

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA  
COLEGIO ODONTOLÓGICO  
ÁREA DE EDUCACION AVANZADA Y CONTINUADA  
POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**



**EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN ÓSEA VISTA EN TOMOGRAFÍAS  
COMPUTARIZADAS DE RAYO DE CONO EN MOVIMIENTOS DENTALES  
ORTODÓNTICOS CON MINIMPLANTES. REPORTE DE CASOS.**

***AUTORES***

DIEGO MAURICIO CIFUENTES SUAREZ

CLAUDIA LILIANA LANCHEROS GUTIERREZ

LILIANA PAREDES TELLO

DARY PORRAS RODRIGUEZ

SWINDA TORRES ALVARADO

**INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA**

**AREA DE EDUCACION AVANZADA Y CONTINUADA**

**POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

**BOGOTA, D.C.2013**

**EVALUACIÓN DE LA REGENERACIÓN ÓSEA VISTA EN TOMOGRAFÍAS  
COMPUTARIZADAS DE RAYO DE CONO EN MOVIMIENTOS DENTALES  
ORTODÓNTICOS CON MINIMPLANTES. REPORTE DE CASOS.**

**ASESORES CIENTÍFICOS**

**Dra. LILIANA JARA**

**Od. Ortodoncista, Especialista en educación con énfasis en evaluación**

**Dr. CARLOS ARTURO VILLAMIZAR**

**Od. Cirujano Oral y Patología Oral**

**ASESORA METODOLOGICA**

**Dra. PIEDAD MALAVER CALDERON**

**Od. Ms. Biología Énfasis Genética Humana**

**INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA**

**AREA DE EDUCACION AVANZADA Y CONTINUADA**

**POSTGRADO DE ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR**

**BOGOTA, D.C.2013**

## CONTENIDO

	PÁGINA
<b>1. ASPECTOS TEÒRICO-CIENTÌFICOS</b>	14
1.1 Planteamiento del problema.	14
1.2 Pregunta de investigación.	16
1.3 Justificación.	16
1.4 Propósito	17
1.5 Marco teórico.	17
1.5.1 Regeneración ósea	17
1.5.2 Movimientos ortodónticos	29
1.5.3 Mini-implantes	31
1.5.4 Historia de los rayos X	39
1.5.5 Tomografía axial computarizada TAC	42
1.6 Objetivos	53
1.6.1 Objetivo general.	53
1.6.2 Objetivos específicos.	53
<b>2. ASPECTOS METODOLÓGICOS</b>	54
2.1 Tipo de estudio y diseño general	54
2.2 Población de estudio	54
2.3 Unidad de análisis y observación	54
2.4 Selección y tamaño de la muestra	54

2.5 Unidad de Observación	55
2.6 Criterios de inclusión	55
2.7 Criterios de exclusión	55
2.8 Variables	56
2.9 Instrumento de recolección de datos	57
2.10 Descripción del procedimiento.	57
<b>3. RESULTADOS.</b>	61
3.1 Descripción de los casos	61
3.1.1 Caso 1. Mini-implantes 1 y 2	61
3.1.2 Caso 2. Mini-implante 3 y 4	65
3.1.3 Caso 3 Mini-implante 5	68
3.1.4 Caso 4. Mini-implante 6	70
3.1.5 Caso 5. Mini-implante 7	72
3.1.6 Caso 6. Mini-implante 8	75
3.1.7 Caso 7. Mini-implante 9	77
3.1.8 Caso 8. Mini-implante 10	79
<b>4. DISCUSIÓN.</b>	82
<b>5. CONCLUSIONES.</b>	87
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	89

## 1. ASPECTOS TEÓRICO-CIENTÍFICOS

### 1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad la ortodoncia ha evidenciado muchos avances dirigidos sobre todo a mejorar la biomecánica, esto ha permitido ofrecer tratamientos integrales dirigidos a solventar problemas que antes eran difíciles de corregir y que hoy en día han encontrado un claro sustento científico con evidencia clínica que permiten utilizarlos satisfactoriamente; los implantes han sido hasta ahora muy usados en el áreas de prostodoncia y periodoncia, hoy en ortodoncia se utilizan los minimplantes que son dispositivos transitorios de anclaje y han demostrado tener una alta versatilidad de aplicaciones clínicas con los cuales se han logrado movimientos ortodónticos de mesialización, distalización, intrusión, extrusión, tracción de dientes o grupo de dientes, mejorando no solo la calidad del procedimiento, sino también logrando una disminución significativa en el tiempo clínico <sup>1</sup>.

El movimiento ortodóntico para reposicionar dientes impactados como caninos superiores y molares inferiores en la arcada es conocido con el termino de Tracción Ortodóntica empleando fuerzas controladas de tracción , los cuales se ha realizado principalmente en técnicas convencionales de ortodoncia (MBT-ROTH-ESTÁNDAR), de igual forma posicionar dientes sanos o saludables en

espacios edéntulos por pérdida prematura o indicada de dientes permanentes por movimientos ortodónticos anteroposteriores se ha convertido una de las mejores opciones de tratamiento para modificar y mejorar la morfología ósea que pudo perderse por dicha pérdida dental a través del tiempo, debido al proceso de reabsorción o pérdida ósea se presenta más rápido si no hay una rehabilitación adecuada. El tratamiento convencional para el tercer molar ha sido la exodoncia, sin embargo hoy en día la pérdida prematura de los primeros molares inferiores por caries, fracturas, lesiones de furca entre otras, se ha desarrollado la posibilidad de reposicionar el tercer molar mediante movimientos ortodónticos <sup>2,3</sup>

Esta nueva técnica para movimientos con mini-implantes ha permitido reposicionar dientes impactados en angulaciones que con técnicas convencionales era imposible, al igual que la mesialización y/o distalización de dientes o grupo de dientes para apertura y cierre de espacios, como para realizar intrusión y /o extrusión dental para nivelación del plano oclusal. . observando que los procesos de reabsorción y reposición ósea durante dichos movimientos no han sido totalmente establecidos ya que las técnicas radiográficas convencionales ofrecen muy poca información de dichos procesos<sup>3</sup>.

Con el Advenimiento de los últimos años de nuevas técnicas Radiográficas como C.B.C.T Tomografía Axial Computarizada Rayo de Cono. Estos patrones de

Reposición y Reabsorción ósea con movimientos Ortodóntica con mini-implantes puede ser evaluado.

De acuerdo con lo anteriormente expuesto se plantea la siguiente pregunta:

## **1.2 Pregunta de investigación**

**¿Se produce regeneración en la cresta ósea vestibular durante movimientos ortodónticos, evaluados con CBCT?**

## **1.3 Justificación**

El tratamiento ortodóntico se ha propuesto como un método para lograr una regeneración ósea, mejorando el contorno óseo en casos de pérdida de integridad de la arcada por extracciones, especialmente en los defectos de reborde, en los cuales la previsibilidad de la terapia periodontal regeneradora es muy baja. La evaluación de la regeneración ósea de aposición y reabsorción en diferentes movimientos ortodónticos realizados con minimplantas han sido medidas por técnicas convencionales como las radiografías periapicales y panorámicas que ofrecen un deficiente contraste, un grado de magnificación que oscila entre 10 y 25%, además solo evalúa dos dimensiones y por ende es imposible evaluar la neoformación ósea.

## **1.4 Propósito**

Se busca medir la cantidad en milímetros ganados en el proceso de regeneración ósea guiada en los movimientos ortodónticos de mesialización y distalización colocando aditamentos temporales como los minimplantes para realizar dichos movimientos,

## **1.5 Marco Teórico**

### **1.5.1 Regeneración Ósea**

En la regeneración ósea, el hueso es un tejido muy activo, el cual permanentemente está en actividad resortiva o de remodelado y en actividad formativa o de modelado. El conjunto de estas actividades se conoce como *recambio óseo* y debe realizarse en una forma balanceada, de tal manera que a pesar de esta gran actividad metabólica, el hueso permanezca con su integridad anatómica y estructural<sup>4</sup>.

La regeneración ósea origina una respuesta en la que están involucrados los vasos sanguíneos, las células y la matriz extracelular. Tras un trauma se produce una respuesta inflamatoria y un hematoma inicial con hematíes, plaquetas y fibrina. Las

células del coagulo liberan interleuquinas y factores de crecimiento, originando la migración de linfocitos, macrófagos, precursores de osteoclastos y células mesenquimales pluripotenciales, estas señales moleculares promueven la diferenciación hacia células endoteliales, fibroblastos, condroblastos y osteoblastos, dando origen a un nuevo tejido fibrovascular que remplazara el coagulo inicial, todo ello está regido por una serie de complejas interacciones entre factores de crecimiento, hormonas y citoquinas. En este proceso va a ser fundamental el aporte vascular, la síntesis proteica y la mineralización<sup>5</sup>.

La ortodoncia permite mejorar la topografía ósea local mediante la tracción que se produce en las fibras periodontales, quienes acompañan al diente en sus movimientos. El movimiento ortodóntico puede consistir en un desplazamiento del diente junto con la masa ósea o un desplazamiento del diente a través de la masa ósea. En el primer caso se produce la reabsorción ósea directa del hueso en el lado en que se ejerce la presión sobre el ligamento. En el lado opuesto el estiramiento del ligamento periodontal se acompaña de un aumento de la superficie del hueso alveolar por aposición ósea. En realidad se trata de un fenómeno de resorción y aposición por el cual el diente se mueve junto con su periodonto, incluido el hueso para reconstruir de nuevo todo el proceso alveolar<sup>4-6</sup>

En el movimiento dental a través del hueso hay reabsorción ósea indirecta, el ligamento periodontal queda comprimido de tal manera en la zona de presión, que se produce un proceso de isquemia local, acompañada de hialinización. En este caso la resorción ósea no se desarrolla en la zona de presión sino a distancia, y cuando alcanza el ligamento periodontal el diente se mueve de una sola vez por el ensanchamiento del ligamento y el proceso alveolar sin que se haya producido aposición ósea en el lado de tensión.<sup>5</sup>

Linde<sup>5</sup> en su libro nos reporta a Seiber en los Sistemas de clasificación de deformidades de reborde alveolar han sido propuestos, donde Seibert introduce su clasificación de defectos de reborde alveolar en 1983, en esta clasificación, los defectos clase I representan pérdida bucolingual de tejido con dimensiones apico coronales normales, los defectos clase II tiene pérdida apico coronal de tejido con dimensiones buco linguales normales, mientras que los defectos clase III representan una combinación de ambas deficiencias.<sup>5</sup>

De igual forma Linde<sup>5</sup> reporta a los doctores Wang y Shammari que proponen un sistema de clasificación que es una modificación de la clasificación de Seibert, refiriéndose a los defectos clase I, II y III como defectos horizontales (H), verticales (V) y combinación (C), respectivamente, cada una de estas se

subdividió en subcategorías así; small (s £ 3mm), médium (m, 4 a 6 mm), y large (l, > 7mm).<sup>5</sup>

Muchos pacientes adultos quienes buscan tratamiento ortodóntico han aumentado en las últimas épocas, sin embargo con frecuencia presentan hallazgos patológicos como enfermedades periodontales y endodónticas, alteración de la Articulación Temporomandibular (ATM) y pérdida temprana de dientes.<sup>1,2</sup> Como la dentición natural para anclaje ortodóntico es limitada y los aparatos extraorales son rechazados por razones estéticas, un tratamiento alternativo basado en anclaje estable independiente de la cooperación es necesario.<sup>3,5</sup>

En regeneración ósea con ortodoncia, siendo el hueso alveolar el tejido de soporte de los dientes, ya que su desarrollo se presenta en conjunto con la formación y erupción dental, este se reabsorbe gradualmente como consecuencia de la pérdida o extracción de estos creándose un colapso de las tablas óseas vestibular y lingual, disminuyendo el ancho normal del corredor óseo y generando así un problema para la terminación con éxito de los tratamientos de ortodoncia, al dificultar el movimiento dentario.<sup>4,5</sup>

Estudios realizados han demostrado que la ortodoncia combinada con la terapia regenerativa puede resolver problemas clínicos complejos y devolver salud, estética y

funcionalidad a pacientes comprometidos periodontalmente. Por ejemplo en pacientes con lesiones furcales con defectos óseos y pobre ancho biológico resultado de una caries extensa subgingival, tratados inicialmente con terapia regenerativa por debridamiento con hueso sintético bioabsorbible y posterior acondicionamiento de la raíz con minociclina, el tratamiento aunque completo para un área en este caso la periodoncia, por si solo no resuelve los problemas periodontales complejos.<sup>5</sup> Se ha reportado que es posible mover el diente a través de las limitaciones anatómicas como las barreras sinusales, suturales y corticales.

Cardaropoli evaluó el movimiento dental en cuerpo a través del seno maxilar donde encontró que este puede ser movido ortodónticamente hacia este, manteniendo la pulpa vital y un adecuado soporte óseo; indicando que un sistema de fuerzas ortodónticas óptimas permiten el desplazamiento del diente a través del seno maxilar, evitando la elevación quirúrgica del seno maxilar como preparación para recibir un implante. En pacientes adultos el nivel de fuerza debe ser muy leve para evitar la formación de áreas de hialinización y promover la proliferación de células periodontales; el clínico debe aplicar fuerzas livianas con altos momentos de fuerzas<sup>7</sup>.

De la misma manera la ausencia de papila interdental es una situación que puede alterar la estética de los pacientes. La recesión del tejido gingival interproximal

puede ser consecuencia de la enfermedad periodontal pero también en algunos casos puede deberse o ser consecuencia de la terapia periodontal como resultado de procedimientos quirúrgicos y no quirúrgicos, algunos tratamientos propuestos para defectos óseos de incisivos maxilares, extrusión y pérdida de papila interdental, incluyen aumento del defecto infraóseo con colágeno mineral y hueso bovino sustituto y posterior tratamiento ortodóntico en donde se obtiene una buena adaptación de los tejidos blandos en el alineamiento ortodóntico y la resolución de la pérdida de la papila interdental <sup>8</sup>. El potencial biológico del ligamento periodontal puede ser útil en la solución de problemas complejos. Cardaropoli<sup>7</sup> en su artículo nos reporta al autor Ogihara quien en el 2006, dijo que la fuerza extrusiva ortodóntica puede estimular el potencial regenerativo de la regeneración tisular guiada para eliminar defectos infra óseos y así aumentar el reborde marginal, realizando inicialmente terapia periodontal con debridamiento, seguido de colocación de hueso bovino, terapia radicular de acondicionamiento con minociclina y terminando después de 8 semanas con extrusión ortodóntica, se consigue un refuerzo en el potencial regenerativo, que consecuentemente mejora y resuelve el defecto intraóseos y de reborde alveolar de manera exitosa.<sup>7</sup>

En la actualidad el uso predecible de mini-implantes como un recurso de movimiento ortodóntica, requiere una comprensión práctica de los principios fundamentales de la fisiología ósea y biomecánica. Los mini-implantes pueden ser usados como anclaje suplementario para cerrar espacios, retraer y traccionar

segmentos, generar nuevo periodonto. Sin embargo está indicada una evaluación cuidadosa de los pacientes en su parte sistémica<sup>7,8</sup>.

