

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO
ÀREA DE EDUCACION AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO DE PROSTODONCIA



**COMPARACIÓN DEL MÉTODO SUBJETIVO FRENTE AL MÉTODO
TOMOGRÁFICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD ÓSEA SEGÚN
LA ZONA DE UBICACIÓN DEL IMPLANTE**

AUTORES

JESSICA MEJIA ARGOTE

ANA MATILDE MUNEVAR TORRES

LUZ AÍDA SALINAS

AMPARO ROMERO GÓMEZ

**INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO
AREA DE EDUCACION AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO DE PROSTODONCIA
BOGOTA 2013**

**COMPARACIÓN DEL MÉTODO SUBJETIVO FRENTE AL MÉTODO
TOMOGRÁFICO PARA LA DETERMINACIÓN DE LA CALIDAD ÓSEA SEGÚN
LA ZONA DE UBICACIÓN DEL IMPLANTE**

ASESOR CIENTÍFICO:

Dr. CAMILO ANDRES CABANZO

Especialista en Rehabilitación Oral

ASESOR METODOLÓGICO:

DRA. PIEDAD MALAVER CALDERÓN.

Od. Ms. Biología Énfasis Genética Humana

ASESOR ESTADÍSTICO

MONICA PACHÓN

Maestría en Finanzas

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO
ÁREA DE EDUCACION AVANZADA Y CONTINUADA
POSTGRADO DE PROSTODONCIA
BOGOTA,**

Mayo 2013

El trabajo de grado **“Comparación del método subjetivo frente al método tomográfico para la determinación de la calidad ósea según la zona de ubicación del implante”** elaborado por Jessica Mejía Argote, Ana Matilde Munévar Torres, Luz Aída Salinas y Amparo Romero Gómez como requisito para optar por el título de especialista en Prostodoncia.

Dr. Camilo Andrés Cabanzo

Asesor científico

Mónica Pachón

Asesor estadístico

Dra. Piedad Malaver Calderón

Asesora metodológica

Dra. Carmenza Macías Gutierrez

Directora Centro de Investigaciones

Bogotá, Mayo de 2013

TRANSFERENCIA DE DERECHOS DE PUBLICACIÓN

Título del artículo: **“Comparación del método subjetivo frente al método tomográfico para la determinación de la calidad ósea según la zona de ubicación del implante”** Autores: Los Dres. Jessica Mejía Argote, Ana Matilde Munevar Torres, Luz Aída Salinas, Amparo Romero Gómez y Camilo Andrés Cabanzo. Los autores certifican que el artículo arriba mencionado es trabajo original y no ha sido previamente publicado, excepto en forma de resumen. Una vez aceptado para publicación en la revista que la Institución Universitaria Colegios de Colombia estipule, los derechos de autor serán transferidos a la universidad. Así mismo, declaran que no ha sido enviado en forma simultánea para su posible publicación en otra revista. Los autores acceden, dado el caso, a que este artículo sea incluido en los medios electrónicos que los editores de la Institución Universitaria Colegios de Colombia, consideren convenientes.

CAMILO ANDRÉS CABANZO
C.C 79.795.866

JESSICA MEJIA ARGORE
C.C 57.461.966

ANA MATILDE MUNEVAR
C.C 23.690.363

LUZ AIDA SALINAS
C.C 40.044.684

AMPARO ROMERO GÓMEZ
C.C 20.994.848

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA

CESIÓN DE DERECHOS

Yo: Jessica Mejía Argote, Ana Matilde Munevar Torres, Luz Aída Salinas, Amparo Romero Gómez y Camilo Andrés Cabanzo. Manifestamos en este documento nuestra voluntad de ceder a la Institución Universitaria Colegios de Colombia los derechos patrimoniales, consagrados en el artículo 72 de la ley 23 de 1982, de la tesis de grado: **“Comparación del método subjetivo frente al método tomográfico para la determinación de la calidad ósea según la zona de ubicación del implante”** Producto de nuestra actividad académica para optar por el título de Especialista en Prostodoncia de la Institución Universitaria Colegios de Colombia. La institución tiene los derechos anteriores cedidos en su actividad ordinaria de investigación, docencia y publicación. Con todo, en nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada con arreglo al artículo 30 de la ley 23 de 1982. En concordancia, suscribimos este documento en el momento mismo de la ley 23 de entrega del trabajo final a la biblioteca de la Institución Universitaria Colegios de Colombia.

