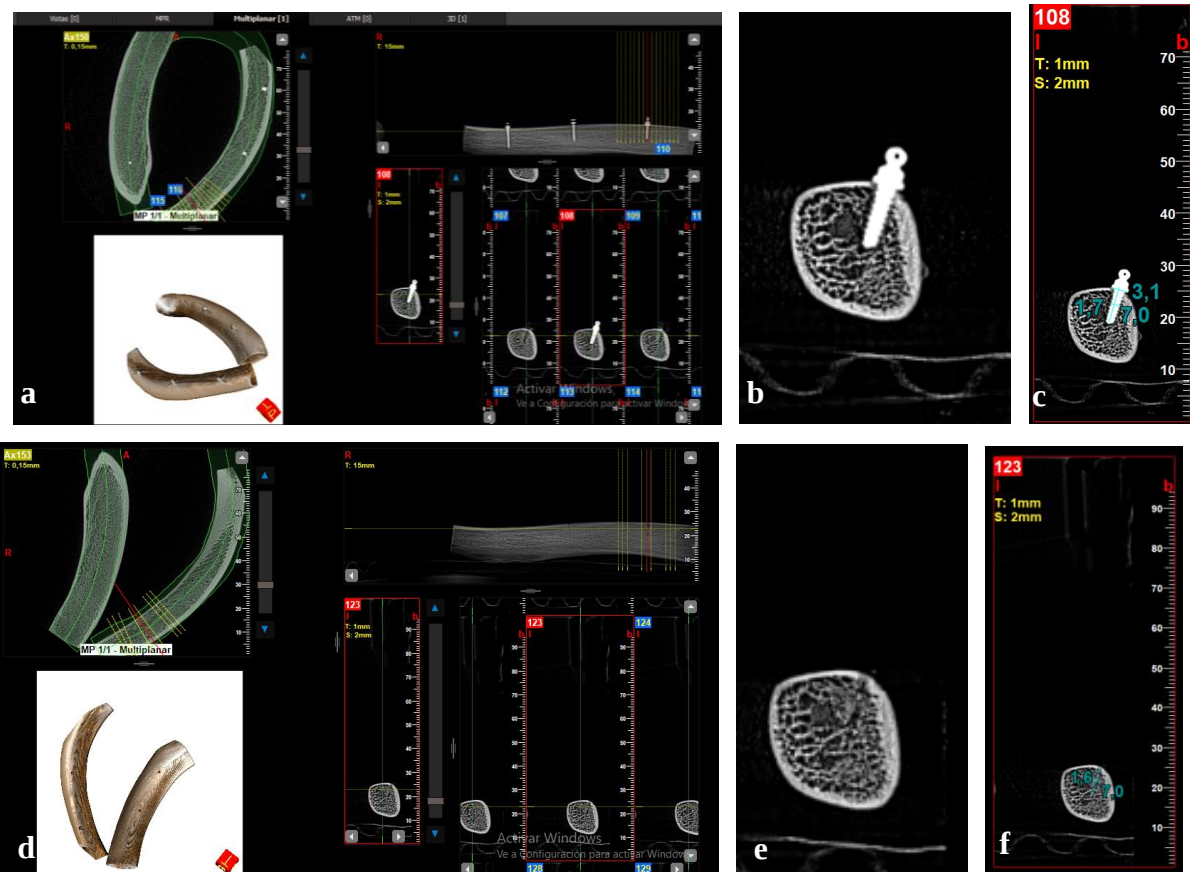


**Figura 43.** miniimplante A2 ( $\Theta 1,6\text{mm} \times 10\text{mm}$ ), a,b,c:. Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implante; d,e,f Muestra de hueso de costilla porcino con la desinserción del mini-

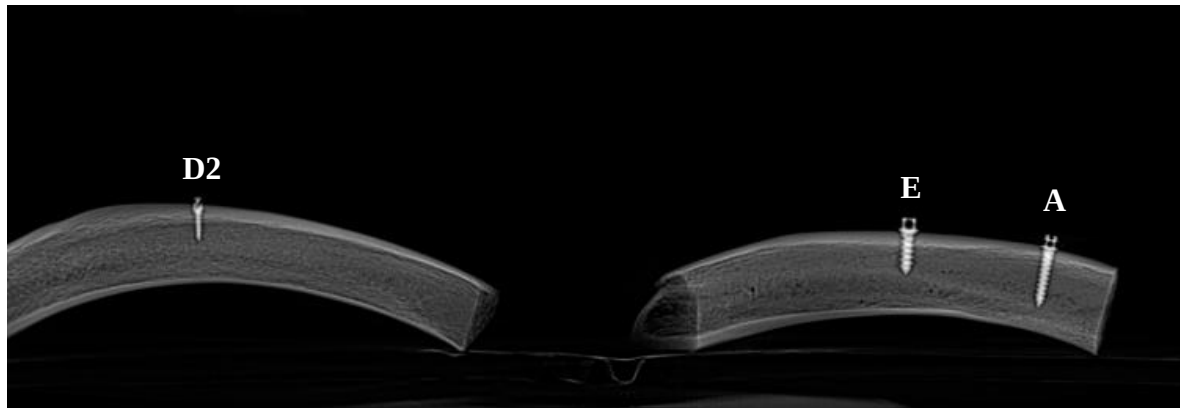




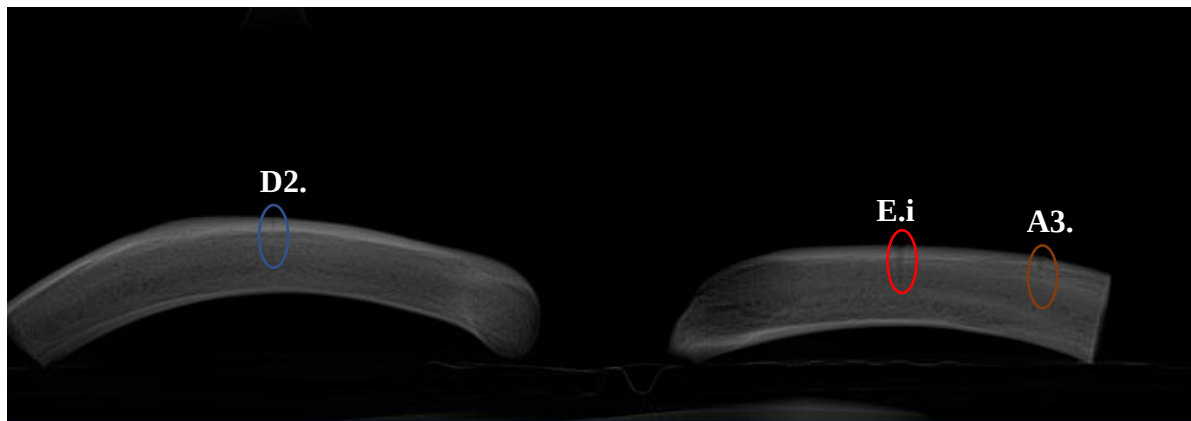
**Figura 44.** Miniimplante B ( $\Theta 1,65\text{mm} \times 8\text{mm}$ ). a,b,c:. Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implante; d,e,f Muestra de hueso de costilla porcino con la desinserción del mini-