Las células osteoprogenitoras, es decir células precursoras, osteoblastos están presentes en el osteoma de la medula ósea, en el endostio, y en el periostio que cubren las superficies óseas. Estas células se caracterizan por su capacidad de formar hueso, sin la influencia de ningún agente inductor, se han denominado células precursoras osteogénicas. Están ubicadas en la vecindad de los vasos sanguíneos próximos a la superficie del hueso<sup>5</sup>

Los osteoblastos, células que cubren la superficie ósea con formación activa de hueso, son productores de tejido óseo, se caracterizan por una incapacidad para migrar o dividirse, lo cual significa que no son capaces de proliferar en los defectos. Por tanto la cicatrización del defecto óseo depende de la presencia de células precursoras de osteogénesis en el hueso o en los tejidos blandos circundantes y de su capacidad para invadir el defecto y de diferenciarse en osteoblastos<sup>5</sup>

Después de la invasión del defecto óseo por las células mesenquimáticas proliferantes con capacidad osteogénica potencial, la regeneración de hueso es

inducida por la influencia de hueso producido sistémica y localmente, factores inductores como los de crecimiento, hormonas y vitaminas. También depende del establecimiento para la proliferación y diferenciación de células progenitoras<sup>5</sup>

La formación de hueso comienza con el depósito de osteoide, que posteriormente se mineraliza, en los defectos grandes se suele formar un andamiaje de hueso entretrejido y posteriormente se deposita hueso laminar en los espacios intertrabeculares recién formados. El hueso entretrejido se forma más rápidamente que el hueso laminar y es capaz de rellenar las brechas en un periodo relativamente breve. La formación de hueso laminar requiere una superficie estable sobre la cual se puedan depositar las fibras colagenas en paralelo y no forman crestas ni haces como el hueso entretrejido. La cicatrización, sin embargo, no termina con el relleno completo del defecto con hueso. El hueso recién formado tiene que ser remodelado para alcanzar el aspecto característico del sitio en cuestión<sup>5</sup>

En la cicatrización pos-operatoria y por la maduración del tejido óseo que soporta un implante participan tres tipos distintos de hueso (medular, laminar y compuesto). El hueso medular es altamente celular y de rápida formación (30um diario aproximadamente) las fibras están orientadas al azar y tiene poca resistencia. Dado que el hueso medular es más tolerante que el tejido óseo

maduro, tiene gran importancia en la estabilización durante el proceso post-operatorio de cicatrización de implantes endoóseos. Durante la fase inicial del proceso de cicatrización, el hueso medular llena los espacios en la interfase hueso-implante. Aun cuando es capaz de estabilizar un implante sin carga, no tiene la suficiente resistencia para soportar la función masticatoria. El hueso laminar es el tejido principal para soportar las cargas en un esqueleto adulto. Es el componente predominante de una interfase hueso-implante madura. El hueso laminar se forma relativamente después (menos de 1.0um/día), tiene una matriz organizada y está densamente mineralizado. El hueso compuesto es una combinación de hueso laminar paravascular depositado sobre matriz ósea de hueso medular. Durante la fase inicial de cicatrización, una matriz de hueso medular (callus), altamente poroso emana del periostio intacto en la periferia de la herida. El callus altamente vascular crece hacia el implante tanto en la superficie del periostio como en la del endostio. Las cavidades paravasculares se rellenan con láminas de alta calidad, alcanzando una resistencia adecuada para soportar las cargas. La formación de hueso compuesto es un paso importante para lograr la estabilización de un implante durante el rígido proceso de integración <sup>5</sup>

El hueso provee el soporte estructural para el sistema estomatognático y es importante considerar su fisiología. La resistencia ósea (cantidad, calidad y distribución geométrica) está directamente relacionada a la historia de la carga. El hueso que no sea cargado adecuadamente se reabsorbe. El sistema esquelético

se adapta continuamente para lograr la resistencia óptima con mínima masa. Este delicado balance está incitado por la función esencial vida-soporte del hueso, sirve como una reserva metabólica de calcio, esto sirve para proveer un flujo continuo de iones de calcio sin comprometer la integridad esquelética, mientras el tejido óseo interno se reorganiza más rápidamente para proveer una fuente continua de calcio metabólico<sup>5,8</sup>

El mecanismo único de adaptación ósea mantiene la integridad esquelética, la reparación del daño por fatiga nos proporciona un continuo flujo de calcio metabólico. El modelado involucra sitios individuales de formación o reabsorción ósea que modifica la forma de hueso. Este es el mecanismo principal para la adaptación de estructura ósea a la carga funcional. El modelado es el mecanismo de reorganización ósea. Involucra secuencias relacionadas de activación celular, reabsorción y formación de hueso. La maduración del ciclo del remodelado en los humanos es de 4 meses aproximadamente para el hueso trabecular y 6 meses aproximadamente para el hueso cortical<sup>5</sup>

El modelado es el medio principal de adaptación esquelética a las cargas funcionales y terapéuticas. Los cambios relativamente moderados en la distribución de tejido óseo a lo largo de las superficies óseas corticales afectan la capacidad de soportar cargas<sup>5</sup>

Todos los huesos son capaces de adaptarse mediante los mecanismos de modelado. Los eventos localizados de reabsorción y formación ósea son los medios del micromodelado para resistir las cargas funcionales. La carga interna del maxilar y la mandíbula vía implantes pueden producir cambios marcados en la arquitectura interna y externa del esqueleto. La masa y la geometría ósea reflejan la distribución del estrés asociado con la carga dinámica <sup>5</sup>

El remodelado del hueso cortical (reorganización interna), se logra mediante los conos de corte como unidad funcional de osteoclastos y osteoblastos organizándose alrededor de vasos sanguíneos proliferantes. El hueso trabecular (esponjoso) se remodela de forma similar vía conos de hemicorte, donde se mueve y se reemplaza un volumen de hueso específico en un sitio determinado. La diferencia principal en el remodelado trabecular es la falta de un delicado suplemento sanguíneo interno<sup>5,9</sup>

El remodelado del hueso trabecular es de 20% a 30% por año, desde una perspectiva metabólica, el esponjoso es la reserva de calcio más importante. El remodelado del hueso cortical es del 2% a 10% por año, dado que una sola parte de la corteza tiene acción metabólica, el promedio de remodelado de hueso

cortical es de 3 a 10 veces menor que el hueso trabecular adyacente por acción del metabolismo del calcio <sup>5, 9</sup>

El movimiento dentario esta mediado por el ligamento periodontal, una interfase de adaptación entre la raíz de un diente y el hueso de soporte. El ligamento periodontal es una capa de tejido osteogénico especializado asemejándose a una membrana de colágeno vascularizada. Los ligamentos restringen el movimiento de las articulaciones mientras el ligamento periodontal es una conexión con capacidad de adaptación entre la raíz de un diente y el hueso alveolar adyacente. Es un tejido fisiológico dinámico porque responde a las cargas que le son aplicadas. Los ciclos de carga de gran magnitud y corta duración o fuerzas suaves y continuas, despliegan una respuesta de adaptación que cambia la posición del diente con relación a su soporte alveolar <sup>3, 5, 9</sup>

Las posiciones de los dientes dentro del proceso alveolar están controladas por la postura de los tejidos blandos. Determinada por el equilibrio de las fuerzas que actúan sobre tejidos blandos, oclusión, parafunción y hábitos. Para el movimiento dental es importante la duración de la carga que su magnitud. Las cargas constantes o intermitentes de larga duración tienen capacidad para mover dientes. La terapia ortodóntica fija se acompaña de cargas estáticas (fuerzas y momentos) aplicadas sobre el diente. El cambio total en la dinámica de cargas, altera el

equilibrio que mantiene al diente en posición; el diente afectado se mueve mediante el modelado del ligamento periodontal y la respuesta del remodelado alveolar hasta encontrar una nueva posición de equilibrio, en ortodoncia probablemente la formación ósea terapéutica ocurre en el rango de hipertrofia, mientras que la reabsorción está favorecida con áreas localizadas de hueso alveolar expuesto a cargas dinámicas en el rango de fallas por fatiga.<sup>3</sup>

### **1.5.2 Movimientos ortodóncicos**

Para la realización de los movimientos ortodóncicos implica tener conocimientos de oclusión y de biomecánica. La ortodoncia provoca un estado inflamatorio controlado en donde se ejercen fuerzas de presión y tensión sobre los dientes y estructuras adyacentes por medio de elementos fijos rígidos y elásticos como son los bracketts, tornillos, aparatos de acrílico, ligas, elásticos, resortes.<sup>3</sup>

Para mover un diente o un conjunto de dientes se requiere que el aparato que realizará este movimiento esté anclado a estructuras dentales con una mayor cantidad de superficie radicular para que no se mueva al producir el efecto de presión, y provocando consecuentemente el movimiento de los dientes que tienen una menor superficie de contacto radicular al hueso, por lo que el diseño de los aparatos a colocar en la boca del paciente requiere de la toma de buenos modelos

de yeso de trabajo y de un diseño adecuado del aparato adaptado a cada paciente dependiendo de varios factores tales como tamaño del paciente, edad, tipo de mordida, tipo craneal.<sup>3, 10</sup>

La posición del aparato en los dientes de la boca y de las estructuras como bracketts a diferentes niveles de la corona del diente a mover, provocan un vector en la dirección del movimiento dental al ser activadas por una fuerza.<sup>10</sup>

Esta situación se presenta por la posición y largo de la raíz dentro del hueso del diente a mover, ya que al ejercer la presión del elástico en una posición de la corona se provoca un movimiento de inclinación en la raíz del diente en donde el centro de equilibrio de las fuerza en la raíz denominada fulcro, es el centro de rotación del movimiento. Este movimiento no se convierte solo en un movimiento bidimensional, sino que la transmisión de vectores de fuerza ocasiona el movimiento tridimensional. El hecho de cambiar el punto donde se coloca el bracket en el diente, ejercerá un vector distinto que traerá como resultado un movimiento completamente diferente. El tejido que recibe todo el peso del tratamiento es el tejido óseo que gracias a su fisiología permite realizar movimientos dentales por sus mecanismos de resorción ósea en donde se aplica la presión y aposición ósea en donde se aplica la tensión. Este proceso inflamatorio controlado no puede permitir excesos en la fuerza de presión de la

raíz al tejido óseo alveolar ya que esto provoca una zona isquémica con el deficiente intercambio sanguíneo entre células con el consecuente daño tisular (resorción radicular, necrosis ósea.). Es por esto que deben establecerse las fuerzas que se aplican en los dientes y su frecuencia para lograr el éxito del tratamiento en el menor tiempo posible y con el menor daño tisular. Los tratamientos de ortodoncia pueden ser preventivos, interceptivos y correctivos<sup>3, 10</sup>

### **1.5.3 Mini-implantes**

En los nuevos tratamientos ortodóncicos se utilizan diversos aditamentos que son biocompatibles con el organismo como el titanio es un elemento de símbolo Ti y su número atómico es 22. Metal de transición su color es gris plata es mucho mas ligero que el hacer. Es muy resistente a la corrosión y posee gran resistencia mecánica, lo que lo hace mas costoso que el acero y su uso sea restringido en la industria<sup>11-13</sup>

Además este metal posee presenta en su composición características parecidas al acero, tanto puro como en las aleaciones que forma, por tanto compite con el acero en muchas aplicaciones técnicas, especialmente con el acero inoxidable.<sup>13</sup>

El Titanio posee características como son: Es un metal de transición, Ligero: su densidad es de 450, Tiene un punto de fusión de 1675 °C (1941KK), La masa atómica del titanio es de 47,867 u, Es de color plateado grisáceo, Es paramagnético, es decir, no se imanta debido a su estructura electrónica, Abundante en la naturaleza, Reciclable Forma aleaciones con otros elementos para mejorar las prestaciones mecánicas, Es muy resistente a la corrosión y oxidación, Refractario, Poca conductividad: No es muy buen conductor del calor ni de la electricidad.<sup>14</sup>

El titanio es un metal biocompatible, posee unas aplicaciones, los tejidos del organismo toleran su presencia no se han observado reacciones alérgicas en el sistema inmunitario. Esta propiedad del titanio con sus cualidades mecánicas han hecho que sea un metal que tenga de aplicaciones medicas, como prótesis de cadera y rodilla, tornillos óseos, placas antitrauma e implantes dentales, componentes para la fabricación de válvulas cardíacas y marcapasos, instrumental quirúrgico.<sup>14</sup>

Las razones para considerar el material ideal para implantes endoóseos son:

- El titanio es inerte, la cubierta de óxido en contacto con los tejidos es insoluble, por lo cual no se liberan iones que pudieran reaccionar con las moléculas orgánicas.
- El titanio en los tejidos vivos representa una superficie sobre la que el hueso crece y se adhiere al metal, formando un anclaje anquilótico, también llamado osteointegración.<sup>13, 14</sup>

Esta reacción normalmente sólo se presenta en los materiales llamados bioactivos y es la mejor base para los implantes dentales funcionales.<sup>15</sup>

- Posee buenas propiedades mecánicas, su fuerza de tensión es muy semejante a la del acero inoxidable utilizado en las prótesis quirúrgicas que reciben carga. Es mucho más fuerte que la dentina o cualquier cortical ósea, permitiendo a los implantes soportar cargas pesadas.
- Este metal es suave y maleable lo cual ayuda a absorber el choque de carga.

Por las propiedades del material, se crearon los minimplantes, dispositivo de Titanio biocompatible con tejidos circundantes utilizados específicamente en el área de ortodoncia para garantizar anclaje<sup>15</sup>

Los minimplantes poseen unas características: son -Aleaciones Biotolerantes: Acero inoxidable, cromo -cobalto-molibdeno o vitalio. Tiene Elementos Inertes: Carbono, Titanio, Circonioy Materiales Bioactivoscomo Cerámica de oxido de Aluminio, Vitroceramica de Aluminio<sup>15</sup>

La utilización de implantes en odontología comienza en la década de los setenta, primeramente como pilares de prótesis. Block MS, Almerico B, Crawford C, Gardiner D, Chang, reportan a Brånemark que a mediados de los ochenta ya publicó estudios de más de 10 años de experiencia con implantes, revolucionando la prótesis y la odontología<sup>16</sup>. Pronto se observaron las posibilidades que presentaban como medio de anclaje ortodóncico<sup>16, 17</sup>

Este tipo de implantes usados temporalmente como anclaje en el tratamiento de ortodoncia tenían como objetivo final ser pilares de prótesis, lo que condicionaba su localización en el hueso alveolar y perpendicular al plano oclusal y, por lo tanto, limitaba las posibilidades de usarlo como anclaje<sup>17</sup>. Ritto en su artículo reporta que el primer intento de implantar un aparato estable para el anclaje ortodóncico fue hecho por Gainsforth y Higley (1945) insertando un tornillo de vitalium en la rama de un perro para distalar un canino maxilar<sup>18</sup>. Molina A, Población M, Díez Cascón M. reportan que los primeros ortodoncistas en proponer un sistema de tornillos como anclaje fueron Creekmore y Eklund (1983) y consistió en el uso de tornillos

metálicos de pequeña dimensión que pudieran soportar una fuerza constante durante un largo período de tiempo y de una magnitud que permitiera la reposición de los dientes sin patología. Se basaban en los tornillos quirúrgicos de fijación intermaxilar y se conocieron como microtornillos o mini implantes<sup>17</sup>

El mini-implante está constituido por una **CABEZA**: que queda expuesta clínicamente, la cual servirá de acople a los dispositivos ortodóncicos. Un **PERFIL TRANMUCOSO**: comprende entre la cabeza y la porción intra-ósea. Con un Espesor varía de 0.5 a 4 mm. Y una **PUNTA ACTIVA**: porción intra-ósea. Si posee más roscas da mayor estabilidad.<sup>19</sup>

Los mini-implantes están constituidos por una sección Endo –ósea atornillada a un cuello transmucoso. Tienen una forma cilíndrica con un diámetro de: 2,4 mm, su longitud varía desde 7,9,11 a 14 mm. -Algunos presentan slot interno y externo para facilitar el ligado.<sup>19</sup>

Dentro de las características de los mini-implantes se encuentran que son pequeños, confortables, fácil de colocar y remover, se pueden usar con mecánica ortodóncica convencional, tienen superficie rugosa lisa, superficie cubierta de spray de titanio o de hidroxiapatita pueden ser Autoperforantes: los propios tornillos son

capaces de atravesar encía y cortical ósea. Autorroscantes: necesitan un inicio de apertura con una fresa en la cortical. Son la disposición de las espiras, la separación entre las mismas y la forma de la punta las características que hacen que un tornillo sea autoperforante o no. En cuanto a las dimensiones, pueden variar: Diámetro: varía entre 1,3 y 2 mm. Y Longitud: entre 6 y 12 mm<sup>19</sup>

Los sitios en donde se colocan los mini-implantes son :región media palatina, apófisis zigomática del malar, tuberosidad el maxilar, área vestibular de la espina nasal anterior, zona retromoral de la mandíbula, sínfisis mandibular, zona interseccional radicular de dientes adyacentes y áreas edéntulas<sup>15</sup>.