CAMILO ANDRÉS CABANZO
C.C 79.795.866

JESSICA MEJIA ARGORE
C.C 57.461.966

ANA MATILDE MUNEVAR
C.C 23.690.363

LUZ AIDA SALINAS
C.C 40.044.684

AMPARO ROMERO GÓMEZ
C.C 20.994.848

Bogotá, Mayo de 2013

Señores:

Biblioteca

Institución Universitaria Colegios de Colombia

La Ciudad

Autorizamos a la unidad de investigación de la Institución Universitaria Colegios de Colombia a consultar y reproducir con fines de investigación, parcial o totalmente el contenido del trabajo de grado titulado: **“Comparación del método subjetivo frente al método tomográfico para la determinación de la calidad ósea según la zona de ubicación del implante”** presentado a la unidad de investigación como requisito del programa para optar a el título de Prostodoncista; siempre que mediante la correspondiente cita bibliográfica se le dé crédito al trabajo de investigación y a sus autores.

CAMILO ANDRÉS CABANZO
C.C 79.795.866

JESSICA MEJIA ARGORE
C.C 57.461.966

ANA MATILDE MUNEVAR
C.C 23.690.363

LUZ AIDA SALINAS
C.C 40.044.684

AMPARO ROMERO GÓMEZ
C.C 20.994.848

FICHA TÉCNICA DE INVESTIGACIÓN DE TRABAJO DE GRADO

TÍTULO DEL TRABAJO: “Comparación del método subjetivo frente al método tomográfico para la determinación de la calidad ósea según la zona de ubicación del implante”

AUTORES: Jessica Mejía Argote, Ana Matilde Munévar Torres, Luz Aída Salinas, Amparo Romero Gómez.

ASESOR CIENTÍFICO: Dr. Camilo Andrés Cabanzo.

ASESOR METODOLÓGICO: Dra. Piedad Malaver Calderón.

ASESOR ESTADÍSTICO: Mónica Pachón.

MATERIAL ANEXO: 2 CD's, 2 Artículos científicos.

FACULTAD: Odontología.

TÍTULO OBTENIDO: Especialista en Prostodoncia

CATEGORÍA: Postgrado.

PALABRAS CLAVES: Calidad ósea, densidad ósea, implante dental, tomografía computarizada, Unidades Hounsfield.

CONTENIDO

1	ASPECTOS TEORICOCIENTÍFICOS.....	11
1.1	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
1.1.1	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	11
1.2	JUSTIFICACIÓN.....	12
1.3	PROPÓSITO	12
1.4	MARCO TEÓRICO	13
1.4.1	RELACIÓN ENTRE CALIDAD ÓSEA Y ENFERMEDADES SITÉMICAS	22
1.4.2	MEDICIÓN DE LA DENSIDAD OSEA.....	24
1.5	OBJETIVOS.....	42
1.5.1	OBJETIVO GENERAL	42
1.5.2	OBJETIVOS ESPECIFICO	42
2	ASPECTOS METODOLÓGICOS	43
2.1	TIPO DE ESTUDIO.....	43
2.2	OBJETO DE ESTUDIO.....	43
2.3	POBLACION DE ESTUDIO	43
2.4	MUESTRA	43
2.5	CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	43
2.5.1	CRITERIOS DE INCLUSIÓN	43
2.6	VARIABLES DEL ESTUDIO	45
2.6.1	TABLA DE VARIABLES	45
2.7	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	46
2.8	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	47
2.9	INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	48
2.10	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	48
3	PROCEDIMIENTO	49
3.1	EVALUACIÓN TOMOGRAFICA	49
3.2	EVALUACION DE LAS UNIDADES HOUDSFIELD	50
3.3	EVALUACIÓN CLÍNICA.....	55

3.4	EVALUACION COMPARATIVA.....	56
3.5	MÉTODO ESTADÍSTICO	57
4	RESULTADOS.....	59
5	DISCUSIÓN	63
6	CONCLUSIONES	66
7	BIBLIOGRAFIA	67

1 ASPECTOS TEORICOCIENTÍFICOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la colocación de implantes hay factores importantes que influyen en el éxito o fracaso del tratamiento, uno de ellos es la calidad ósea del hueso receptor del implante. Estudios han demostrado que factores como el aumento de la edad o el género del paciente parecen no afectar la calidad ósea en cuanto al potencial de oseointegración o la tasa de resorción observada en los implantes dentales, mientras que la zona de ubicación sí está relacionada de manera significativa al potencial de oseointegración¹. El método tomográfico es el más frecuentemente utilizado para el análisis óseo, previo a cualquier procedimiento. Sin embargo, en el método subjetivo, que es el método de medición que se aplica durante la cirugía, al perforar con la primera fresa, no siempre concuerda con lo visto en la tomografía, y esto puede en algunos casos puede cambiar el plan y el curso del tratamiento.