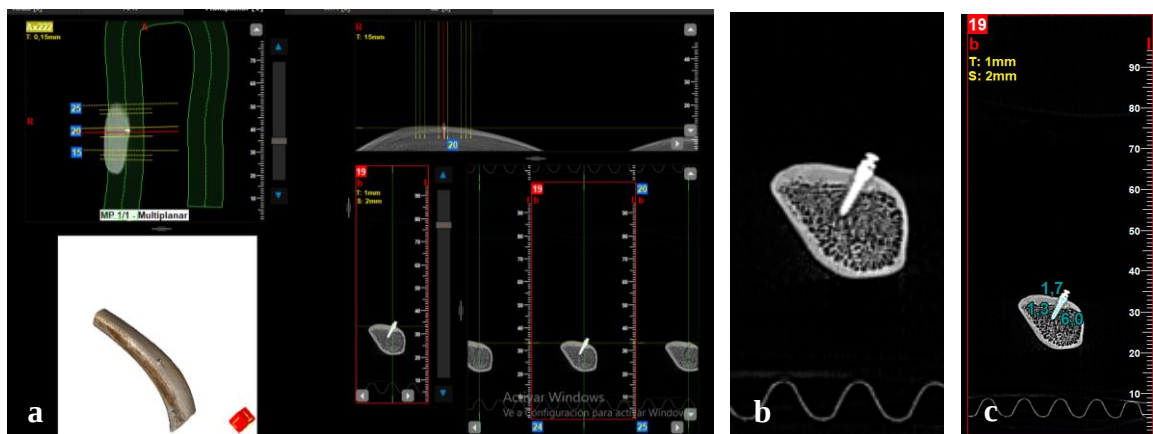
**Figura 45.** Miniimplante C ( $\Theta 1,7\text{mm} \times 7\text{mm}$ ). a,b,c:. Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implante; d,e,f Muestra de hueso de costilla porcino con la desinserción del mini-implante.

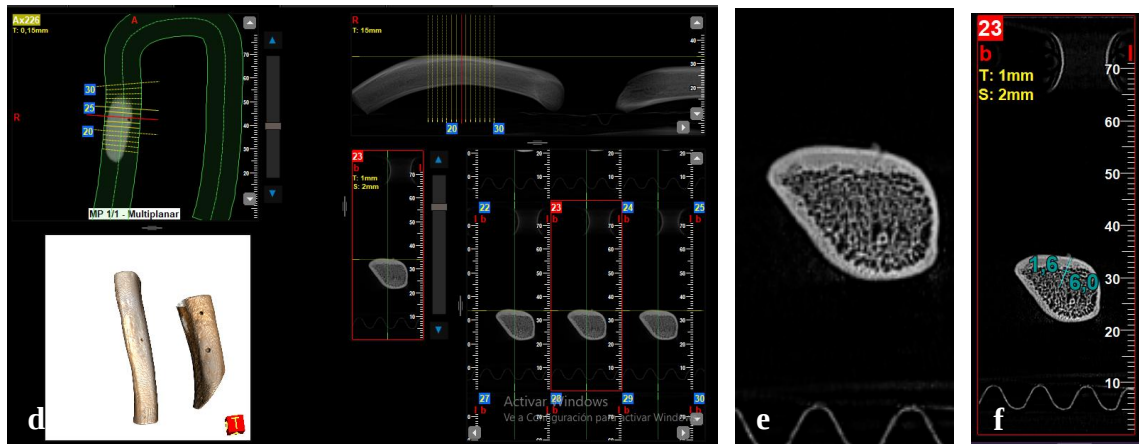


**Figura 46.** Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implantes. D2 ( $\Theta 1,3\text{mm} \times 6\text{mm}$ ), A3 ( $\Theta 2\text{mm} \times 10\text{mm}$ ), E ( $\Theta 2,5\text{mm} \times 7\text{mm}$ ).

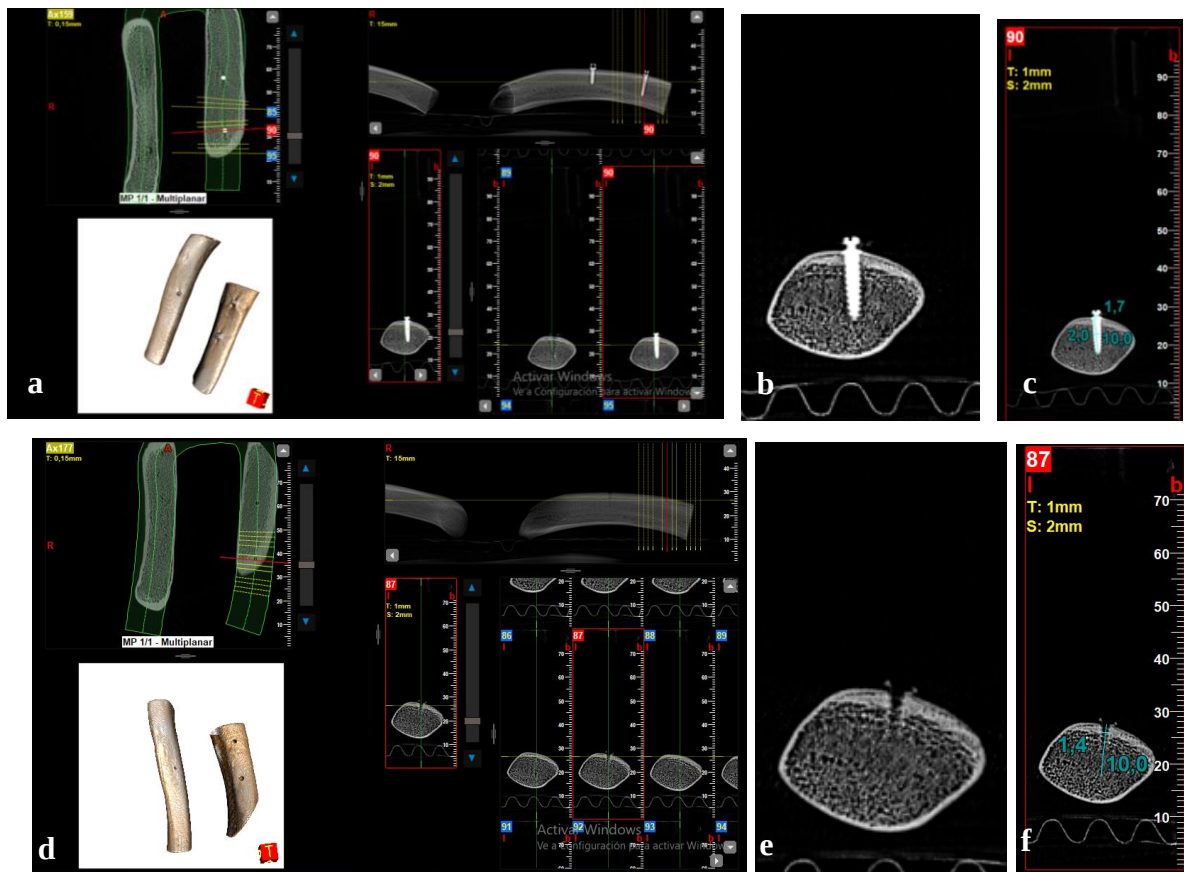


**Figura 47.** Muestra de hueso de costilla porcino con la desinserción de los mini-implantes. D2.i ( $\Theta 1,3\text{mm} \times 6\text{mm}$ ), A3.i ( $\Theta 2\text{mm} \times 10\text{mm}$ ), E.i ( $\Theta 2,5\text{mm} \times 7\text{mm}$ ).