Las Consideraciones para la inserción del mini implante: Su inserción es temporal (empleo máximo de 12 meses). Para su inserción se deben tener consideraciones anatómicas. Para la adecuada selección del sitio de implantación es fundamental un conocimiento preciso de la anatomía quirúrgica y del tipo óseo. En este proceder también se puede utilizar la tomografía computarizada<sup>20, 21</sup>.

La inserción del mini implante se hace segura cuando está cerca de la línea mucogingival y con menos a 45 grados de angulación apical del eje largo del diente<sup>20</sup>. Durán<sup>21</sup> plantea que debe ser entre 30 y 40 grados, con un diámetro del mini implante de 1,4 a 1,8 mm y una longitud de aproximadamente 6 mm. Un

ángulo de inserción más grande incrementaría el contacto de hueso de cortical; sin embargo, es difícil para aplicar varios materiales de tracción y podría incrementar el peligro de perforar el seno de maxilar.<sup>20, 21, 23</sup>

Las indicaciones para la colocación de mini-implantes son: Retracción de segmento anterior, protracción de segmento anterior, intrusión del segmento anterior, corrección de línea media, distalización de molares, mesialización de molares, intrusión de molares, corrección de mordida cruzada posterior, verticalización de molares, distalización de molares, tracción de dientes incluidos o impactados, preparación de dientes protésicos. Aunque otros autores hacen mención a su indicación en la fijación maxilomandibular intraoperativa y la tracción elástica posoperativa<sup>24</sup>, las principales indicaciones son: individuos con necesidad de anclaje máximo, personas no colaboradores y pacientes con necesidad de movimientos dentarios considerados difíciles o complejos para realizarse con los métodos de anclaje tradicionales.<sup>18, 24-30</sup>

Las contraindicaciones para el uso de mini-implantes son: enfermedad ósea metabólica progresiva, osteopenia, osteoporosis, proximidad radicular, enfermedades sistémicas no controladas, pacientes jóvenes con centros de crecimiento activos.<sup>24-26</sup>

Los mini-implantes tienen ventajas como son: proporcionan un excelente anclaje, requieren de menos tiempo de tratamiento, mayor control sobre los movimientos realizados, requieren la mínima cooperación del paciente, simplifican la mecanoterapia y la aparatología en cavidad oral y extraoral <sup>15, 21, 25</sup>.

Sus desventajas son: Necesidad de un procedimiento quirúrgico, alto costo, requiere excelente higiene bucal, Rechazo del implante por parte del paciente, Tiempo de recuperación post-operatoria. <sup>15-18, 26, 31, 32</sup>

Dentro de las Complicaciones: Si se realiza un adecuado estudio del caso, se tiene un dominio en la técnica y se lleva a cabo de manera precisa, es muy difícil que se presenten complicaciones. No obstante se reportan como complicaciones: fractura del tornillo, daño a estructuras anatómicas (raíces), mucositis y periimplantitis. *Fractura del mini implante*. Es un riesgo que se corre en la cirugía de instalación o en la remoción del mismo. Raras veces se presenta durante el movimiento dentario. *Lesión a las raíces*. Como el tamaño de las raíces es pequeño, pueden colocarse entre ellas. Esta complicación puede evitarse si se efectúa un estudio correcto del caso mediante la observación en radiografías de cuánto hueso y cuánto espacio existe, así como la proximidad a las estructuras que pueden ser lesionadas, en este caso las raíces de los dientes. <sup>33, 34</sup>

#### 1.5.4 Historia de los Rayos X

Los Rayos X descubiertos por W. K. Roentgen en 1895 en laboratorio del Instituto de Física de la Universidad de Wurzburg en Baviera, Alemania son ondas electromagnéticas con una longitud de onda menor de 10 Angstroms y una frecuencia inferior a  $3 \cdot 10^{16}$  y que por estas características son capaces de atravesar la materia, perdiendo parte de su energía o bien siendo desviados transmitiendo parte de su energía e ionizando a los átomos con quienes interacciona; gracias a esa atenuación energética de la fuente de radiación, pueden obtenerse imágenes del cuerpo atravesado<sup>35</sup>.

En Octubre de 1895, cuando trabajaba intensamente con rayos catódicos en un cuarto oscuro, pudo ver un resplandor en un pequeño papel con cubierta fluorescente, el cual era producido por una energía que no era visible ni conocida a la cual denominó Rayos X. Luego observó que esta energía atravesaba el cartón negro, un libro y madera. Esto obligó al científico a aislarse del mundo exterior en su laboratorio, donde comía y dormía, no permitiendo el ingreso a nadie, ni aún a sus asistentes, para poder concentrarse sin ninguna distracción a su descubrimiento. Grande fue su asombro cuando vió los huesos de la mano de su esposa en el papel fluorescente al interponerla a los Rayos X.<sup>35</sup>

Los rayos X se originan a partir de una aceleración de los electrones (-) generados en un filamento incandescente (cátodo), y su frenado brusco al chocar contra el ánodo (+) de un tubo de Rx. Por efecto de este choque se produce un 99% de energía calorífica y un 1% de energía radiactiva, es necesario algún sistema adicional de dispersión de calor <sup>35</sup>.

La imagen registrada en la radiografía es una representación bidimensional de un objeto tridimensional. Para obtener la máxima utilidad de una radiografía, el clínico debe reconstruir mentalmente una imagen tridimensional exacta de las estructuras anatómicas bajo estudio, a partir de una o más de esas imágenes bidimensionales (radiografías). Tal tarea se facilita en gran medida cuando se emplean radiografías de alta calidad. Los principios geométricos de la proyección describen el efecto del tamaño del punto focal y de su posición en relación con el objeto y la película los cuales influyen sobre la calidad de la imagen resultante<sup>35</sup>.

Cuando los rayos X emanan de un punto focal en el anticátodo de un tubo de rayos X, se originan desde todos los puntos del anticátodo real y se irradian en todas direcciones. Algunos rayos de cada una de esas fuentes puntiformes tocarán de forma tangencial los bordes. Puesto que tales rayos se originan desde puntos diferentes y viajan en línea recta, sus proyecciones en la película no corresponderán exactamente al mismo punto. Como resultado, la imagen del

borde es nítida y definida, sino amplia y borrosa. La zona amplia y borrosa se conoce como penumbra. La borrosidad causa una pérdida de claridad de la imagen, al reducir la nitidez y la resolución. Existen tres métodos para minimizar los efectos perjudiciales y mejorar la calidad de las radiografías<sup>35, 36</sup>.

La distorsión por ampliación consiste en aumento del tamaño de la imagen en la película, comparado con el tamaño real del objeto. Los caminos divergentes de los fotones del haz de rayos X causan agrandamiento de la imagen en la radiografía. La distorsión del tamaño de la imagen depende de las distancias relativas entre el punto focal y la película y entre el objeto-película, se minimiza la distorsión del tamaño de la imagen. La distorsión de la forma de la imagen se debe a la ampliación desigual de distintas partes del mismo objeto. Esa situación aparece cuando no todas las partes de un objeto se encuentran a la misma distancia del punto focal. La forma física del objeto impide muchas veces su orientación óptima, lo que da lugar a distorsión de la forma. Tal fenómeno se apreciará por diferencias en el aspecto de la imagen en una radiografía, comparada con la forma verdadera. Con el fin de minimizar la distorsión de la forma es aconsejable alinear con cuidado el tubo, el objeto y la película<sup>35, 36</sup>

La radiología ha sido utilizada desde hace tiempo como ayuda diagnóstica en ortodoncia con el fin de realizar una planificación de tratamiento en donde se planifican los movimientos dentales y en ocasiones de las bases óseas<sup>35, 36</sup>

### **1.5.5 Tomografía axial computarizada (TAC)**

Además de las radiografías extraorales de perfil, existen otras imágenes diagnósticas que a pesar de utilizar radiación x, proporcionan una mejor calidad de imagen; éstas son las anteriormente llamadas tomografías axiales computarizadas o T.A.C.

La tomografía axial computarizada (TAC) fue descrita y puesta en práctica por el Dr. Godfrey Hounsfield en 1.967, quien advirtió que los rayos X que pasaban a través del cuerpo humano contenían información de todos los constituyentes del cuerpo en el camino del haz de rayos, que, a pesar de estar presente, no se recogía en el estudio convencional con placas radiográficas<sup>37</sup>.

En radiología convencional, la imagen se consigue por la interacción fotoquímica de los fotones que atraviesan la materia con las sales de plata de la emulsión de la placa radiográfica, después del proceso de revelado, fijado, lavado y secado<sup>37</sup>.

En radiología digital, aunque no se puede prescindir por el momento, de la placa radiográfica para su estudio e informe posterior, la imagen se consigue mediante

los cálculos de atenuación de la radiación X, al interaccionar y atravesar la materia de estudio <sup>37</sup>

El TAC es la reconstrucción por medio de un ordenador de un plano tomográfico de un objeto. La tomografía se obtiene mediante el movimiento combinado del tubo de rayos X hacia un lado mientras la placa radiográfica se mueve hacia el contrario, por lo que una superficie plana de la anatomía humana es perfectamente visible, y las áreas por encima y por debajo quedan borradas. La imagen se consigue por medio de medidas de absorción de rayos X hechas alrededor del objeto. Cada corte del TAC está compuesto por un número determinado de elementos volumétricos, cada uno de los cuales tiene una absorción característica, que se representan en la imagen del TV o monitor como una imagen bidimensional de cada uno de estos elementos (píxeles). Aunque el píxel que aparece en la imagen de monitor es bidimensional, en realidad representa el volumen, y por eso habría que considerarlo tridimensional, pues cada unidad, además de su superficie, tiene su profundidad, a semejanza del grosor de un corte tomográfico. A esta unidad de volumen es a lo que se llama "voxel" <sup>37</sup>

Los elementos básicos de un equipo de TAC consisten en una camilla para el paciente, un dispositivo en forma de urna llamado gantry donde se instalan el tubo

de rayos X y los detectores (elementos electrónicos que van a conseguir la toma de datos), un generador de rayos X y un ordenador que sintetiza las imágenes y está conectado con las diferentes consolas, tanto de manejo como de diagnóstico<sup>37</sup>

Entre las técnicas de imagen, destaca por su uso prioritario la TAC (Tomografía Axial Computarizada), o TC, basada en la emisión de radiaciones electromagnéticas, característica que comparte con las radiografías, y que la diferencia de la resonancia nuclear magnética. Dada la facilidad de realización, la precisión diagnóstica y la ausencia de riesgo, ha desplazado a técnicas clásicas más agresivas<sup>37</sup>

La imagen reconstruida puede ser almacenada, pudiendo visualizarla cada vez que se desee. También puede ser impresa en una placa convencional a través de una impresora láser conectada al monitor de visualización<sup>37</sup>

Existen diversas generaciones de aparatos de T.C como los de primera generación en el cual el tubo de RX y un detector en posiciones opuestas recorren una zona determinada, realizando los cálculos de atenuación

correspondientes a esa zona, rotan ambos y recorren otra zona sobre el mismo eje realizando los cálculos de esta zona y repiten el proceso hasta conseguir los cálculos correspondientes a un ángulo de  $180^{\circ}$  sobre el mismo eje. Los tiempos de barrido por corte eran de 4 a 5 minutos<sup>37</sup>

Los equipos de segunda generación constaban de treinta detectores opuestos al tubo de Rx, reducen el número de rotaciones de 180 a 6 por cada barrido, lo que a su vez reduce el tiempo total del barrido entre 20 y 60 segundos<sup>37</sup>

Los equipos de tercera generación constan de un conjunto de detectores, junto con el tubo de Rx opuesto a ellos describen un giro de  $360^{\circ}$ , con lo que se reduce el barrido a tiempos inferiores a 3 segundos<sup>37</sup>.

En los equipos de cuarta generación el tubo rota por el interior de una corona de detectores fijos que recogen y envían los datos para su cálculo. Aunque así no se desajusta con facilidad la posición de los detectores, el tiempo de barrido viene a ser igual que el de la generación anterior<sup>37</sup>

Los equipos de quinta y sexta generación de tomógrafos se introdujeron para reducir el movimiento, como en las dos anteriores generaciones, el detector es estático y el electrón del cono se barre electrónicamente a lo largo de una tira de tungsteno semicircular. Son conocidos como Tomógrafos Computarizados de Cono Único C.B.C.T. los cuales presentan las mismas ventajas de los tomógrafos anteriores pero con una mejor calidad de imagen y menor distorsión.<sup>37</sup>

La tomografía de rayo de cono UNICO C.B.C.T. fue diseñada en 1998 por Mozzo y Col al encontrar algunas limitaciones en los tomógrafos de la CT convencional. El rayo de cono también produce mayor enfoque y considerablemente menos radiación comparado con la CT convencional <sup>37</sup>

Esto aumenta la utilización de la radiografía significativamente y reduce la capacidad de rayos X requeridos para un scanner volumétrico. Se ha informado que la radiación total es aproximadamente el 20% de la CT convencional y equivale a una exposición de radiación de una radiografía periapical <sup>38</sup>.

Las innovaciones del componente son significantes y permiten al CBCT ser más económico y más pequeño. Además la cámara de exposición es construida por encargo y reduce la cantidad de radiación.

Hay Cuatro principales proveedores del sistema en el mercado mundial, New Tom 3G (Radiología cuantitativa, Verona, Italia), i-Cat (Imagen de ciencias Internacionales, Hatfield, EE.UU), CB MercuRay (Hitachi Medical Corporation, Tokio, Japan), 3D Accuitomo (J Morita Mfg Corp, Kyoto, Japan).<sup>9, 38</sup>

Como la investigación clínica en esta tecnología escala y los costos se reducen, no hay ninguna duda que más proveedores empiecen a invertir y promover esta tecnología<sup>38</sup>.

Las máquinas CBCT disponibles difieren en tamaño, área de captura de la imagen y uso clínico<sup>38</sup>.