1.1.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existe concordancia del método subjetivo frente al método tomográfico para la determinación de la calidad ósea según la zona de ubicación del implante?

1.2 JUSTIFICACIÓN

Es sabido en la comunidad odontológica que el tratamiento con implantes ha ido aumentando en directa relación con la salud oral de la población, lo anterior obliga necesariamente a estudiar y analizar criterios básicos para el éxito y la supervivencia de los implantes como lo es la calidad ósea.

La calidad ósea es un factor determinante en el plan de tratamiento como lo describe claramente Misch². Este factor ha sido motivo de diferentes estudios que en su mayoría se evalúan por medio de sistemas computarizados como el sistema tomográfico siendo este el método más conocido y confiable, en razón a ello se planea determinar si existe concordancia del método subjetivo frente al método tomográfico, para establecer y describir la frecuencia de la calidad ósea encontrada en el momento de la colocación de los implantes teniendo en cuenta la localización en el arco dental.

1.3 PROPÓSITO

Teniendo en cuenta que actualmente va en aumento el uso de los implantes dentales en los tratamientos prostodónticos, el especialista, deberá estar en la capacidad de realizar previamente una evaluación de cada caso para determinar si es o no indicado realizar dicho tratamiento y las diferencias que se presentan en

la calidad ósea de acuerdo a la variable planteada. Por lo tanto, es importante preguntarse cuál es la calidad ósea de acuerdo a la ubicación en la cavidad oral.

Con esta investigación, se obtendrá información valiosa que proporcionará unos parámetros desde el punto de vista clínico, que ayudarán a los profesionales al momento de tomar decisiones en la planeación del tratamiento, y por consiguiente, lograr un resultado más predecible.

Se pretende además, evaluar si existe concordancia del método subjetivo frente al método tomográfico.

1.4 MARCO TEÓRICO

En la clínica Candelaria 1 del Colegio Odontológico, se está a cabo el Estudio denominado “Polaris”, una evaluación prospectiva, aleatorizada y controlada del sistema de implante New Connection y el sistema de implante Certain, para la conservación del hueso crestal; patrocinado por la Compañía de implantes Biomet 3i. El objetivo del estudio es evaluar los niveles de hueso crestal peri-implantar desde el momento de colocación del implante hasta dos años después de la carga, en un nuevo sistema de conexión pilar – implante y el sistema Certain. La clasificación utilizada para determinar el tipo de calidad ósea para este estudio es la de Misch de 1993.²

Los tratamientos odontológicos están encaminados a devolver forma y función sin dejar de lado la estética y sobretodo el confort del paciente. Es por esto que hoy en día la utilización de los implantes en los tratamientos dentales ha cobrado mayor importancia, se realizan con frecuencia, y a futuro parece ser la opción más indicada y una necesidad, más que un lujo.

En la colocación de implantes hay factores importantes que influyen en el éxito o fracaso del tratamiento, uno de ellos es la calidad ósea del hueso receptor del implante. Según Misch², varios autores han estudiado el éxito y fracaso de acuerdo a la calidad ósea presentándose mayor porcentaje de éxito en zonas de la boca donde la calidad es mejor. La calidad ósea depende no solo de la zona de la cavidad oral, sino también del recambio óseo que se da constantemente.

El éxito de los implantes dentales ha sido históricamente correlacionados tanto al volumen como a la calidad ósea. La estructura interna del hueso se describe en términos de calidad o densidad, reflejando un número de propiedades biomecánicas como la dureza o el módulo de elasticidad. Según la calidad ósea se puede determinar un alto grado de probabilidades de obtener estabilidad primaria del implante, como es el caso de los tipos de hueso que presentan altas densidades lo cual permite determinar un alto grado de probabilidad de oseointegración¹. Es por ello que se le ha dado gran importancia a la valoración de un examen previo de la calidad del hueso que va albergar al implante, así como la valoración previa del volumen óseo.