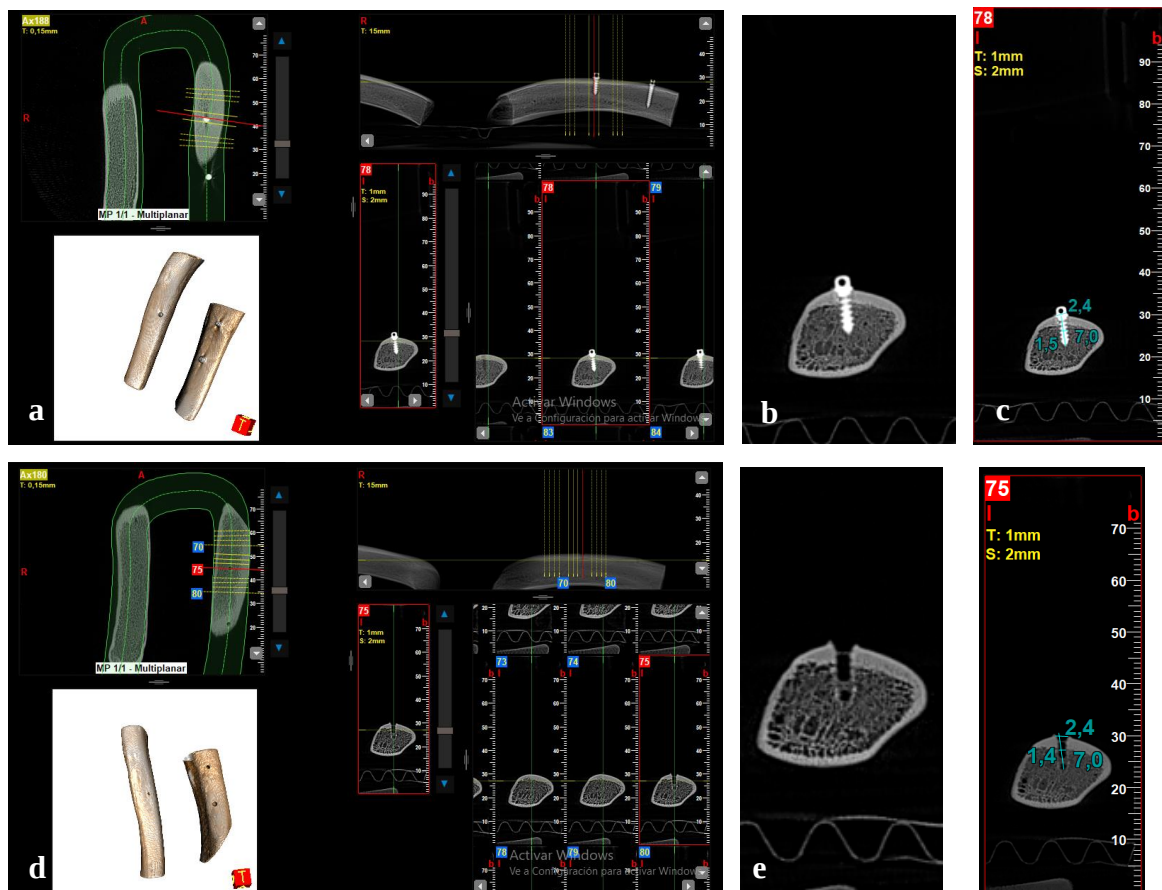




**Figura 48.** Miniimplante D2 (Ø1,3mm x 6mm). a,b,c:. Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implante; d,e,f Muestra de hueso de costilla porcino con la

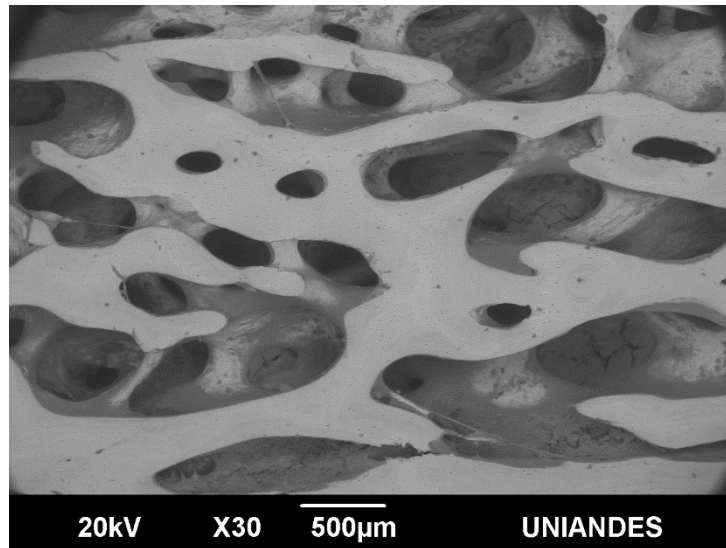


**Figura 49.** Mini-implante A3 (jeil-RMO Ø2mm x 10mm) a,b,c:. Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implante; d,e,f Muestra de hueso de costilla porcino con la desinserción del mini-implante.

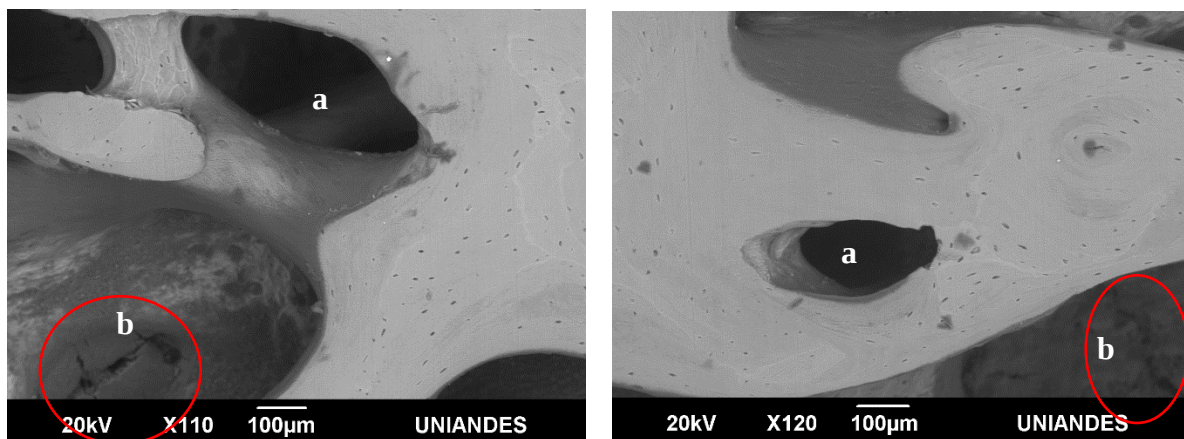


**Figura 50.** Mini-implante E ( $\varnothing 2,5\text{mm} \times 7\text{mm}$ ). a,b,c:. Muestra de hueso de costilla porcino con mini-implante; d,e,f Muestra de hueso de costilla porcino con la desinserción del mini-implante.