NEW TOM 3G fue introducido recientemente como parte de un proceso evolutivo este es predecesor del Newton 9000. El Newton fue el primer aparato de uso dental como tecnología CBCT.<sup>39, 40</sup> La operación del sistema es similar a CT convencional. El paciente se coloca en una posición supina y escanea cabeza y cuello completamente en 36 segundos<sup>39, 40</sup>

El sistema ofrece tres posibles campos de vista, los fabricantes dicen que el sistema es capaz de producir una resolución mayor a 0.125mm cuando se usa la vista más pequeña. El voxel (píxel de volumen) representa una cantidad de datos

tridimensionales, así como un píxel representa un punto o racimo de puntos en los datos bidimensionales. La resolución del voxel da una indicación de la habilidad para capturar los detalles más finos (por ejemplo el ligamento periodontal tiene un ancho promedio de 0.5mm, y por consiguiente en el orden de captura de detalle un mínimo de 2 voxels con una resolución de 0.25mm se requiere<sup>39, 40</sup>

El software permite un análisis volumétrico de los tejidos duros y blandos. Estos datos pueden exportarse a una imagen digital normal<sup>39, 40</sup>

I-CAT es un sistema de rayo de cono tridimensional desarrollado por Imaging Sciences Internacional. La imagen tridimensional es capturada con el paciente sentado y el tiempo de scanner varía entre 20-40 segundos.<sup>41</sup>

En los prototipos iniciales sólo la región maxilo-mandibular pudo ser tomada, pero con las nuevas mejoras y modificaciones, los fabricantes dicen que una imagen 20X25cm puede ser obtenida.<sup>41</sup>

Esto es suficiente para capturar una imagen facial estándar equivalente a la de un cefalograma lateral tridimensional.<sup>41</sup>

La crítica temprana del sistema era la distorsión de los tejidos faciales producidos por el mentón cuando el paciente se colocaba en el dispositivo. Este inconveniente ha llevado a la compañía a mejorar la postura del paciente en el dispositivo<sup>39, 40</sup>. CB MERCURAY nos da una imagen CBCT completa de cabeza y cuello.

La fuente radiológica es hecha de una energía baja fijada al tubo del ánodo produciendo una radiografía de rayo de cono, que es capturada en un intensificador de imagen<sup>39, 40</sup>

Los fabricantes exigen un tiempo de exposición de 10 segundos a través de una rotación de 360° que proporciona 288 imágenes que pueden verse en 2D o 3D.

MercuRay ofrece tres vistas diferentes y la rapidez de la máquina CBCT actualmente disponible. Esto es una ventaja que reduce el movimiento del paciente durante la captura de la imagen<sup>39, 40</sup>

3D ACCUITOMO el campo de investigación 30X40 mm se enfoca más en áreas anatómicas específicas. Esta pequeña y compacta unidad tiene la ventaja de solo requerir 1.6 espacio de tiempo, de una panorámica dental (1620X 1200mm)<sup>39, 40</sup>

Dentro de las aplicaciones clínicas de interés ortodóntica encontramos valoración de impactaciones, localización del nervio dentario inferior, piso de seno,

evaluación pre quirúrgica para implantes, evaluación de senos paranasales, visualización de lesiones odontogénicas, evaluación de traumas, visualización de ATM, fabricación de guías quirúrgicas y evaluación quirúrgica Craneofacial<sup>39, 40</sup>

Gracias a que la tomografía de rayo de cono provee una imagen clara de estructuras de alto contraste, es extremadamente útil para la evaluación ósea<sup>41, 42</sup>.

Aunque existen limitaciones en estas tecnologías para los tejidos blandos los esfuerzos han sido dirigidos al desarrollo de técnicas y software para mejorar las señales hacia el radio nasal e incrementar el contraste.

El uso de tecnología con tomografía de rayo de cono en la práctica clínica provee numerosas ventajas comparada con la tomografía convencional<sup>41, 42</sup>. entre las cuales tenemos: La limitación del Rayo de cono, la cual permite reducir el tamaño del área irradiada por medio de la colimación del rayo de cono primario al área de interés minimizando la dosis de irradiación. La mayoría de tomografías de rayo de cono pueden ser ajustadas para escanear pequeñas regiones del área de diagnóstico específica o escanear el complejo Craneofacial entero cuando es necesario<sup>41, 42</sup>.

También una de sus ventajas es la precisión de la Imagen ya que los datos cefalométricos comprenden un bloque tridimensional de las más pequeñas estructuras cuboides conocidas como voxels, cada una de las cuales representa un grado específico de absorción de rayos X, el tamaño de estos voxels determinan la resolución de la imagen. En una tomografía computarizada convencional los voxels son anisotrópicos (cubos rectangulares donde la dimensión más larga del voxel es la superficie axial). Aunque los voxel de la tomografía pueden ser tan pequeños como 0.625mm cuadrados su profundidad esta usualmente entre 1 y 2. Todas las unidades de CBCT contiene una resolución de voxel que son isotrópicos (igual en todas las dimensiones) <sup>42</sup>. Por otra parte el tiempo de escaneado es rápido ya que el CBCT obtiene todas las imágenes base en una sola toma, el tiempo de escáner es rápido (10-70 seg) y es comparable con el sistema espiral médico MDCT. Aunque el tiempo de escaneado rápido usualmente significa pocas imágenes base de las cuales se hace la reconstrucción volumétrica de todos los datos <sup>43</sup>.

La reducción de la dosis es otra de sus ventajas ya que los reportes publicados indican que la dosis efectiva de radiación (rango promedio entre 36.9-50.3 microsievert) (26) es significativamente reducida a 98% comparado con sistema de tomografía computarizada convencional (rango promedio para la mandíbula de 1320 -3.324 microsievert), rango promedio para el maxilar (1,031-1.420) <sup>43, 44, 45, 46</sup>

Esto reduce la dosis efectiva al paciente aproximándose a la dosis de una radiografía periapical (13-100 micro sieverts) ó 4- veces de una radiografía panorámica (2.9-12 micro sieverts) <sup>47</sup>.

En años recientes la tomografía computarizada ha dado una reconstrucción tridimensional del esqueleto Craneofacial completo <sup>48</sup>.

## **1.6 OBJETIVOS**

### **1.6.1 Objetivo general**

Comparar el nivel óseo antes y después de los movimientos ortodónticos utilizando mini-implantes por medio de C.B.C.T.

### **1.6.2 Objetivos específicos.**

1. Establecer el nivel óseo por medio de tomografías antes de los movimientos ortodóntico con mini-implantes
2. Establecer el nivel óseo por medio de tomografías después del movimiento ortodóntico con mini-implantes

## **2. ASPECTOS METODOLÓGICOS**

### **2.1 Tipo de estudio y diseño general**

Reporte de casos

### **2.2 Población de estudio**

Pacientes de postgrado de ortodoncia y ortopedia maxilar de la institución universitaria colegios de Colombia.

### **2.3 Unidad de análisis y observación**

Cantidad de hueso en milímetros obtenidos durante el movimiento ortodóncico en los pacientes del postgrado de ortodoncia con el uso de mini implantes.

### **2.4 Selección y tamaño de la muestra**

10 mini-implantes colocados en ocho pacientes con aparatología ortodóncica fija.

## **2.5 Unidad de observación**

Tomografía computarizada de rayo de cono C.B.C.T, tomadas antes y después del movimiento ortodóntico con miniimplantes en los pacientes atendidos en la Clínicas de postgrado de ortodoncia y ortopedia maxilar de la institución universitaria colegios de Colombia.

## **2.6 Criterios de de inclusión**

- Pacientes de postgrado de ortodoncia y ortopedia maxilar de la institución universitaria colegios de Colombia, con ortodoncia correctiva utilizando miniimplantes.
- Pacientes con dentición permamanente
- Pacientes con zonas edéntulas localizadas
- Pacientes no comprometidos sistémicamente
- Pacientes entre 14 y 60 años de edad.

## **2.7 Criterios de exclusión.**

- Pacientes comprometidos sistémicamente

- Pacientes con enfermedad periodontal
- Pacientes fumadores
- Pacientes gestantes.

## 2.8 Variables

VARIABLES DEPENDIENTES	VARIABLES INDEPENDIENTES	OPERACIONALIZA CION	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICION	INSTRUMENTO
REGENERACION OSEA		Medida en mm	Cuantitativa	Continua	C.B.C.T
	Movimiento ortodóntico	Medida en mm	Cuantitativa	Continua	C.B.C.T
	Fuerza del movimiento	Medida en grados	Cuantitativa	Continua	C.B.C.T
	Posición dental inicial	Medida en grados	Cuantitativa	Continua	C.B.C.T
	Posición dental Final	Medida en grados	Cuantitativa	Continua	C.B.C.T
	Edad paciente	Medida en años- meses	Cuantitativa	Continua	C.B.C.T
	Tiempo de movimiento	Semanas - meses	Cuantitativo	Continuo	C.B.C.T

## 2.9 Instrumento de recolección de datos

Instrumento diseñado para el registro de medidas desde el mini-implante 1 al mini-implante 10

MINIIMPLANTE	CUADRANTE	MEDIDAS	PUNTOS DE REFERENCIA	MEDIDA TOMOGRAFICA INICIAL EN mm	MEDIDA TOMOGRAFICA FINAL EN mm	GANANCIA O PERDIDA ÓSEA EN mm
1 PACIENTE 1	II	C.S. VESTIBULO/PALATINO	Centro externo del piso del seno maxilar a la cresta ósea vestibular y a la cresta palatina	Vestibular	Vestibular	Vestibular
			Cresta vestibular a cresta palatina	Palatino	Palatino	Palatino
		C.S. TRANSVERSAL	Centro de conducto de 23 a centro de conducto de 25			
2 PACIENTE 1	I	C.S. VESTIBULO/PALATINO	Centro externo del piso del seno maxilar a la cresta ósea vestibular y a la cresta palatina	Vestibular	Vestibular	Vestibular
			Cresta vestibular a cresta palatina	Palatino	Palatino	Palatino
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducto de 13 a centro de conducto de 15			
3 PACIENTE 2	III	C.S. VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical y a la cresta lingual	Vestibular	Vestibular	Vestibular
			Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	Lingual	Lingual	Lingual
		C. B. MESO-DISTAL	Centro de conducto de 35 a centro de conducto de 37			
4 PACIENTE 2	IV	C.S. VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical V y a la cresta lingual	Vestibular	Vestibular	Vestibular
			Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	Lingual	Lingual	Lingual
		C. B. MESO-DISTAL	Centro de conducto de 45 a centro de conducto de 47			
5 PACIENTE 3	III	C.S. VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical V y a la cresta lingual	Vestibular	Vestibular	Vestibular
			Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	Lingual	Lingual	Lingual
		C. B. MESO-DISTAL	Centro de conducto de 35 a centro de conducto de 37			

## 2.10 Descripción del procedimiento

Reporte de casos, de pacientes del postgrado de ortodoncia y ortopedia maxilar, sede centro de UNICOC, que requerían la utilización de mini-implantes como parte de su plan de tratamiento. Con una muestra de 10 mini-implantes.

Los pacientes que participaron en el estudio firmaron un consentimiento informado previo a la colocación del mini-implante y toma de la tomografía.

Los criterios de selección que se definieron fueron: Criterios de inclusión: pacientes del postgrado de ortodoncia con dentición permanente, pacientes con edad entre los 15 a 60 años de edad, pacientes no comprometidos sistémicamente, pacientes con diagnóstico periodontal sano, pacientes que acepten voluntariamente hacer parte del reporte de casos. Criterios de exclusión: pacientes comprometidos sistémicamente, pacientes con enfermedad periodontal, pacientes fumadores y pacientes embarazadas.

Para la recolección de los datos se diseñó y se validó un instrumento. Para la colocación del mini-implante, se realizó un entrenamiento por parte de un experto encargado del manejo de mini-implantes en la institución. La toma de la tomografía se realizó en todos los casos con el equipo PANOREX 3D, VERAVIEWEPOCS XH 550

Para la recolección de datos, se utilizó el siguiente protocolo: aceptación del paciente y firma del consentimiento informado. Se diseñó el instrumento. Luego la remisión del paciente para la obtención del primer registro tomográfico, con el

tomógrafo PANOREX 3D. La colocación de los mini-implantes fue realizada por un experto y encargado del manejo de los mini-implantes en la institución

Se tomaron las tomografías de las zona a tratar, posteriormente se verificó con la tomografía el lugar adecuado para posicionar el mini-implante, se eligió la zona de mejor ubicación para el anclaje del mini-implante, se realizó la asepsia y antisepsia de dichas zonas y se colocó anestesia infiltrativa con lidocaína (Roxicaina al 2%). Con la fresa se realizó el nicho transmucoso y se procedió a la verificación de la rotación del instrumento en sentido de las manecillas del reloj y se realizó la perforación del nicho, luego se colocó de manera manual con el destornillador sugerido por la casa comercial de manera bicortical, el mini-implante ®Conexão de 6 mm de longitud x 2 mm de diámetro, x 2 mm transmucoso, autoroscante y autoperforante con superficie no tratada. Al finalizar el procedimiento se le explicó a los pacientes los cuidados postoperatorios que deberían seguir para obtener adecuada estabilidad primaria, a los quince días siguientes de su colocación se realizó el control y se activó el mini-implante con tie-back para iniciar el movimiento ortodóntico, que consiste en colocar el módulo elastomérico en el hook del diente a mover, se utiliza una ligadura de 0.010" la cual se pasa por el orificio de la cabeza del mini-implante, es la biomecánica escogida por el postgrado de Ortodoncia y Ortopedia Maxilar. Se continuó con las activaciones para conseguir el movimiento deseado y al cabo de unos meses de los movimientos se tomaron las tomografías de rayo de cono C.B.C.T de control para

obtener las siguientes medidas del corte sagital: las medidas transversal y vestibulo-lingual y del corte basal: la medida meso-distal antes de retirar el mini-implante. Al tener los resultados de las tomografías, se tomaron las medidas en los cortes sagital y basal para determinar o no la ganancia de hueso en la zona indicada inicialmente

### 3. RESULTADOS

#### 3.1 DESCRIPCION DE CASOS

##### 3.1.1 CASO 1: mini-implantes 1 y 2



Figura 1. Fotografía de frente

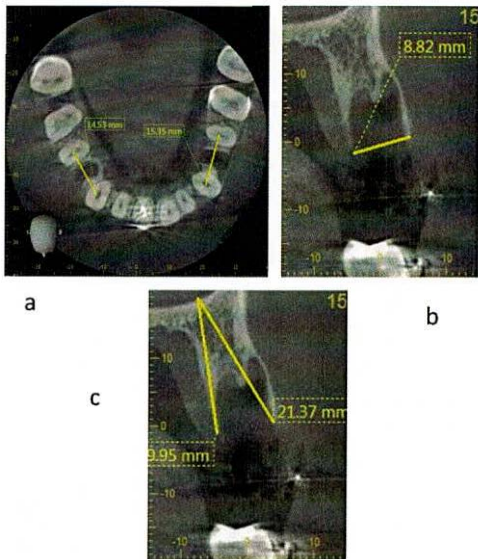


Figura 2. Fotografía Oclusal

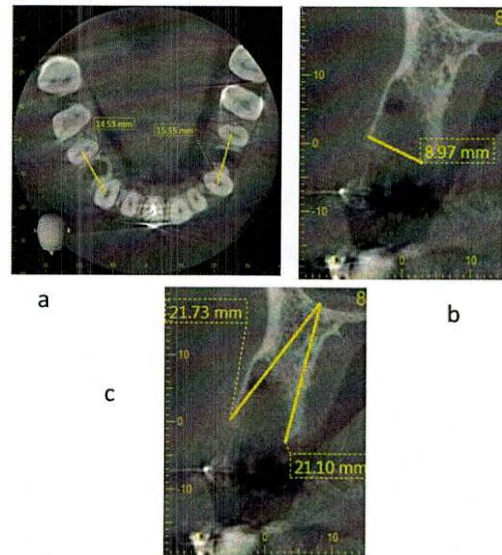
Paciente de género masculino de 42 años de edad (Figura 1), sin compromiso sistémico ni consumo de medicamentos con diagnóstico ortodóntico de Clase II esquelética por prognatismo maxilar, con relación canina clase I derecho y molar no aplica, clase II canina izquierda y clase I molar, overjet y overbite 3 mm. Presenta zonas edéntulas de 14 y 24 por exodoncias con motivos ortodónticos en agosto de 2012 (Figura 2).