Las clasificaciones más relevantes de calidad ósea han sido las siguientes:

Linkow³ en 1970 clasificó la calidad ósea en tres categorías (Tabla 1):

Linkow en 1970
Hueso tipo I: tipo de hueso ideal con la presencia de algunas trabéculas espaciadas con pequeños espacios medulares.
Hueso tipo II: el hueso tiene espacios medulares ligeramente mayores con menor uniformidad en el patrón óseo.
Hueso tipo III: existen grandes espacios medulares entre las trabéculas óseas.

Tabla 1. Clasificación de la calidad ósea según Linkow en 1970

Linkow³ afirmó que el hueso tipo III provocaba una desadaptación del implante; el hueso tipo II era suficiente para los implantes y el hueso tipo I era el ideal para las prótesis sobre implantes.

Lekholm y Zarb⁴, en 1985, ante el gran problema para valorar la calidad ósea en las radiografías panorámicas o intraorales, propusieron una clasificación basada en cuatro tipos, en ellos el tipo de hueso es clasificado según el grosor de hueso cortical y su relación con el grado de densidad de hueso esponjoso (Figura 1, Tabla 2.). De este modo perfeccionaron la clasificación propuesta por Linkow en 1970, la cual solo empleaba 3 tipos de calidad ósea.

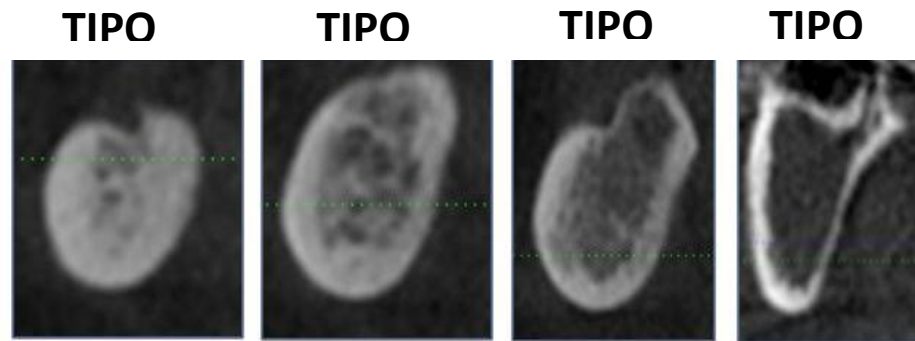


Figura 1. Clasificación de la calidad ósea según Lekholm y Zarb (1985)

Lekholm y Zarb en 1985	
Calidad I:	constituida con hueso compacto homogéneo.
Calidad II:	presenta una capa gruesa de hueso compacto alrededor de un núcleo de hueso trabecular denso.
Calidad III:	Muestra una delgada capa de hueso cortical alrededor de un hueso denso trabecular de resistencia favorable
Calidad IV:	Una delgada capa de hueso cortical alrededor de un núcleo de hueso esponjoso de baja densidad.

Tabla 2. Clasificación de la calidad ósea según Lekholm y Zarb en 1985².

Misch² en 1993 propuso una clasificación ósea describiendo cuatro clases, ordenadas al igual que hicieron Lekholm y Zarb anteriormente con base al grosor de cortical y espesor trabecular. Asimismo describió las regiones de mayor predominancia en el maxilar y mandíbula. Misch complementa su clasificación aportando también una relación de similitud táctil a cada clase, donde se puede correlacionar el grado de calidad ósea con la resistencia del hueso ante el fresado.

Misch² describe la calidad ósea, clasificándola en 4 tipos, donde D1 es principalmente hueso cortical denso, D2 presenta una cortical entre densa y porosa, pero gruesa, en la cresta, y hacia dentro un hueso trabecular espeso, D3 tiene una cresta con cortical más delgada y hueso trabecular fino y el D4 presenta una cortical casi imperceptible en la cresta, pero el hueso que es muy blando podría categorizarse como calidad D5 y correspondería a hueso inmaduro. (Tabla 3. Figura 2).