A partir de las secciones obtenidas en sección transversal en el estudio efectuado a través de (SEM, Scanning Electron Microscope) se identifica la topografía ósea (Figura 51) un hueso esponjoso trabecular no laminar o plexiforme identificando laminas concéntricas de forma más densa, uniforme y regular y sus canales vasculares con presencia de posibles microfisuras de forma fisiológica (Figura 52a,b) que pueden ser atribuidas a remodelación del tejido óseo.



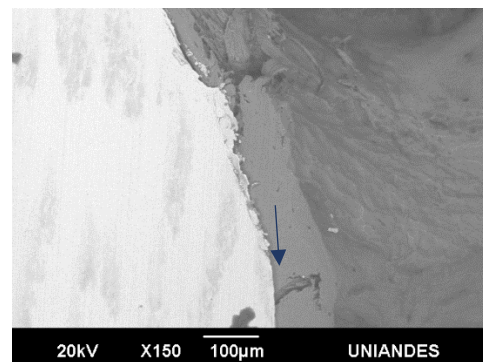
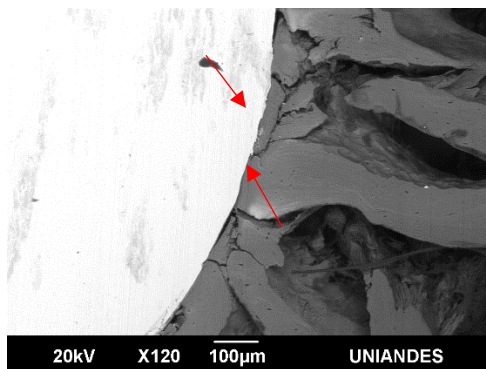
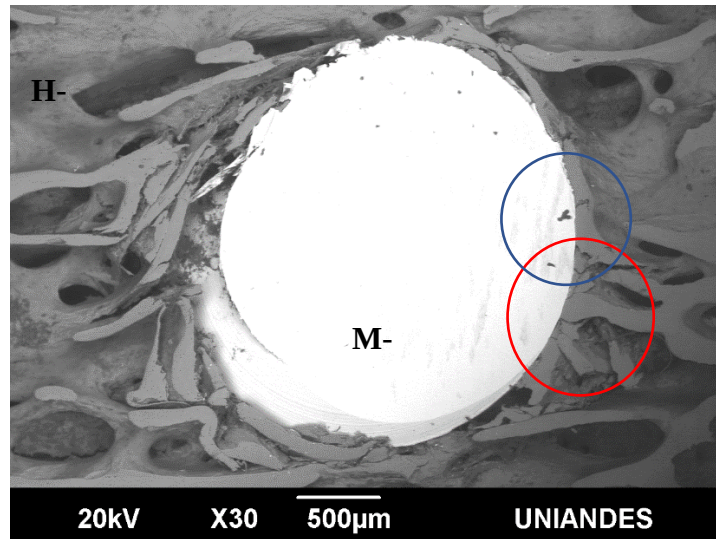
**Figura 51.** Micrografía de tejido óseo



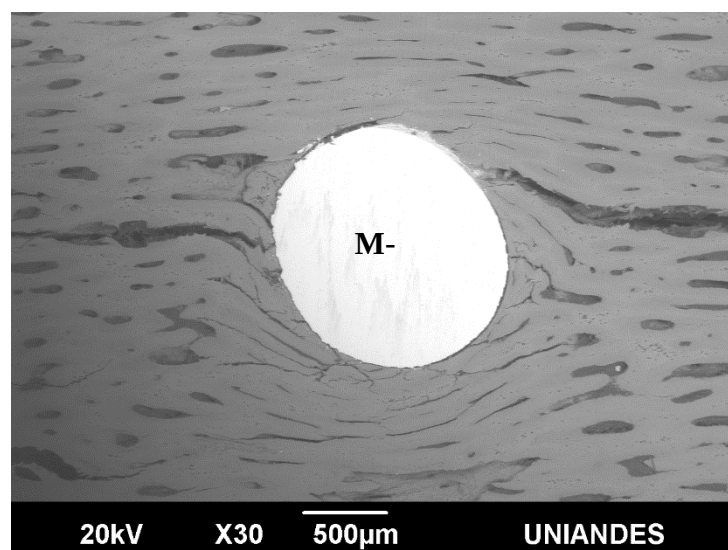
**Figura 52.** Hueso esponjoso trabecular no laminar o plexiforme. a: canales vasculares. b: Fisuras fisiológicas.

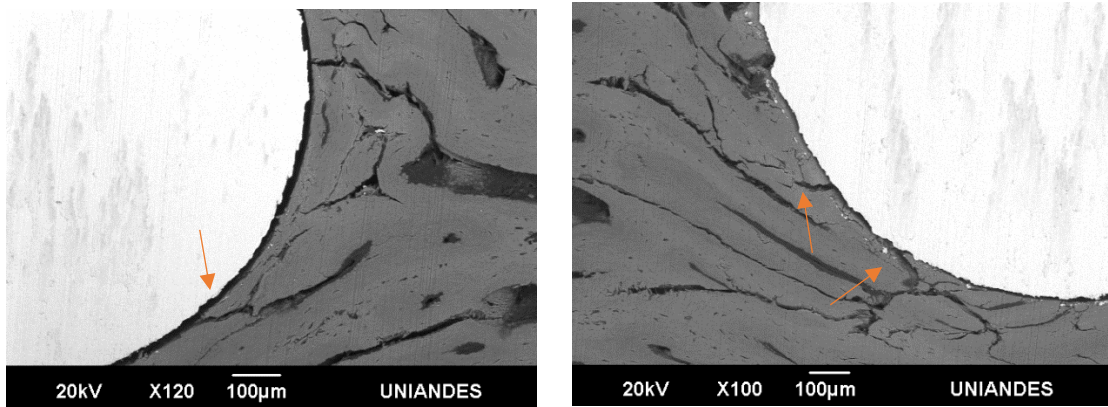
Teniendo en cuenta el tejido óseo de la muestra, y que las posibles micro-fisuras de hallan dentro de los canales vasculares denominada microgrietas fisiológicas, en las imágenes micrográficas se halla presencia de microfisuras, microgrietas o microdaños en la parte más densa del hueso alrededor del mini-implante, donde estas no se identificaban en la muestra sin la inserción del mini-implante.

Por ende, podemos observar presencia de microfisuras en las siguientes imágenes: (Figura 53, 54, 55 y 56) y una mayor injuria o estallido ósea alrededor de tal mini-implante (Figura 55) y espacio entre el mini-implante y el tejido óseo (Figura 57).