Inició tratamiento de ortodoncia en mayo de 2009. Se realizó la tomografía inicial de la zona edéntula (Figuras 3 y 4) para valorar el estado periodontal antes de iniciar la biomecánica ortodóntica con mini-implante de la zona edéntula, donde se

observó disminución del nivel óseo (Tabla 1). Para realizar de los movimientos de distalización del segmento anterior.

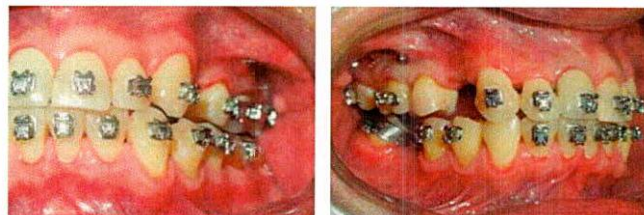


**Figura 3.** mini-implante 1 a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L



**Figura 4.** mini-implante 2 a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L

La colocación de los mini-implantes se realizaron en octubre de 2012, el mini-implante 1 entre los dientes 15 y 16, el mini-implante 2 entre 25 y 26. (Figura 5).



**Figura 5.** mini-implantes 1 y 2

La activación se realizó 15 días después del procedimiento utilizando biomecánica de tie back: ligadura metálica hacia el mini-implante y módulo elástico al hook del molar. Las activaciones se realizaron cada 15 a 20 días.

Después de 6 meses de tratamiento se realizó la tomografía de control (Figuras 6 y 7) en donde en el mini-implante 1 se observaron cambios en las tres medidas: en el corte basal, la medida meso-distal pasó de 15.35 a 13.29 mm con una diferencia de 2.06 indicando el movimiento de caninos hacia distal. En el corte sagital la medida transversal pasó de 8.82 a 11.03 mm obteniendo una ganancia de 2.21 mm; en la medida vestibulo/palatina se encontró una disminución de 2.17 mm en la cortical vestibular pasando de 21.37 a 19.20 mm, en la cortical palatina se ganó 0.92, pasó de 19.95 a 20.79 mm.

En el mini-implante 2 se observaron cambios en las tres medidas: en el corte basal, la medida meso-distal se pasó de 14.53 a 14.43 mm con una diferencia de 0.10 mm indicando el movimiento de caninos hacia distal. En el corte sagital la medida transversal pasó de 8.97 a 9.96 mm obteniendo una ganancia de 0.99 mm; en la medida vestibulo/palatina se encontró una disminución de 2.03 mm en la cortical vestibular pasando de 21.73 a 19.70 mm, en la cortical palatina se ganó 0.8, pasó de 21.10 a 21.18 mm.

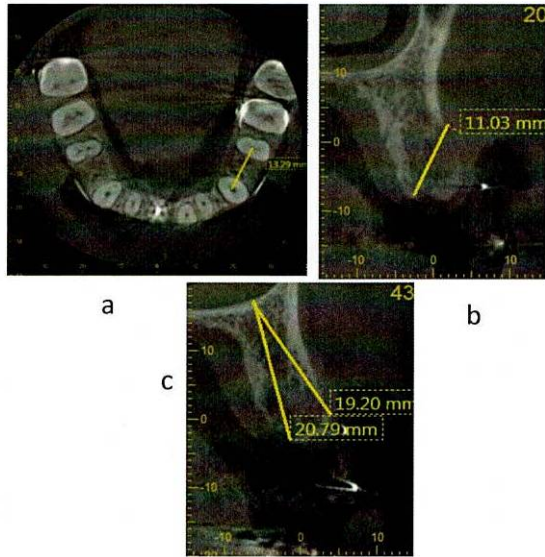


Figura 6. Mini-implante 1 a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L

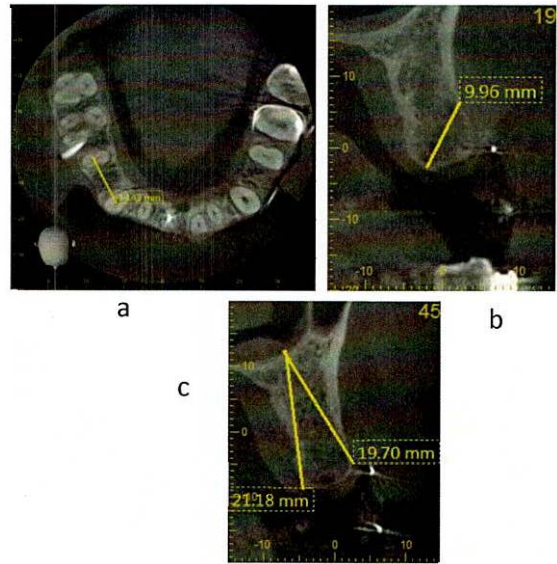


Figura 7. Mini-implante 2 a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L

MINIIMPLANTE	CUADRANTE	MEDIDAS	PUNTOS DE REFERENCIA	MEDIDA TOMOGRAFICA INICIAL EN mm	MEDIDA TOMOGRAFICA FINAL EN mm	GANANCIA O PERDIDA ÓSEA EN mm
1 PACIENTE 1	II	C.S. VESTIBULO/PALATINO	Centro externo del piso del seno maxilar a la cresta ósea vestibular y a la cresta palatina	Vestibular 21.37 Palatino 19.95	Vestibular 19.20 Palatino 20.79	Vestibular -2.17 Palatino +0.92
		C.S. TRANSVERSAL	Cresta vestibular a cresta palatina	8.82	11.03	+2.21
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducede 23 a centro de conducede 25	15.35	13.29	-2.06
2 PACIENTE 1	I	C.S. VESTIBULO/PALATINO	Centro externo del piso del seno maxilar a la cresta ósea vestibular y a la cresta palatina	Vestibular 21.73 Palatino 21.10	Vestibular 19.70 Palatino 21.18	Vestibular -2.03 Palatino +0.8
		C.S. TRANSVERSAL	Cresta vestibular a cresta palatina	8.97	9.96	+0.99
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducede 13 a centro de conducede 15	14.53	14.43	-0.10
3 PACIENTE 2	III	C.S. VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical y a la cresta lingual	Vestibular 14.98 Lingual 21.02	Vestibular 15.94 Lingual 22.64	Vestibular +0.96 Lingual +1.62
		C.S. TRANSVERSAL	Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	13.00	13.26	+0.26
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducede 35 a centro de conducede 37	18.55	17.11	-1.44
4 PACIENTE 2	IV	C.S. VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical V y a la cresta lingual	Vestibular 14.96 Lingual 20.45	Vestibular 15.43 Lingual 21.76	Vestibular +0.47 Lingual +1.31
		C.S. TRANSVERSAL	Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	13.02	13.51	+0.49
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducede 45 a centro de conducede 47	23.86	21.82	-2.04
5 PACIENTE 3	III	C.S. VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical V y a la cresta lingual	Vestibular 19.16 Lingual 21.86	Vestibular 22.80 Lingual 23.22	Vestibular +3.64 Lingual +1.36
		C.S. TRANSVERSAL	Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	7.51	8.42	+0.91
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducede 35 a centro de conducede 37	21.47	15.75	-5.66

Tabla 1. Medidas iniciales v finales de mini-implantes 1 al 5

### 3.1.2. CASO 2: mini-implantes 3 y 4



Figura 8. Fotografía de frente

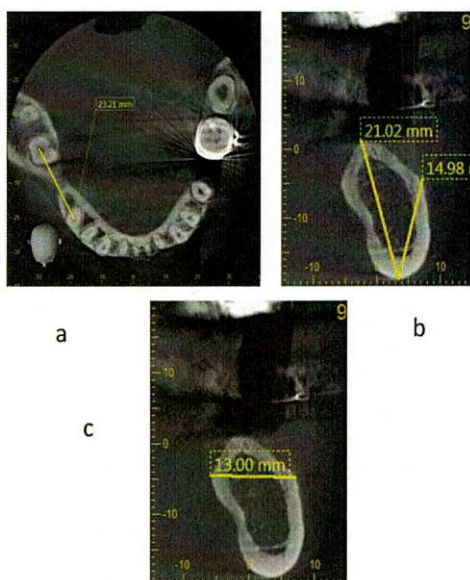


Figura 9. miniimplantes 3 y 4

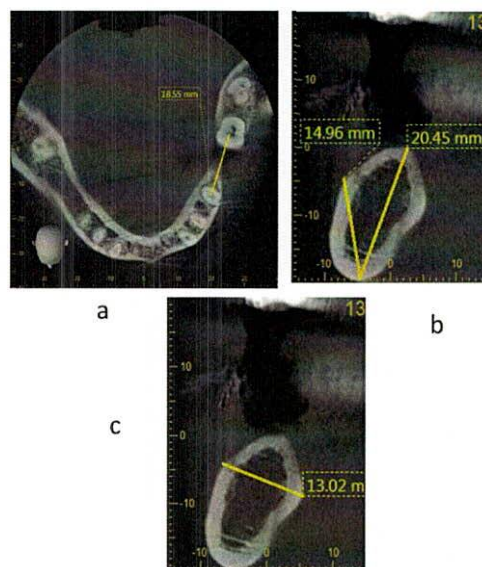
Paciente de género femenino de 32 años de edad (Figura 8), sin compromiso sistémico ni consumo de medicamentos, con diagnóstico ortodóntico de clase II esquelética por retrognatismo mandibular, con relación canina clase I derecho y molar derecha no aplica, clase II canina izquierda y clase molar no aplica, overjet 6 mm y overbite 3 mm. Zona edéntula de 36 y 46 por exodoncia hace siete años (Figura 9). Inició tratamiento de ortodoncia en febrero de 2010. Se realizó la tomografía inicial de la zona edéntula (Figuras 10 y 11) para valorar el estado periodontal antes de iniciar la biomecánica ortodóntica con mini-implante de la zona edéntula, donde se observó disminución del nivel óseo (Tabla 1).

La colocación de los mini-implantes se realizaron en septiembre de 2012, el mini-implante 3 se colocó en zona distal de 35 y el mini-implante 4 en distal de 45.

Las activaciones se realizaron 15 días después del procedimiento utilizando biomecánica de Tie Back: ligadura metálica hacia el mini-implante y módulo elástico al hook del molar, para comenzar los movimientos de mesialización de los dientes 37 y 47 correspondientemente. Las activaciones se realizaron cada 15 a 20 días.



**Figura 10.** Mini-implante 3 a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L

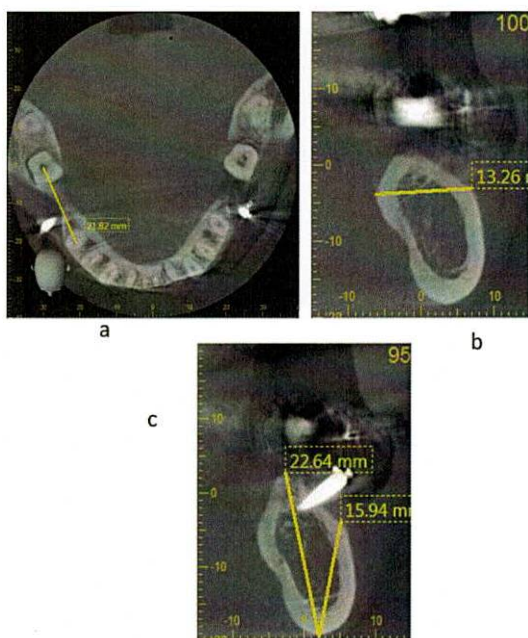


**Figura 11.** Mini-implante 4 a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L

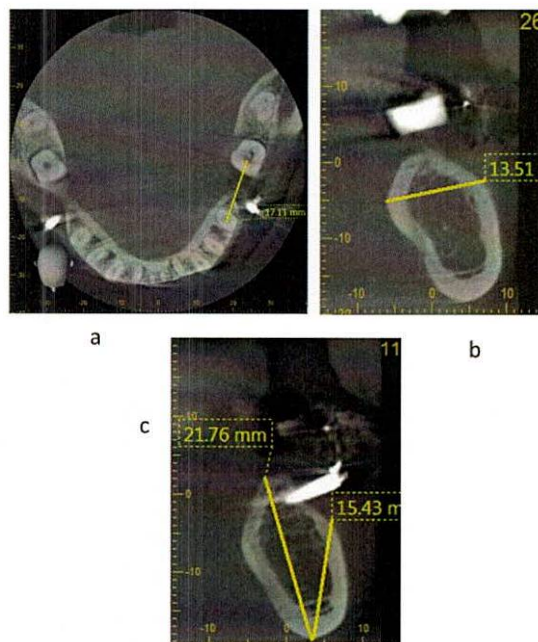
Siete meses después de tratamiento, se realizó la tomografía de control (Figuras 12 y 13), donde se observaron cambios en el mini-implante 3, en las tres medidas: en el corte basal, la medida meso-distal se pasó de 18.55 a 17.11 mm con una diferencia de 1.44 indicando el movimiento del molar hacia mesial. En el corte sagital la medida transversal pasó de 13.00 a 13.51 mm obteniendo una ganancia de 0.26 mm. En la medida vestibulo/lingual se encontró ganancia de 0.96 mm en

la cortical vestibular pasando de 14.98 a 15.94 mm, en la cortical lingual se ganó 1.62, pasó de 21.02 a 22.64 mm.

En el mini-implante 4 se observaron cambios en las tres medidas: en el corte basal, la medida meso-distal se pasó de 23.86 a 21.82 mm con una diferencia de 2.04 indicando el movimiento del molar hacia mesial. En el corte sagital la medida transversal pasó de 13.02 a 13.51 mm obteniendo una ganancia de 0.49 mm. En la medida vestíbulo/lingual se encontró una ganancia de 0.47 mm en la cortical vestibular pasando de 14.96 a 15.43 mm, en la cortical lingual se ganó 1.31, pasó de 20.45 a 21.76 mm.