Existe una gran diferencia en la sensación táctil durante la preparación de la osteotomía en el hueso de diferentes densidades, ya que la densidad está directamente relacionada con la resistencia.⁵ Misch establece que la colocación del implante en el hueso D1 es similar a la resistencia en un taladro sobre madera de roble o arce. Hueso D2 es similar a la sensación táctil de perforar un pino o abeto blanco. Hueso D3 es similar a la perforación en una balsa de madera comprimida. Hueso D4 es similar a la perforación en una madera ligera o espuma de Poliestireno (Tabla 3). Estas observaciones clínicas pueden ser correlacionadas con diferentes densidades óseas mediante determinaciones histomorfométricas⁶.

CALIDAD ÓSEA	DESCRIPCIÓN	ANÁLOGO TÁCTIL	LOCALIZACIÓN ANATÓMICA TÍPICA
D1	Cortical Densa	Madera de roble o de arce	Parte anterior de la mandíbula
D2	Cortical porosa y trabecular gruesa	Pino blanco o madera de abeto	Parte anterior de la mandíbula Parte posterior de la mandíbula Parte anterior del maxilar
D3	Cortical porosa (fina) y trabecular fina	Madera de Balsa	Parte anterior del Maxilar Parte posterior del Maxilar Parte posterior de la mandíbula
D4	Trabecular fina	Espuma de Poliestireno	Parte posterior del maxilar

Tabla 3. Clasificación de la calidad ósea según Misch (1993)².

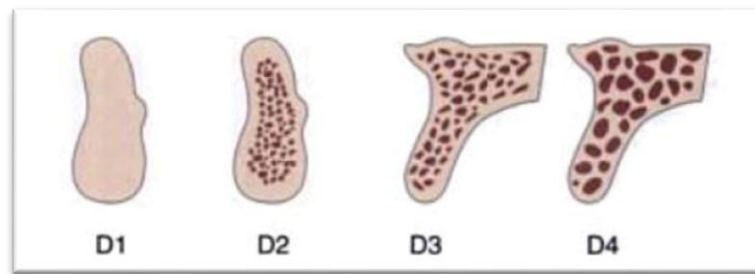


Figura 2. Representación gráfica de la clasificación de la calidad ósea según Misch².

Las radiografías panorámicas o periapicales no son muy útiles a la hora de determinar la densidad ósea, debido a que las tablas corticales suelen superponerse junto al resto de estructuras, dificultando la valoración de la densidad ósea trabecular. Además, los cambios más sutiles de D2 a D3 no se pueden cuantificar por estas radiografías. Por lo tanto, el plan de tratamiento inicial, el cual comienza a menudo con estas radiografías, es seguido mediante la densidad ósea basada en la localización anatómica típica. Es por esto que los autores que han aportado un tipo de clasificación ósea mediante una tomografía

axial computarizada (TAC) son los que han conseguido mayor grado de repercusión⁷.

La calidad ósea puede determinarse mediante la sensación táctil en el momento de la cirugía o la evaluación visual mediante métodos computarizados. Sin embargo, con el desarrollo de la tomografía computarizada asociada a un software de análisis, la calidad ósea puede ser determinada con mayor precisión, y el especialista tiene una herramienta para evaluarla la calidad en el sitio de la colocación del implante. La tomografía computarizada⁷ produce imágenes axiales de la anatomía del paciente, perpendicular al eje largo del cuerpo. Cada imagen de TC axial tiene 260.000 píxeles, y cada pixel tiene un número TC (unidades Hounsfield) relacionada con la densidad de los tejidos dentro del píxel. En general, cuanto mayor es el número en la CT, más denso el tejido.

Actualmente, este es el método de elección para planificación de los implantes dentales, y se ha utilizado para determinar la cantidad y calidad ósea, esta última definida por el valor medio de las Unidades Hounsfield (UH)^{8,9}.

La evaluación mediante métodos computarizados es la ayuda diagnóstica más acertada que permite evaluar la calidad ósea, la tomografía computarizada evalúa con gran exactitud la misma y esto es importante para medir y observar la calidad de hueso. También con este examen se puede evaluar la relación entre el maxilar superior e inferior en cuanto a la calidad del hueso¹⁰.

A través del tiempo, estudios de la calidad ósea se han centrado en la utilización de la tomografía computarizada Cone-Beam, y se ha encontrado que un análisis óseo mediante este método es efectivo para evaluar la calidad ósea y predecir la estabilidad inicial del implante¹¹.