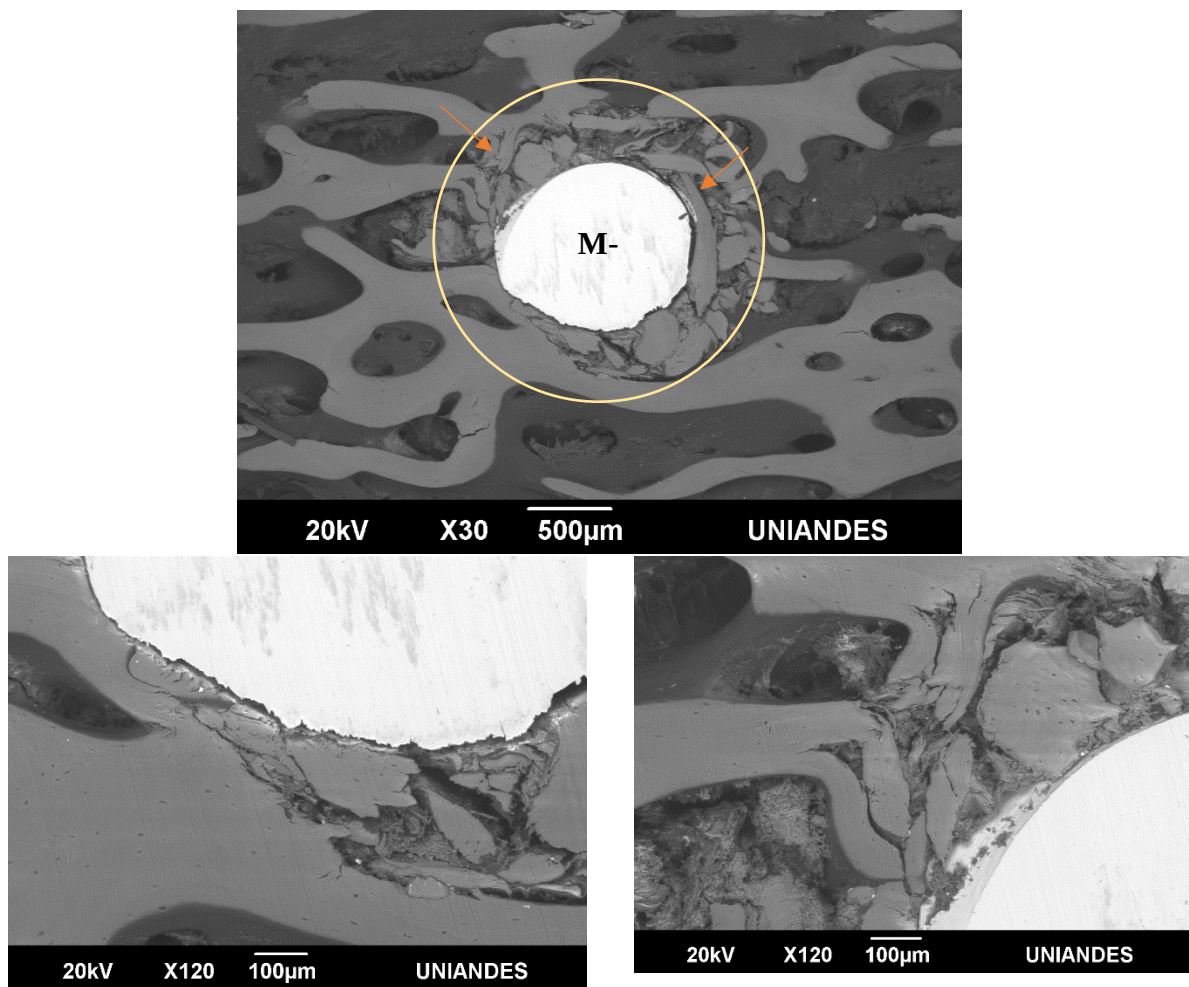


**Figura 53.** Presencia de micro-fisuras alrededor del min-implante A ( $\varnothing 1,6\text{mm} \times 10\text{mm}$ ). M-I: Mini-implante. H-T: Hueso trabeculado.