**Figura 12.** Mini-implante 3 a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L



**Figura 13.** Mini-implante 4 a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L

### 3.1.3. CASO 3: mini-implante 5



Figura 14  
Fotografía de frente



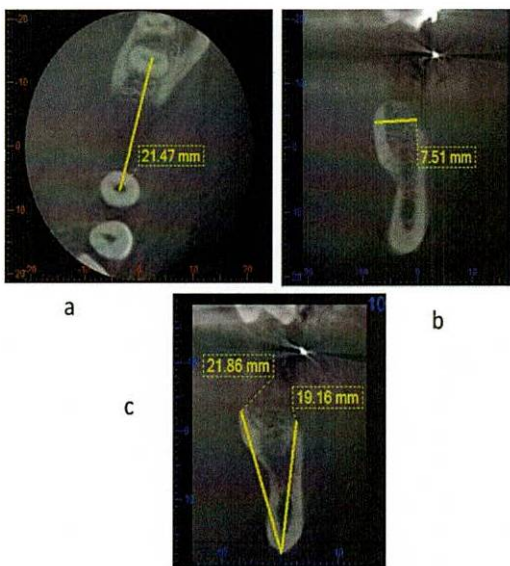
Figura 15. fotografía  
oclusal

Paciente de género femenino de 15 años de edad (Figura 14), sin compromiso sistémico ni consumo de medicamentos, con diagnóstico ortodóntico de clase II esquelética por prognatismo maxilar, con relación canina clase II derecho y molar no aplica, clase II canina izquierda y clase I molar, overjet y overbite 3 mm. Zona edéntula del 36 por exodoncia hace dos años (Figura 15). Inició tratamiento de ortodoncia en agosto de 2010. Se realizó la tomografía inicial de la zona edéntula (Figura 16) donde se valoró el estado periodontal antes de iniciar la biomecánica ortodóntica con mini-implante de la zona edéntula, y se observó disminución del nivel óseo (Tabla 1)

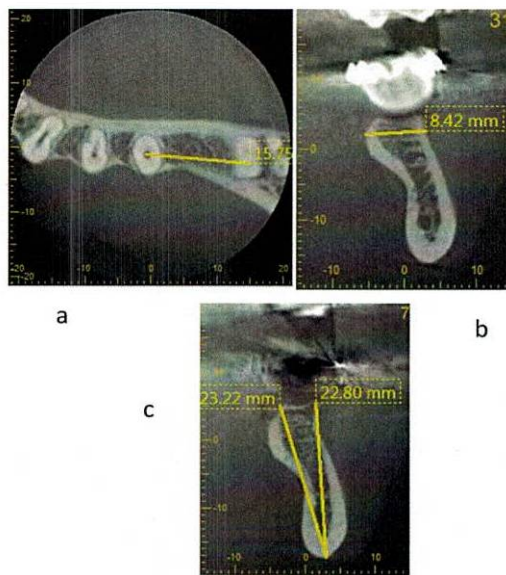
La colocación del mini-implante 5 fue en febrero de 2012, entre 34 y 35 previa distalización leve de 35 para abrir el espacio para su colocación. La activación se realizó 15 días después del procedimiento utilizando biomecánica de Tie Back: ligadura metálica hacia el minimplante y módulo elástico al hook del molar (Figura 17) Las activaciones se realizaron cada 15 a 20 días.

Siete meses después de tratamiento, se realizó la tomografía de control (Figura 18).

En el mini-implante 5 se observaron cambios en las tres medidas: en el corte basal, la medida meso-distal se pasó de 21.47 a 15.75 mm con una diferencia de 5.66 indicando el movimiento del molar hacia mesial. En el corte sagital la medida transversal pasó de 7.51 a 8.42 mm obteniendo una ganancia de 0.91 mm. En la medida vestibulo/lingual se encontró una ganancia de 3.64 mm en la cortical vestibular pasando de 19.16 a 22.80 mm, en la cortical lingual se ganó 1.36, pasó de 21.86 a 23.22 mm.



**Figura 16.** Mini-implante 5 a. Corte Basal, medida M-D  
b. Corte Sagital medida Transversal.  
c. Corte Sagital Medida V/L



**Figura 18.** Mini-implante 5 a. Corte Basal, medida M-D  
b. Corte Sagital medida Transversal.  
c. Corte Sagital Medida V/L



Figura 17. Mini-implante 5

#### 3.1.4. CASO 4: mini-implante 6



Figura 19  
Fotografía Frente

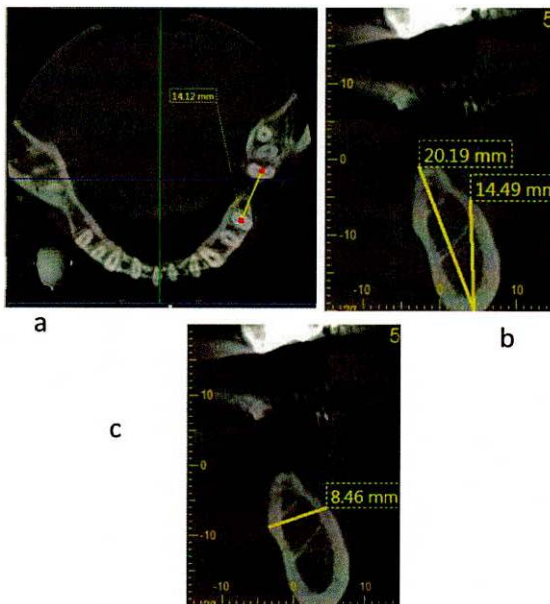


Figura 24. Fotografía  
oclusal

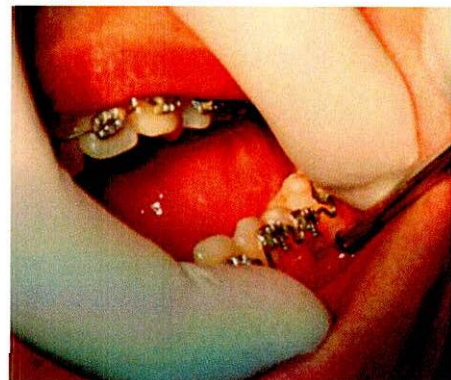
Paciente de género femenino de 32 años de edad (Figura 19), sin compromiso sistémico ni consumo de medicamentos, con diagnóstico ortodóntico clase II esquelética por retrognatismo mandibular, con relación canina clase I derecho y molar derecha no aplica, clase II canina izquierda y clase molar no aplica, overjet 6 mm y overbite 3 mm. Zona edéntula de 36 por exodoncia hace once años (Figura 20). Inició tratamiento de ortodoncia en octubre de 2011. Se realizó la tomografía inicial de la zona edéntula (Figura 21) para valorar el estado periodontal antes de iniciar la biomecánica ortodóntica con mini-implante de la zona edéntula, donde se

observó disminución del nivel óseo (Tabla 2). Se realizaron dos procedimientos, en el primer procedimiento, el mini-implante 6 se fracturó, este era para mesializar el molar 37.

Posteriormente se colocó nuevamente al mes (Figura 22). La activación se realizó 15 días después del procedimiento utilizando biomecánica de tie Back: ligadura metálica hacia el mini-implante y módulo elástico al hook del molar. Y a la siguiente cita se encontró que había peri-implantitis y se retiró el mini-implante.



**Figura 21.** Mini-implante 6a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L



**Figura 22.** Colocación mini-implante 6

MINIPLANTE	CUADRANT E	MEDIDAS	PUNTOS DE REFERENCIA	MEDIDA TOMOGRAFICA INICIAL EN mm	MEDIDA TOMOGRAFICA FINAL EN mm	GANANCIA O PERDIDA ÓSEA EN mm
6 PACIENTE 4	III	C.S VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical V y a la cresta lingual	Vestibular 14.49 Lingual 20.19	Vestibular perdido Lingual perdido	Vestibular perdido Lingual perdido
		C.S. TRANSVERSAL	Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	8.46	Perdido	Perdido
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducto de 35 a centro de conducto de 37	14.12	Perdido	Perdido
7 PACIENTE 5	IV	C.S VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical V y a la cresta lingual	Vestibular 19.07 Lingual 19.91	Vestibular 19.98 Lingual 19.96	Vestibular +0.91 Lingual +0.05
		C.S. TRANSVERSAL	Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	11.58	13.55	+1.97
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducto de 46 a centro de conducto de 48	18.77	15.33	-3.44
8 PACIENTE 6	III	C.S VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical V y a la cresta lingual	Vestibular 20.16 Lingual 23.37	Vestibular 22.20 Lingual 23.43	Vestibular +1.84 Lingual +0.06
		C.S. TRANSVERSAL	Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	6.38	7.49	+1.11
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducto de 35 a centro de conducto de 37	19.23	15.99	-3.24
9 PACIENTE 7	III	C.S VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical V y a la cresta lingual	Vestibular 19.49 Lingual 21.70	Vestibular 19.74 Lingual 21.78	Vestibular +0.25 Lingual +0.08
		C.S. TRANSVERSAL	Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	9.00	10.32	+1.2
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducto de 36 a centro de conducto de 38	19.98	17.55	-2.43
10 PACIENTE 8	III	C.S VESTIBULO/LINGUAL	Parte más inferior de la cortical mandibular hasta la cara V más anterior y superior de la cortical V y a la cresta palatina	Vestibular 16.60 Lingual 22.95	Vestibular perdido Lingual perdido	Vestibular perdido Lingual perdido
		C.S. TRANSVERSAL	Punto más anterior de la cortical V hasta el punto más posterior y lingual de la cortical lingual.	9.76	Perdido	Perdido
		C.B. MESO-DISTAL	Centro de conducto de 35 a centro de conducto de 37	18.57	Perdido	Perdido

Tabla 2. Medidas iniciales y finales de mini-implantes 6 al 10

### 3.1.5. CASO 5 mini-implante 7



Figura 23. Fotografía de frente



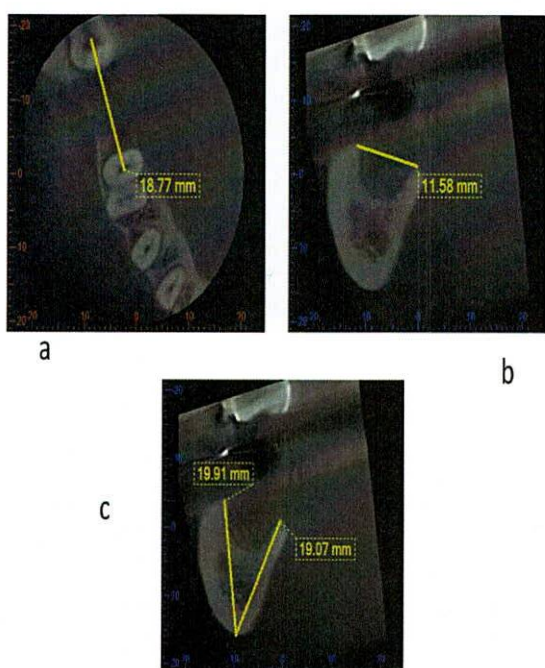
Figura 24. Fotografía oclusal

Paciente de género femenino de 32 años de edad (Figura 23), sin compromiso sistémico ni consumo de medicamentos, con diagnóstico ortodóntico de clase I

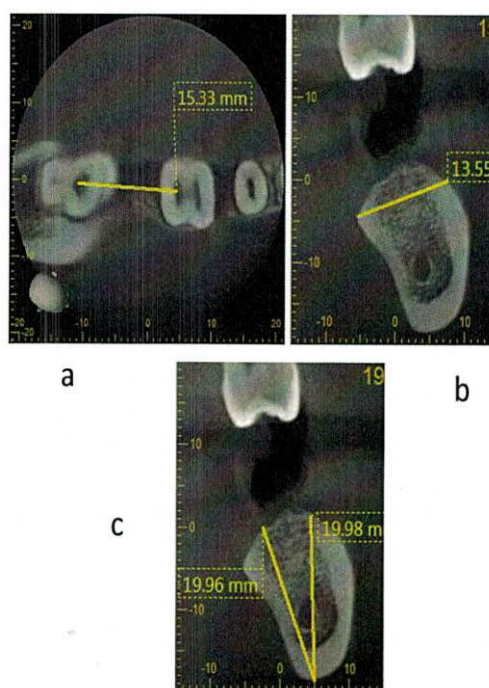
esquelética con biprotrusión maxilomandibular. Ausencia del 42, Clasificación canina clase III derecha e izquierda clase I. Línea media inferior Desviada 2 mm hacia la Izquierda, overjet 2 mm y overbite 3 mm. . Inició tratamiento de ortodoncia en octubre de 2010. En julio de 2011 presenta zona edéntula del 47 por exodoncia por lesión apical del 47 (Figura 24). Se realizó biomecánica convencional para mesializar el 48 si obtener éxito, por lo cual se planteó la colocación del mini-implante. Se realizó la tomografía inicial de la zona edéntula (Figuras 25) para valorar el estado periodontal antes de iniciar la biomecánica ortodóntica con mini-implante de la zona edéntula, donde se observó disminución del nivel óseo (Tabla 2) y en octubre de 2011 a distal de 45 y mesial de 46 fue colocado el mini-tornillo para comenzar a mesializar el diente 48.

La activación se realizó 15 días después del procedimiento utilizando biomecánica de tie back: ligadura metálica hacia el mini-implante y módulo elástico al hook del molar. Las activaciones se realizaron cada 15 a 20 días. En el 2012 en febrero, al exámen clínico se observa peri-implantitis, por lo cual fue retirado el minimplante, nuevamente en mayo, se coloca el mini-implante en la misma zona, y en octubre por presentar enfermedad periodontal, la paciente fue remitida a Periodoncia para su tratamiento correspondiente y en octubre se le retira toda la aparatología.

Se le realizó la tomografía de control (Figura 26), en donde observamos en la zona donde estuvo el mini-implante 7 se observaron cambios en las tres medidas: en el corte basal, la medida meso-distal se pasó de 18.77 a 15.33 mm con una diferencia de 3.44 indicando el movimiento del molar hacia mesial. En el corte sagital la medida transversal pasó de 11.58 a 13.55 mm obteniendo una ganancia de 1.97 mm. En la medida vestibulo/lingual se encontró una ganancia de 0.91 mm en la cortical vestibular pasando de 19.07 a 19.98 mm y en la cortical lingual se ganó 0.05, pasó de 19.91 a 19.96 mm.



**Figura 25.** Mini-implante 7 a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L



**Figura 26.** Mini-implante 7 a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L

### 3.1.6. CASO 6: mini-implante 8

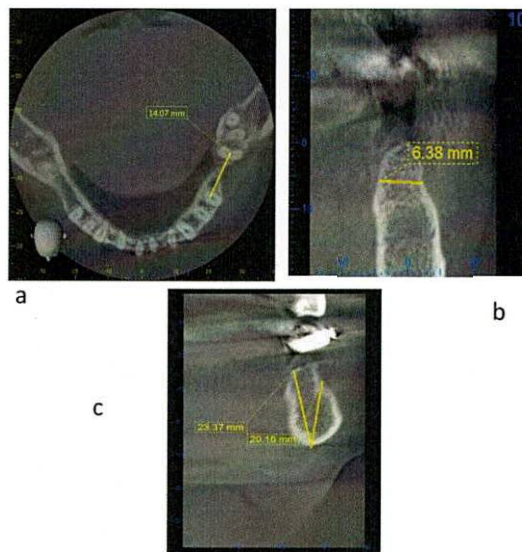


Figura 27. Fotografía oclusal

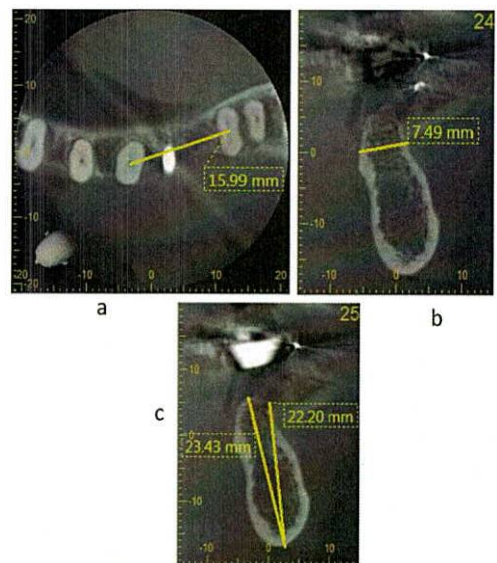
Paciente de género femenino de 57 años de edad, sin compromiso sistémico ni consumo de medicamentos, con diagnóstico ortodóntico de clase II esquelética por retrognatismo mandibular, con relación canina clase II derecho y molar derecha, clase II canina. izquierda y clase no aplica, overjet y overbite 3 mm. Zona edéntula del 36 por exodoncia hace tres años (Figura 27). Inició tratamiento de ortodoncia en mayo de 2009. Se realizó la tomografía inicial de la zona edéntula (Figura 28) para valorar el estado periodontal antes de iniciar la biomecánica ortodóntica con mini-implante de la zona edéntula, donde se observó disminución del nivel óseo (Tabla 2).