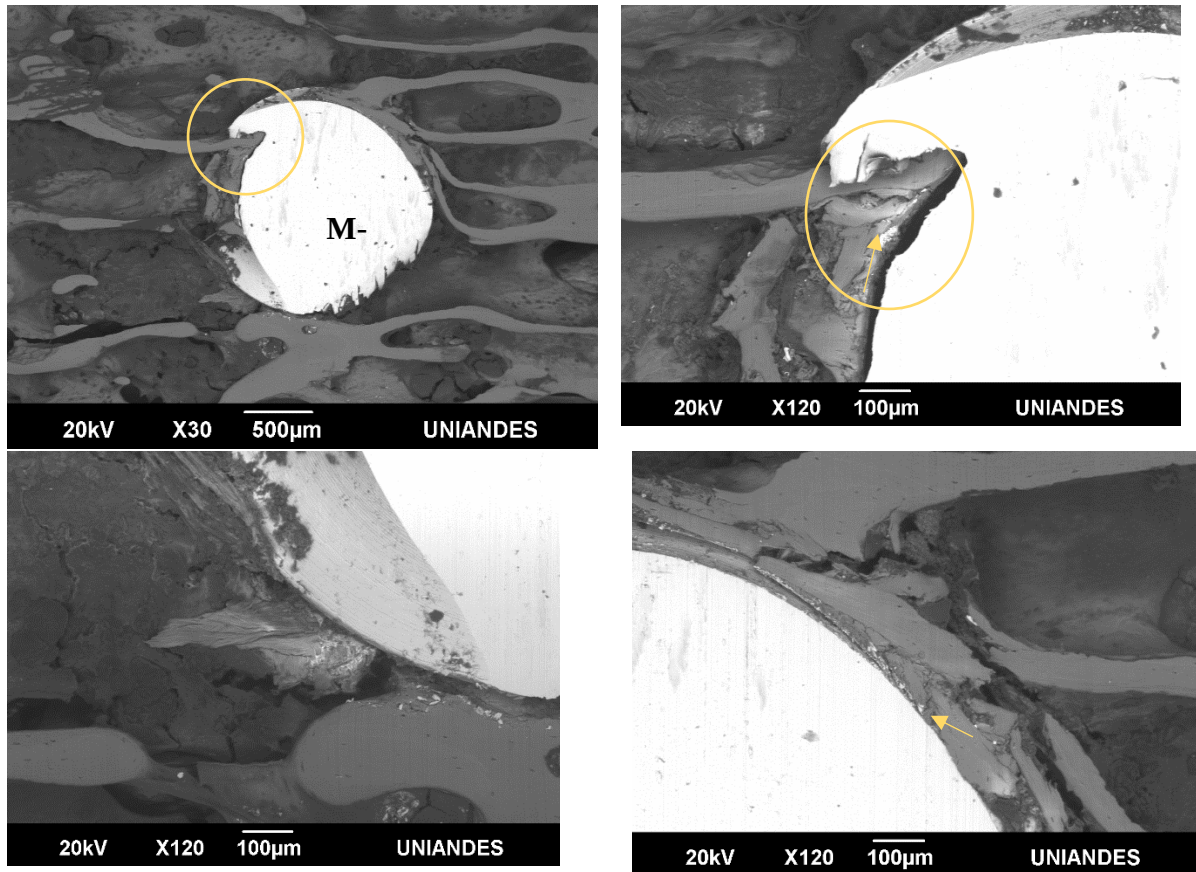




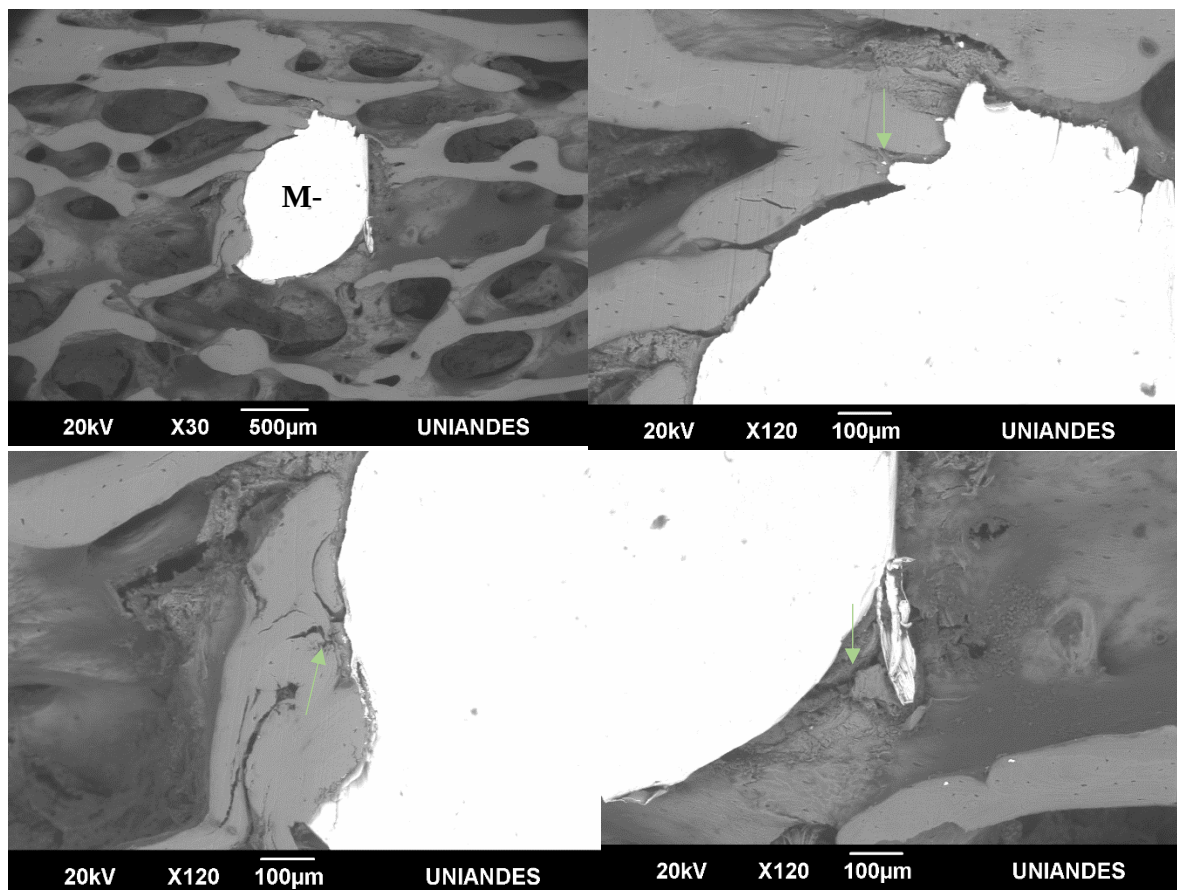
**Figura 54.** Presencia de micro-fisuras alrededor del min-implante B ( $\varnothing 1,65\text{mm} \times 8\text{mm}$ ).



**Figura 55.** Presencia de micro-fisuras alrededor del min-implante D ( $\varnothing 1,3\text{mm} \times 6\text{mm}$ ).



**Figura 56.** Presencia de micro-fisuras alrededor del min-implante D (Ø1,4mm x 7mm).



**Figura 57.** Presencia de micro-fisuras alrededor del min-implante D ( $\Theta$ 1,4mm x 7mm). E( $\Theta$ 2,5mm x 7mm)

#### 4. DISCUSIÓN

Son pocos los estudios que hablen específicamente sobre los destornilladores para mini-implantes utilizados en ortodoncia, Jung et al. (13) en 2013, refieren que el destornillador debe contar con una cabeza de sujeción externa o interna acorde al diseño de la cabeza del mini implante. Por ello, se debe tener en cuenta que el destornillador universal UNICOC no cuenta con una suficiente cabeza de sujeción externa, ni interna, que ofrezca una mayor seguridad y evitar el balanceo presentado entre el porta implante/destornillador y el mini-implante/porta implante.

Con las distintas casas comerciales existentes en el mercado podemos encontrar diferentes destornilladores con sus extensiones o puntas también denominadas porta implantes que puede ser de conexión manual y referenciarse según su casa comercial por su longitud o extensión, diseñados de esta forma para la inserción de los mini-implantes de acuerdo con la zona atómica y según el diámetro o la forma de la cabeza ya sea con cabeza de botón, cabeza en forma de cruz o de bracket (27,28,29,30,31).

Por otro lado, es de suma importancia las características del mini implante siendo estos según la inserción autoperforantes y autoroscantes, diferenciando uno del otro en que el primero los propios micro-implantes son los que perforan la encía y la cortical ósea, según la disposición, separación de las espirales y la punta del tornillo, éste podrá o no ser autoperforante, y los segundos necesitan un inicio de apertura con una fresa en la cortical (12).

Estos también varían en su dimensión según el diámetro que oscila entre 1,3 mm y 2 mm, y la longitud entre 6 mm y 12mm. Gutiérrez et al. (12) en 2014 comentan que existen tres tipos de diámetros:

- El tipo A: mide 1,3 mm de diámetro a nivel del cuello del implante y 1,1 mm en la punta.
- El tipo B mide 1,5 mm de diámetro en el cuello y 1,3 mm en la punta. La longitud total de los tipos A y B es de 11mm.

- El tipo C mide 1,5 mm de diámetro en el cuello y 1,3 mm en la punta, con una longitud de 9 mm.

- 

Otros autores como Arismendi citado por Gutiérrez et al. (12), clasifican la selección de un micro-implante basado en el diámetro y la longitud. Éstos, a su vez, varían de acuerdo con su localización anatómica y tipos de mini implantes:

- Cabeza pequeña: Encías adheridas del maxilar y mandíbula, así como en el paladar.
- Sin cabeza: Mucosa móvil del maxilar y mandíbula.
- Cabeza larga: Límite entre encía adherida y encía libre mandibular.
- Cabeza circular: Encía adherida del maxilar y en el paladar.
- Cabeza para fijación: Zona vestibular maxilar y mandibular para la fijación intermaxilar. También para el paladar y sutura palatina.
- Cabeza con forma de bracket: Encía adherida maxilar y mandibular, también en el paladar.
- Forma de cruz.
- Forma de botón.
- Con y sin ojal para insertar ligadura o cadeneta.