Se colocó el mini-implante en abril de 2012 a distal de 35 para comenzar a mesializar el diente 37. Su activación se realizó 15 días después del procedimiento utilizando biomecánica de tie back: ligadura metálica hacia el mini-implante y módulo elástico al hook del molar. Las activaciones se realizaron cada 15 a 20 días (Figura 29). Once meses después de tratamiento, se realizó la tomografía de control (Figura 30).

En el mini-implante 8 se observaron cambios en las tres medidas: en el corte basal, la medida meso-distal pasó de 19.23 a 15.99 mm con una diferencia de 3.24 indicando el movimiento del molar hacia mesial. En el corte sagital, la medida transversal pasó de 6.38 a 7.49 mm obteniendo una ganancia de 1.11 mm. En la medida vestibulo/lingual se encontró una ganancia de 1.84 mm en la cortical vestibular pasando de 20.16 a 22.20 mm, en la cortical lingual aumentó 0.06, pasó de 23.37 a 23.43 mm.



**Figura 28.** Mini-implante 8. a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L



**Figura 30.** Mini-implante 8 a. . Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L



**Figura 29.** Mini-implante 8

### 3.1.7. CASO 7: mini-implante 9



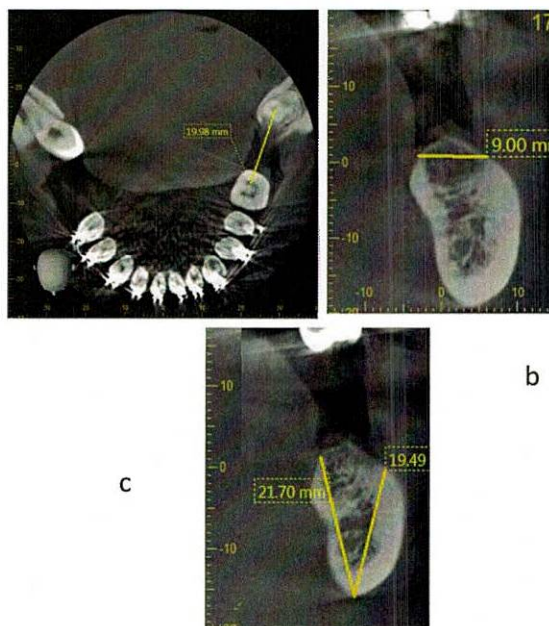
**Figura 31.**  
Fotografía de frente



**Figura 32.** Fotografía oclusal

Paciente de género femenino de 32 años de edad (Figura 31), sin compromiso sistémico ni consumo de medicamentos, con diagnóstico ortodóntico de clase II esquelética por retrognatismo mandibular, con relación canina clase I derecho y molar derecha no aplica, clase II canina izquierda y clase molar no aplica, overjet 1 mm y overbite 3 mm. Zona edéntula del 37 por exodoncia hace un año (Figura 32). Inició tratamiento de ortodoncia en agosto de 2011.

Se realizó la tomografía inicial de la zona edéntula para valorar el estado periodontal antes de iniciar la biomecánica ortodóntica con mini-implante de la zona edéntula (Figura 33), donde se observó disminución del nivel óseo (Tabla 2). Se coloca el mini-implante en octubre de 2012 a distal de 35 para comenzar a mesializar el diente 38.



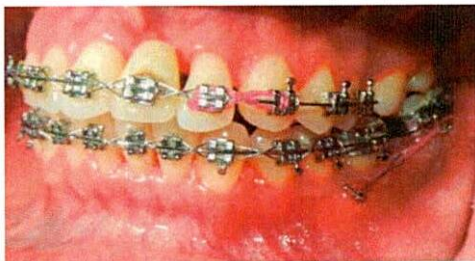
**Figura 33.** Mini-implante 9. a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L

La activación se realizó 15 días después del procedimiento utilizando biomecánica de tie back: ligadura metálica hacia el mini-implante y módulo elástico al hook del molar. Las activaciones se realizaron cada 15 a 20 días (Figura 34).

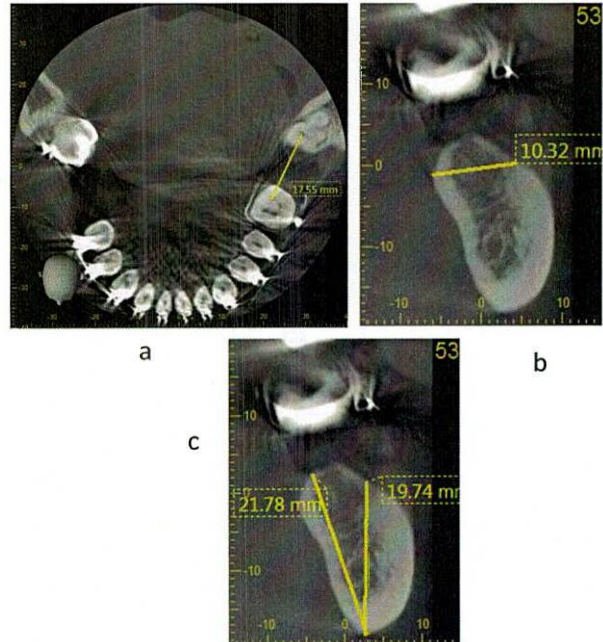
Siete meses después de tratamiento, se realizó la tomografía de control (Figura 35).

En el mini-implante 9 se observaron cambios en las tres medidas: en el corte basal, la medida meso-distal pasó de 19.98 a 17.55 mm con una diferencia de 2.43 indicando el movimiento del molar hacia mesial. En el corte sagital la medida transversal pasó de 9.00 a 10.32 mm obteniendo una ganancia de 1.2 mm. Y en la medida vestíbulo/lingual se encontró una ganancia de 0.25 mm en la cortical

vestibular pasando de 19.49 a 19.74 mm, en la cortical lingual se ganó 0.08, pasó de 21.70 a 21.78 mm.



**Figura 34.** Mini-implante 9

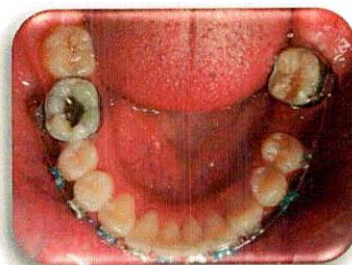


**Figura 35.** Mini-implante 9. a. a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L

### 3.1.8. CASO 8: mini-implante 10



**Figura 36.**  
Fotografía de frente

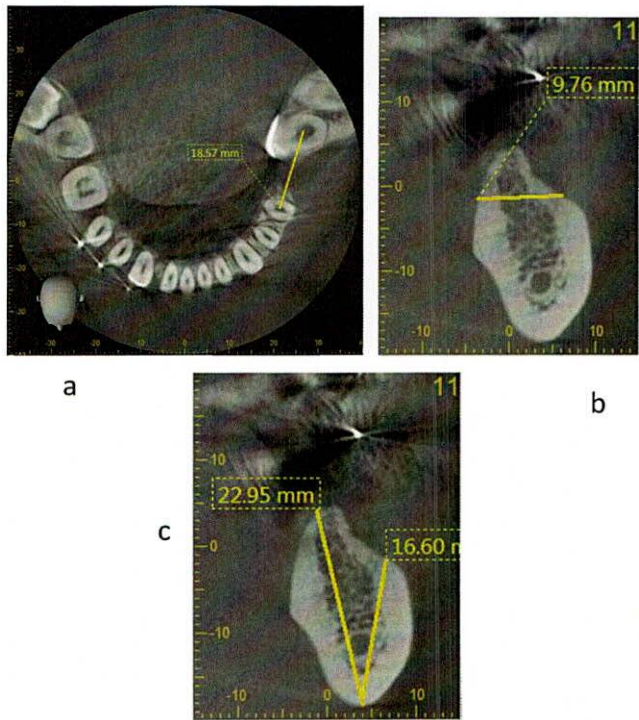


**Figura 37.** Fotografía oclusal

Paciente de género femenino de 15 años de edad (Figura 36), sin compromiso sistémico ni consumo de medicamentos, con diagnóstico ortodóntico de clase II esquelética por prognatismo maxilar, con relación canina clase I derecho y molar derecha no aplica, clase II canina izquierda y clase molar no aplica, overjet 6 mm y overbite 3 mm. Zona edéntula de 36 por exodoncia hace dos años (Figura 37). Inició tratamiento de ortodoncia en mayo de 2009, Se realizó la tomografía inicial de la zona edéntula (Figura 38) para valorar el estado periodontal antes de iniciar la biomecánica ortodóntica con mini-implante de la zona edéntula, donde se observó disminución del nivel óseo (Tabla 2) la colocación del minimplante 10 se hizo en agosto del 2012 para comenzar a mesializar el 37 (Figura 39).

La activación se realizó 15 días después del procedimiento utilizando biomecánica de tie back: ligadura metálica hacia el mini-implante y módulo elástico al hook del molar.

Las activaciones se realizaron cada 15 a 20 días. Luego de la segunda activación la paciente llegó con inflamación gingival generalizada por deficiencia en higiene oral y se observó peri-implantitis en el mini-implante por lo cual se retiró. Luego de tres meses se colocó nuevamente y se insistió a la paciente sobre su higiene oral. Al cabo de un mes, la paciente regresa con peri-implantitis (Figura 40) por lo cual se retira el mini-implante y la paciente decide no volverlo a colocar.



**Figura 38** Miniimplante 10 . a. Corte Basal, medida M-D b. Corte Sagital medida Transversal. c. Corte Sagital Medida V/L



**Figura 39.** . Colocación mini-implante 10



**Figura 40.** peri-implantitis en el mini-implante 10

#### 4. DISCUSIÓN

Es importante conocer la anatomía de la zona donde se colocarán los mini-implantes y lo que sucede a nivel del hueso, ya que este proceso finalmente dará los resultados periodontales y ortodónticos esperados.

En el 2000, Davies, Je, Hosseini MM La regeneración tisular es la respuesta que consigue la restitución integral del tejido óseo después de un trauma, a diferencia de la reparación donde el tejido que se forma es un tejido cicatrizal con características diferentes al original. Es por eso que el hueso es el único tejido del organismo que se restituye totalmente tras una lesión a excepción del tejido embrionario.<sup>49</sup> El tratamiento ortodóntico implica el uso y control de fuerzas que producen remodelación de tejidos dentarios y peridentarios, incluyendo la pulpa dental, ligamento periodontal, hueso alveolar y encía. Estos tejidos expresan grandes cambios microscópicos y macroscópicos, al ser expuestos a distintos grados de magnitud, frecuencia y duración de las fuerzas. En la respuesta tisular al estímulo ortodóntico, varios tejidos se ven contemporáneamente afectados, esto implica una serie de reacciones celulares y la intervención de múltiples factores que pueden modificar el éxito y las expectativas de la terapia. La mecánica propia al tratamiento, esto es, la magnitud y dirección de las fuerzas aplicadas, debe ser cuidadosamente evaluadas y manejadas por el clínico.<sup>50</sup>

En 1979, Stepovich ML<sup>51</sup> y en 1984, Hom BM<sup>52</sup> reportaron que al realizar movimientos ortodóncicos de los dientes a las zonas desdentadas con menor altura de la cresta alveolar es posible hacerlo con una mínima pérdida de hueso alveolar<sup>50,51</sup>. Lo anterior sumado a una biomecánica como es el tie back de la técnica MBT que maneja fuerzas ligeras y constantes en combinación con el mini-implante, se logro que un diente se mueva mesiodistalmente en un tiempo corto, fue observado en nuestro estudio.

Según un estudio realizado en 2004 por Elif Gunduz y col<sup>53</sup> reportó un caso con seguimiento tomográfico inicial y final de regeneración ósea pasando un premolar por un colapso con ortodoncia convencional y se observo que se produjo la regeneración ósea al realizar incisión en el sector regenerado para la colocación de un implante que estaba programado, su evolución fue de mayor tiempo comparada con la ortodoncia donde se utilizan mini-implantes como anclaje<sup>54</sup>. En los casos en que el ancho este reducido en sentido vestíbulo lingual del reborde alveolar, el movimiento dental a través del hueso cortical puede ser retardado y se pueden desarrollar dehiscencias. En tales casos, los procedimientos quirúrgicos para aumentar la anchura del hueso alveolar se han sugerido antes del movimiento de ortodoncia.<sup>55</sup> Los estudios experimentales en perros confirman los efectos beneficiosos efectos del movimiento del cuerpo del diente en el defecto. Más precisamente, el lado del diente desplazado hacia el defecto (lado de presión)

presenta un aumento en la altura del hueso alveolar, mientras que en el lado de tensión el nivel del hueso permanece inalterado<sup>56</sup>.

Shoichiro Lino y col<sup>57</sup> reporto en el 2007, como facilitar el movimiento ortodóntico por medio de corticotomías en perros beagle en donde se obtuvo el inicio de movimiento dental a las 2 semanas y finaliza a las 6 semanas. Mejía Burgos desde 1996<sup>58</sup>, ha reportado estudios en humanos realizando movimiento ortodóntico por medio de flexicorticotomías, creando un alveolo quirúrgico separando las tablas óseas vestibular y lingual lo que permite ampliar el reborde colapsado. En nuestro reporte el movimiento ortodóntico se logro a las 6 semanas sin necesidad de la flexicorticotomía<sup>54</sup>

En 1996, Peter Diedrich<sup>55</sup> realizó un estudio en humanos que presentaban pérdida de molares inferiores por más de 14 años, donde se encontraba colapso de tablas y disminución de altura de la cresta alveolar. Con ortodoncia convencional distalizaron los premolares 13 mm y realizaron seguimiento por 9 años donde observaron que los premolares ganaron altura y espesor óseo<sup>54,55</sup> en nuestro estudio se observó que tanto en sentido sagital y basal se ganó hueso, realizado en menor tiempo, con los movimientos más suaves y constantes gracias a la biomecánica del tie back de la técnica de MBT al mini-implante.

Los autores Rey D y Ramírez S<sup>59</sup> en el 2006, en su estudio confirmaron que con la ortodoncia convencional la regeneración ósea se presentó especialmente cuando hay pérdida de altura y colapso alveolar en un tiempo prolongado, con nuestro estudio se corroboró que la ganancia ósea se logró en menor tiempo, favoreciendo la salud periodontal de los pacientes. Y al mover los dientes mediante ortodoncia, la totalidad del aparato de inserción periodontal incluyendo estructura ósea, ligamento periodontal y componentes de tejidos blandos se mueven junto al diente<sup>60</sup>. En este estudio también se presentó disminución o pérdida de los niveles de la cresta alveolar especialmente en la cortical vestibular que puede deberse al proceso de reabsorción normal post exodoncia que según los autores Misch CE (1999), Lekovic V (1997), Wang HL (2002) al extraer un diente se inicia una sucesión de procesos dentro del alvéolo que cicatrizará por completo de unos 4 a 6 meses, con un contorno que se reducirá en anchura y altura en un 25% el primer año y que aumenta aproximadamente hasta el 40% en 3 años<sup>(62-64)</sup>. La reabsorción ósea del alvéolo post-extracción ocurre principalmente en la pared vestibular, ya que es comúnmente más delgada y frágil<sup>65,66</sup>.

En 2004, Chen y Hämmerle<sup>67</sup> en su estudio en el año 2004 hicieron una revisión extensa en la cual diferenciaban entre los cambios externos e internos del alvéolo post-extracción. En los cambios externos, se produce una reabsorción horizontal de aproximadamente 5-7mm desde los 6 a 12 meses (50% de la anchura inicial

del alvéolo). En los cambios internos, ocurre una reducción de 3-4mm o 50% de la altura alveolar inicial a los 6 meses post-extracción. Mientras que se produce una reducción de 4-5mm (2/3) en la anchura original durante los primeros 6 meses <sup>67</sup>.

## 5. CONCLUSIONES

La combinación de ligadura metálica y elástica (Tie back) como mecánica de activación con mini-implantes mostró gran efectividad para lograr el movimiento ortodóntico deseado específicamente de cuerpo y al hacer la comparación entre las dos tomografías, se observó que hubo regeneración ósea en los cortes basal medida meso-distal y el corte sagital medida transversal y medida vestíbulo/lingual (cortical vestibular y Palato/lingual) en los casos con los mini-implantes 3, 4, 5, 7, 8, 9, en el corte sagital se encontró que en todos los 8 mini-implantes activos disminuyó su distancia mesiodistal indicándonos el movimiento dental esperado de cuerpo.

Las medidas vestíbulo/lingual del corte sagital de los mini-implantes 1 y 2 en su cortical vestibular, no se logró regenerar el tejido óseo, al contrario, disminuyó lo cual pudo deberse a la reabsorción alveolar post-extracción.

El resultado obtenido cumplió las expectativas del objeto de la investigación, se observó que hubo un aumento del hueso alveolar, en los cortes basal y sagital, mejorando la estética, la función y así se podría decir, se pueden evitar en casos

específicos indicados para terapias de rehabilitación hacer uso de esta alternativa de tratamiento ortodóntico no convencional.

## 6. BIBLIOGRAFÍA

1. Escoda G. C, Berni A. L. Tratado de cirugía Bucal. Editorial Océano Ergón. Segunda edición. México. 1998. p 1-40.
2. Sencherman G. Echeverri E. Neurofisiología de la oclusión. Segunda edición. Editorial Monserrate, Ltda. Bogotá, Colombia, 1995.
3. Proffit W, Fields Henry, Sarver D. Ortodoncia contemporánea, Teoría y Práctica, cuarta edición, ediciones Elsevier. Barcelona, España. 2008. p 27-395.
4. Kenji W. Higuchi, Aplicaciones ortodónticas en Implantes oseointegrados. Ed. Amolia. Primera edición. Caracas Venezuela. 2002. p 5-220.
5. Lindhe Jan. Periodontología clínica e implantología odontológica. Cuarta Edición. Ed. Médica Panamericana. Suecia 2005. p 777-813
6. Vega A. Síntesis de anatomía humana. Primera Edición. Editorial Jims. Barcelona, España. 1975, p 10-80.
7. Cardaropoli D and Gaveglio L. The Influence of Orthodontic Movement on Periodontal Tissues. Seminars in Orthodontics. 2007; 13(4): 234-245.
8. Gkantidis N, Christou P, Topouzelis N. The Orthodontic- periodontic interrelationship in integrated treatment challenges: A systematic review. Journal of Oral Rehabilitation 2010; 37: 377-390

9. Heiland M, Habermann CR, Schmelze R. Indications and limitations of intraoperative navigation in maxillofacial surgery. *J Oral Maxillofac Surg.* 2004; 62(9): 1059-63.
10. Ravinda N y Uribe F. *Biomecánica en Ortodoncia Clínica.* Editorial Médica Panamericana. Primera edición. Philadelphia, PA 1997, p 3-145 y 238-260.
11. Oruc S, Tulunoglu Y. Fit of titanium and a base metal alloy metal- ceramic crown. *J Prosthet Dent.* 2000; 83 (3): 314- 318.
12. Jang K, Youn S, Kim Y. Comparison of castibility and surface roughness of Commercially pure titanium and cobalt-chromium denture frameworks. *J Prosthet Dent.* 2001; 86 (1): 93-98.
13. Giraldo O. Metales y aleaciones en odontología. *Rev Fac Odont Univ Ant,* 2004;15 (2):53-63
14. Castro Patiño LF. Titanio. El Metal más Resistente de la Industria. (Sitio en internet). Acceso 17 de septiembre de 2012. Disponible en: <http://www.metalactual.com/revista/7/materiales.pdf>.
16. Pérez García L.M, Garmas Castillo Y. Mini implantes, una opción para el anclaje en Ortodoncia. Revisión bibliográfica. *Gaceta Médica Espirituana* 2011; 13(3):1-3.
17. Block MS, Almerico B, Crawford C, Gardiner D, Chang A. Bone response to functioning implants in dog mandibular alveolar ridges augmented with distraction osteogenesis. *Int J Oral Maxillofac Implants.* 1998; 13(3):342-51.

18. Molina A, Población M, Díez Cascón M. Microtornillos como anclaje en ortodoncia. Revisión de la literatura. Rev Esp Ortod. 2004;34(4):319-334.
19. Ritto A. Micro Implants in Orthodontics. Int J Orthod Milwaukee. 2004;15(3):22-4.
20. Sung Jae-Hyun Sung JH, Kyung HM, Bae SM, Park HS, Kwon OW, McNamara J Jr. y colaboradores. Microimplantes en ortodoncia. Primera edición. Editorial providence. 2005, p 7-163.
21. Yu JJ, Kim GT, Choi YS, Hwang EH, Paek J, Kim SH, Huang JC . Accuracy of a cone beam computed tomography-guided surgical stent for orthodontic mini-implant placement. Angle Orthod. 2011; 29: 275-83.
22. Arreguín Nava JS, Solís Morán C, Rodríguez Yáñez E, Casasa Araujo R. Desventajas del Anclaje Absoluto. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2004; 22:1-3
23. Gibbons AJ, Cousley RR. Use of mini-implants in orthognathic surgery. Br J Oral Maxillofac Surg. 2007;45(5):406-7.
24. Fayed MM, Pazera P, Katsaros C. Optimal sites for orthodontic mini-implant placement assessed by cone beam computed tomography. Angle Orthod. 2010;80(5):939-51
25. Hong C, Lee H, Webster R, Kwak J, Wu BM, Moon W. Stability comparison between commercially available mini-implants and a novel design: Part 1. Angle Orthod. 201;81(4):692-699
26. Block MS, Hoffman D. A new device for absolute anchorage for orthodontics. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1995;107(3):251-8.

27. Arismendi E, Ocampo ZM, Morales M, González FJ, Jaramillo PM, Sánchez A. Evaluación de la estabilidad de los mini implantes como anclaje óseo para intrusión de molares superiores/ Evaluation of stability of mini implants as bony anchorage for upper molar intrusion. Rev Fac Odontol Univ Antioq. 2007;19(1):60-74.
28. Kim SH, Kang SM, Choi YS, Kook YA, Chung KR, Huang JC. Cone-beam computed tomography evaluation of mini-implants after placement: Is root proximity a major risk factor for failure?. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2010;138(3):264-76.
29. Melsen B. Mini-implants: Where are we?. J Clin Orthod. 2005;39(9):539-47.
30. Arslan A, Ozdemir DN, Gursoy Mert H, Malkondu O, Sencift K. Intrusion of an overerupted mandibular molar using mini-screws and mini-implants: a case report. Aust Dent J. 2010;55(4):457-61.
31. Doshi UH, Jamwal RS, Bhad WA. Distalization of molars using two stage mini-implants -- a case report. J Orthod. 2011;38(1):55-63.
32. Ren Y. Mini-implants for direct or indirect orthodontic anchorage. Evid Based Dent. 2009;10(4):113.
33. Basha AG, Shantaraj R, Mogegowda SB. Comparative study between conventional en-masse retraction (sliding mechanics) and en-masse retraction using orthodontic micro implant. Implant Dent. 2010;19(2):128-36.
34. Cousley RR. A clinical strategy for maxillary molar intrusion using orthodontic mini-implants and a customized palatal arch. J Orthod. 2010;37(3):202-208.

35. Lima GM, Soares MS, Penha SS, Romano MM. Comparison of the fracture torque of different Brazilian mini-implants. *Braz Oral Res.* 2011;25(2):116-21.
36. Brazzini A, Desarrollo de la Radiología. Centenario del descubrimiento de los Rayos X, *Boletín de la Sociedad Peruana de Medicina Interna.* 1996; 9(1):1-4.
37. Goaz P. W. *Radiología oral. Tercera edición.* Editorial Mosby: México; 1995. p 1-23, 71-99.
38. Mozzo P, Procacci C, Tacconi A, et al. A new volumetric CT machine for dental imaging based on the cone-beam technique: preliminary results. *Eur Radiol.* 1998; 8(9): 1558-64.
39. Danforth RA, Mah J. 3-D volume imaging for dentistry: a new dimension. *J Calif Dent Assoc.* 2003; 31(11): 817–823
40. Sukovic P. Cone beam computed tomography in craniofacial imaging. *Orthod Craniofac Res.* 2003; 6(Suppl 1): 31–6.
41. Ziegler CM, Woertche R, Brief J, Hassfeld S. Clinical indications for digital volume tomography in oral and maxillofacial surgery. *Dentomaxillofac Radiol.* 2002; 31(2):126–30.
42. William CS, Allan G. Farman, Predag Sukovic. Clinical Applications of Cone-Beam Computed Tomography in Dental Practice *J Can Dent Assoc.* 2006; 72(1): 75–80
43. Cohnen M, Kemper J, Mobes O, Pawelzik J, Modder U. Radiation dose in dental radiology. *Eur Radiol.* 2002; 12(3): 634–7.

44. Schulze D, Heiland M, Thurmann H, Adam G. Radiation exposure during midfacial imaging using 4- and 16-slice computed tomography, cone beam computed tomography systems and conventional radiography. *Dentomaxillof Radiol.* 2004; 33(2): 83–6.
45. Scaf G, Lurie AG, Mosier KM, Kantor ML, Ramsby GR, Freedman ML. Dosimetry and cost of imaging osseointegrated implants with film-based and computed tomography. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1997; 83(1): 41–8.
46. Ngan DC, Kharbanda OP, Geenty JP, Darendeliler MA. Comparison of radiation levels from computed tomography and conventional dental radiographs. *Aust Orthod J.* 2003; 19(2): 67–75.
47. Vannier MW, Marsh JL, Warren JO. Three-dimensional CT reconstruction images for craniofacial surgical planning and evaluation. *Radiol.* 1984; 150(1): 179-85.
48. Maki K, Miller AJ, Okano T, Shibasaki Y. A three-dimensional, quantitative computed tomographic study of changes in distribution of bone mineralization in the developing human mandible. *Arch Oral Biol.* 2001; 46(7): 667-78.
49. Maki K, Miller AJ, Okano T, Hatcher D, Yamaguchi T, Kobayashi H, et al. Cortical bone mineral density in asymmetrical mandibles: a three-dimensional quantitative computed tomography(QCT) study. *Eur J Orthod.* 2001; 23(3): 217-32.

50. Davies, Je Hosseini MM. Histodynamics of endosseous wound healing. Primera edición. JE editorial Bone Engineering. Toronto, 2000. p 1-14.
51. Vargas del Valle P, Piñeiro Becerra MS, Palomino Montenegro H, Torres-Quintana MA. Factores modificantes del movimiento dentario ortodóncico. Av. Odontoestomatol 2010; 26 (1): 45-53.
52. Stepovich ML. A clinical study on closing edentulous spaces in the mandible. Angle Orthod. 1979;49: 227–233.
53. Hom BM, Turley PK. The effects of space closure of the mandibular first molar area in adults. Am J Orthod. 1984;85:457–469
54. Gunduz E, Rodriguez-Torres C, Gahleitner A, Heissenberger G, Bantleon H-P. Bone regeneration by bodily tooth movement: Dental computed tomography examination of a patient. Am J Orthod Dentofacial Orthop 2004;125:100-6.
55. Jara L, Pastaz M, Gallego V, Malaver, P. Hallazgos tomográficos en estructura ósea a partir de movimientos ortodóncicos no convencionales: reporte de caso. Trabajo de grado para optar el título de Ortodoncista Y Ortopedia Maxilar. UNICOC. 2009.
56. Diedrich P, Fuhrmann R, Wehrbein H, Erpenstein H. Distal movement of premolars abutments for missing molars to provide posterior. Am j orthod dentofac orthop. 1996; 109:355-60.
57. Lindskog-Stokland B, Wennström JL, Nyman S, Thilander B. Orthodontic tooth movement into edentulous areas with reduced bone height. An experimental study in the dog. Eur J Orthod. 1993;15:89–96.

58. Lino S, Sakoda S, Ito G, Nishimori T, Ikeda T, y Miyawaki S. Aceleración del movimiento dentario ortodóntico por medio de corticotomía alveolar en el perro. *Am J Orthod Dentofacial orthop* 2007;131: 448.1-448.
59. Mejía E. Flexicorticotomía: Una solución al colapso del reborde alveolar. *Revista Odontos*. 2000;7(1):27-31
60. Rey D, García S Generación de sitios para colocación de Implante Mediante Movimientos Ortodónticos. *Rev. CES Odontología* 2006; 19(1): 41-47.
61. Wang H-L, Smith, interrelationship between periodontics and adult orthodontics. *J clin periodontol* 1998;25: 271-277.
62. Sung JH, Kyung HM, Bae SM, Park HS, Kwon OW, McNamara J Jr. y colaboradores. *Microimplantes en ortodoncia*. Editorial Providence. Estados Unidos. 2005. p 1-82.
63. Misch CE, Dietsh-Misch F, Misch CM. A modified socket seal surgery with composite graft approach. *J Oral Implantol* 1999; 25(4):244-50
64. Lekovic V, Kenney EB, Weinlaender M, Han T, Klokkevold P, Nedic M, Orsini M. A Bone Regenerative Approach to Alveolar Ridge Maintenance Following Tooth Extraction. Report of 10 Cases. *J Periodontol* 1997;68(6): 563-70
65. Wang HL, Shammart KA. Clasificación HVC de las deficiencias del reborde: una clasificación con enfoque terapéutico. *Revista Internacional de Odontología Restauradora y Periodoncia*. 2002;6(4):355-63.

66. Irinakis T. Rationale for socket preservation after extraction of a single-rooted tooth when planning for future implant placement. *J Can Dent Assoc* 2006; 72(10):917-22.
67. Schropp L, Wenzel Ann, Kostopoulos L, Karring T. Bone Healing and Soft Tissue Contour Changes Following Single- Tooth Extraction: A Clinical and Radiographic 12 – Month Prospective Study. *Int J Periodontics Restorative Dent*. 2003; 23(4):313-23.
68. Chen ST, Wilson TG Jr, Hämmerle CH. 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.