Es así, como se evidencia la variabilidad en el diseño de los mini-implantes por las diferentes casas comerciales lo que sugiere la necesidad de desarrollar su propio destornillador. Siendo esta variabilidad la limitante en este estudio al no tener adaptación dos mini-implantes con diseño de cabeza de bracket y cabeza de botón de forma hexagonal, por ser de mayor tamaño a la entrada del porta implante del destornillador universal UNICOC.

Otro factor a tener cuenta es el control de torque, tal y como lo postula Katalanic et al. (5) en 2017, este es un elemento de alto peso en la tasa de éxito en el diseño del destornillador. Por ende, es importante en la determinación del torque y la aplicación de este para obtener un resultado positivo en la estabilidad del mini-implante (32).

Los resultados obtenidos en el estudio de Jara et al. (33) en 2014, luego de la proyección de esfuerzos versus una proyección de aplicabilidad de torque en la simulación permitió observar que el nivel de fluencia del material se presenta a 26,6Ncm y a un valor de esfuerzo de 979,1 MPa. La inserción de los mini implantes a un torque inferior a 21,5 Ncm disminuye las probabilidades de fallo del dispositivo y propiamente del material o en este caso la muestra de costilla de hueso porcino, ya que es a partir de este nivel de torque donde comienza la deformación permanente por lo cual el torque seleccionado en el destornillador universal fue de 20/Ncm (33).

Es así, como las características del mini-implante junto con el procedimiento o técnica y factores del paciente se han asociado al éxito de la estabilidad de los mini implantes, lo cual podría influir en el micro daño que es una deformación permanente de la microestructura del hueso cortical o la presencia de micro fisuras formadas durante la inserción (3). De esta manera, en nuestro estudio la inserción realizada es la indicada por el estudio de Jara et al. en 2014, siendo 20Ncm con el fin de otorgar las mínimas posibilidades de micro fisuras o en el peor caso desprendimiento del mini-implante y fractura de la muestra. Mencionemos que también se ve implicada la densidad ósea de la cortical en la estabilidad del mini-implante y la tasa de éxito o fracaso, ya que el grosor del hueso cortical se considera un determinante crítico para obtener la estabilidad primaria, debido a la correlación con la fuerza de inserción y desinserción.

Teniendo en cuenta la consideración de la densidad ósea y su relación con la implantología, Linkow (34) en 1970 clasifico la densidad ósea de hueso esponjoso en cuatro categorías: tipo I, tipo II, tipo III y tipo IV; y Misch (34) clasifico la densidad del hueso cortical en cuatro estructuras macroscópicas categorizadas como: D1, D2, D3 y D4. Esta clasificación de Misch puede evaluarse con imágenes de tomografía axial computarizada mediante correlación con un rango de unidades Hounsfield, definiendo el tipo de densidad óseo; componente importante en la inmovilización o traba mecánica, ya que ante la presencia de los espacios medulares abiertos o el tejido fibroso desorganizado no permiten una disipación controlada de las fuerzas o un ambiente de micro deformación en las células óseas locales, por lo que se genera mayor estrés (34). Con base a esto, de acuerdo con el análisis tomográfico de nuestro

estudio y la literatura consultada, se debe tener en cuenta que la densidad ósea de la cortical se ve implicada en la estabilidad del mini-implante y la tasa de éxito o fracaso, siendo más favorable la densidad ósea D1 y D2.

En el estudio realizado por Wawrzinek et al. (25) en 2008, reportaron presencia de micro fisuras en el hueso en el grupo de referencia sin inserción de mini-implantes, refieren que fisiológicamente hay micro fisuras de bajo grado en el hueso cargado, también comentan en su estudio que nadie ha demostrado todavía una correlación entre el grado de micro fisuras y el grosor cortical, ni tampoco se ha demostrado que el grosor cortical afecte a la mecánica de la fractura del hueso, donde reportan que los procesos de remodelación ósea particularmente excesivos que implican daño a huesos vitales pueden afectar la retención de un mini-implante. Por ende, observamos la presencia de micro fisuras fisiológicas (Figura 24b) y de igual forma la presencia de microgrietas alrededor del mini-implante (Figura 25, 26, 27 y 28).

En las muestras observadas en el estudio se halló no solo la presencia de micro fisuras en el hueso cortical sino un espacio entre los mini-implantes y el tejido óseo de las muestras (Figura 28 y 29), por lo que la estabilidad primaria de los mini-implantes ortodóncicos no sólo se ve afectada por la calidad del hueso (relación entre el hueso compacto y el trabecular) y la cantidad de hueso (densidad mineral), sino también por las características del diseño del mini-implante siendo la longitud y el diámetro las características más importantes para la estabilidad primaria así como el tipo de rosca (35).

## 5. CONCLUSIÓN

De las cinco portas implantes diseñados para el destornillador universal UNICOC, dos de estos no ofrecieron posibilidades de uso por falta de adaptación con los mini-implantes utilizados en este estudio.

A pesar de la leve movilidad entre el porta implante y el mango del destornillador, el balanceo entre el mini-implante y el porta implante, permitió realizar un uso clínico seguro durante el manejo de los mini-implantes.

El tipo de cabeza de varios mini-implantes a utilizar, no fueron funcionalmente viables afectando en la forma de entrada al porta implante debido al diseño de la cabeza del mini-implante.

A pesar de encontrar diferencias en las dimensiones tanto en la cabeza, como la parte transmucosa y parte activa de los mini-implantes de las diferentes casas comerciales, se enfatiza que el destornillador universal de UNICOC es multifuncional y versátil, facilitando su uso durante el manejo clínico, destacando en su diseño la presencia del torcometro que proporciona seguridad al poder cuantificar las fuerzas con las cuales se realiza el proceso de inserción y desinserción de los mini-implantes.

Según la información brindada por la micrografía se puede observar integridad entre el mini-implante y el tejido óseo, así como un espacio entre estos y la presencia de micro fisuras, por lo tanto, es posible que el tejido óseo podría verse afectado por la forma de rosca del mini-implante, resaltando que la presencia de estos espacios puede generar menos traba mecánica induciendo al fracaso del mini-implante.

## **6. RECOMENDACIONES**

- Se requiere hacer más porta implantes de acuerdo con el diseño de las cabezas y hexágonos de las diferentes casas comerciales.
- Diseñar un sistema O'Ring o sistema magnético, para optimizar el ajuste entre el porta implante y el destornillador, así como el balanceo entre el mini-implante y el porta implante, teniendo en cuenta que, de los 13 mini-implantes de las diferentes casas comerciales, una de ellas maneja sistema magnético en el diseño de la cabeza del mini-implante.
- Identificar en el porta implantes diseñado el tipo de mini-implantes que se puede utilizar para la práctica clínica.
- Realizar los ajustes propuestos para ser llevado a patente.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Feldmann, and Bondemarkb. "Orthodontic Anchorage: A Systematic Review." Angle Orthodontist, 2006; 76(3):493-501.
2. Alkadhimi, Aslam, and Ebrahim A Al-Awadhi. "Miniscrews for orthodontic anchorage: a review of available systems." Journal Of Orthodontics. 2018; 45(2): 102-114.
3. Nguyen, M. V., Codrington, J., Fletcher, L., Dreyer, C. W., & Sampson, W. J. Influence of cortical bone thickness on miniscrew microcrack formation. American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics. 2017; 15(23):301-311.
4. Nguyen, Melissa V, et al. "The influence of miniscrew insertion torque." European Journal of Orthodontics. 2018; 40(1):37-44
5. Katalinic et al. "Influence of Manual Screwdriver Design in Combination With and Without Predrilling on Insertion Torque of Orthodontic Mini-Implants." implant Dentistry. 2017; 26(1):95-100.
6. Jung, Yi-Ra, et al. "Placement angle effects on the success rate of orthodontic microimplants and other factors with cone-beam computed tomography." Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2013; 14(3):173-181.
7. Lin, James C.Y., et al. "A COMPARATIVE EVALUATION OF CURRENT ORTHODONTIC MINISCREW SYSTEMS." QUINTESSENCE. 2007; 8(7):136-144.
8. Cousley, Richard "Chapter 2 Maximising Mini-implant Success: Clinical Factors." The Orthodontic Mini Implant Handbook. Hong Kong: Toppan Best-set Premedia Limited, 2013; 12 (1) 53-60

9. Jung Suk Kim, et al. "Comparison of success rates of orthodontic miniscrews by the insertion method." THE KOREAN JOURNAL of ORTHODONTICS. 2012; 42(5) 242-248.
10. Whang, C, D. Bister, and M. Sherrif. "An in vitro investigation of peak insertion torque values of six commercially available mini-implants." European Journal of Orthodontics. 2011; 33( 6 ):660-666.
11. Florvaag B, Kneuert P, Lazar F et al. Biomechanical properties of orthodontic miniscrews. An invitro Study. J Orofac Orthop. 2010; ():53-67
12. Gutiérrez Labaye P., Hernández Villena R., Perea García M.A., Escudero Castaño N., Bascones Martínez A.. Microtornillos: Una revisión. Avances en Periodoncia. 2014; 26(1): 25-38.
13. Irigoin P. Diferentes dispositivos de anclaje temporario esqueletal (TADS) Microimplantes y miniplacas. Sus diferentes usos clínicos. Sociedad Argentina de Ortodoncia –Universidad Católica Argentina. Monografía. 2010
14. Jara LM, Reyes JH, González LA, Torres E, Malaver P, Pachón M. Comparación de la retención mecánica a la fuerza de tracción en dos diseños de mini-implantes ortodónticos. Journal Odont Col. 2012;5(10):8-15.
15. Lima GM, Soares MS, Penha SS, Romano MM. Comparison of the fracture torque of different Brazilian mini-implants. Braz Oral Res. 2011; 25 (2) 116-121
16. Assad-Loss TF, Kitahara-Céia FMF, Silveira GS, Elias CN, Mucha JN. Fracture strength of orthodontic mini-implants. Dental Press J Orthod. 2017; 22(3): 47-54.
17. Hassell, Thomas. "Tissues and cells of the Periodontum." Periodontology 2000. 1993; 3(1) : 9-38..

18. B. Wilmes, D. Drescher: Impact of bone quality, implant type, and implantation site preparation on insertion torques of mini-implants used for orthodontic anchorage. *Int. J. Oral Maxillofac. Surg.* 2011; 40 ( 7): 697–703.
19. Lim, Seon-A, Jung-Yul Cha, and Chung-Ju Hwang. "Insertion Torque of Orthodontic Miniscrews According to Changes in Shape, Diameter and Length." *Angle Orthodontist*. 2008; 78(2):234-40.
20. Motoyoshi et al. "Recommended placement torque when tightening an orthodontic mini-implant." *Clin. Oral Impl. Res.* 2006; 17 (1):109–114.
21. Wawrzinek, Thorsten, and Helge. "Microdamage in Cortical Bone due to the Overtightening of Orthodontic Microscrews." *J Orofac Orthop*. 2008; 69(2):121–134.
22. Santiago et al. "Correlation between miniscrew stability and bone mineral density in orthodontic patients." *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. 2009; 136(2): 243-50.
23. Torres, V. Destornilladores para colocación de minimplantes. Protocolo de colocación de minimplantes (documento en Word). Bogotá D.C.: Posgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar, UNICOC.
24. Hatzigianni, A., Keilig, L., Reimann, S., Eliades, T., & Bourauel, C. Effect of mini-implant length and diameter on primary stability under loading with two force levels. *The European Journal of Orthodontics*. 2011; 33(4):381-387
25. Wawrzinek, Thorsten, and Helge. "Microdamage in Cortical Bone due to the Overtightening of Orthodontic Microscrews." *J Orofac Orthop*. 2008; 69(2):121-134.
26. Alvarez E, Ripalda P, Forrol F. Criopreservacion de los Injertos Cartilagosos. *Acta Ortopedica Mexicana*. 2003; 17(3):157-159

27. Issuu.com. [citado el 21 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://issuu.com/ortoarea/docs/cataleg\\_jeil\\_2019-new-sin\\_precios](https://issuu.com/ortoarea/docs/cataleg_jeil_2019-new-sin_precios)
28. Dentos.co.kr. [citado el 21 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://dentos.co.kr/2010/about/microimplants.html>
29. Com.mx. [citado el 21 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.dewimed.com.mx/assets/o.s.a.s2.pdf>
30. Imeti.com. [citado el 21 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://imeti.com/implantes/implantes/producto/implante-de-ortodoncia/>
31. Sistemas de implantes dentales - Dental-Tech [Internet]. Dentaltechitalia.com. [cited 2021 Nov 21]. Available from: <https://www.dentaltechitalia.com/es/>
32. Feriz, G. P., Muñoz, M. A., Jara, L. M., & Malaver, P. Determinación del torque y sitios de mayor esfuerzo en minimplantes durante su inserción y retiro. Journal Odontológico Colegial. 2014; 7(13): 8-17
33. Jara LM, Reyes JH, González LA, Torres E, Malaver P, Pachón M. Comparación de la retención mecánica a la fuerza de tracción en dos diseños de mini-implantes ortodónticos. Journal Odont Col. 2012; 5(10):8-15.
34. Misch, C. E., & Bortolotti, L. Implantología contemporánea. Barcelona: Elsevier. 2009; p:130-146.
35. Walter A, Winsauer H, Marcé-Nogué J, Mojal S, Puigdollers A. Design characteristics, primary stability and risk of fracture of orthodontic mini-implants: pilot scan electron microscope and mechanical studies. Med Oral Patol Oral Cir Bucal. 2013; 18 (5): 804-810