La evaluación previa y precisa de los sitios de recepción para la colocación de implantes es esencial, particularmente cuando se planea una carga inmediata en los implantes dentales; sin embargo, actualmente la evaluación subjetiva de los sitios basado en radiografías preoperatorias y resistencia ósea durante la osteotomía, son medios aceptados para la determinación de la calidad ósea. Estudios han confirmado que la evaluación de la calidad ósea mediante la osteotomía es tan efectiva como el análisis óseo a través de medios computarizados, esto debido a que las medidas encontradas en la tomografía se correlacionan con las encontradas en la evaluación subjetiva¹².

Por otro lado, existen reportes que demuestran que el aumento de la edad o el género del paciente parece no afectar la calidad ósea en cuanto al potencial de oseointegración o la tasa de resorción observada en los implantes dentales, mientras que la zona de ubicación sí está relacionada de manera significativa al potencial de oseointegración¹. Sin embargo, para lograr una mejor comprensión de cómo la zona de ubicación del implante y la calidad ósea afecta los resultados de los implantes orales, la investigación debe tener como objetivo el establecimiento de medidas fiables y válidas de la condición preoperatoria maxilar

y mandibular, y debe existir una mejor documentación de los efectos de la condición ósea en los resultados de implantes orales.

Resulta importante establecer la relación entre densidad ósea y calidad ósea; una calidad ósea buena es considerada como un prerequisite para la estabilidad primaria del implante, pero ni el concepto de la calidad ósea ni la forma en q se puede evaluar está claramente definida en la literatura. El término es amplio y abarca varios aspectos de la fisiología ósea del grado de mineralización y de las propiedades estructurales, pero la importancia de cada parámetro no está completamente clara. En la literatura implantológica es considerada equivalente a la densidad ósea, definida esta última en la práctica clínica como la cantidad de minerales por centímetro cuadrado de hueso. La densidad ósea es frecuentemente medida con la tomografía computarizada.

La clasificación más aceptada del tejido óseo para el tratamiento con implantes dentales fue la establecida por Lekholm y Zarb⁴ y se basa en radiografías preoperatorias. Sin embargo, la evidencia de la eficacia de métodos clínicos para evaluar el tejido maxilar antes y durante la colocación del implante es escasa.⁶

Varios métodos clínicos han sido utilizados para evaluar el tejido óseo mandibular y la estabilidad primaria del implante, como el torque de inserción y la resonancia de análisis de frecuencia.¹³ Numerosos estudios han presentado comparaciones y correlaciones de diferentes técnicas de evaluación con resultados parcialmente contradictorios. Trisi P, Rao W⁶ en 1999 y Shapurian T⁸, en 2006, muestran que

los registros manuales subjetivos durante la preparación del lecho solo podrían ser utilizados para distinguir el tipo de hueso I y IV, aunque se ha afirmado que las mediciones del torque de inserción del implante se correlacionan bien con la densidad ósea mineral y el índice de calidad ósea de Lekholm y Zarb.

Friberg y colaboradores no encontraron diferencias significativas en el torque de inserción cuando se comparan la región anterior y posterior dentro del mismo arco o en diferente arco, los autores propusieron un procedimiento de resistencia que podría proporcionar un valor compuesto para características mecánicas en predecir calidad ósea para estabilidad inicial. Sin embargo, la mecánica de perforación con fresa y resistencia de fuerzas oclusales mediante implante tiene que ser investigada y correlacionada¹⁴.

1.4.1 RELACIÓN ENTRE CALIDAD ÓSEA Y ENFERMEDADES SISTÉMICAS

Varios estudios han informado que el número de pacientes que presentan enfermedades sistémicas y buscan tratamiento dental es creciente. La Diabetes Mellitus es una de estas enfermedades sistémicas que muestra grandes alteraciones del hueso y el metabolismo mineral. Los bajos niveles de insulina en pacientes que sufren de Diabetes Mellitus son asociados con algunos trastornos de la salud ósea incluyendo una disminución de la densidad ósea y consecuentes fracturas por fragilidad, así como una pobre cicatrización ósea.

En el estudio de Abbassy y colaboradores en el 2010 concluye que la Diabetes Mellitus afecta la arquitectura del hueso a partir de un análisis histomorfométrico dinámico. Los resultados de este estudio se verificaron a nivel celular por un estudio histológico que mostró una disminución del número de osteoclastos en la pared alveolar lo que sugiere en la fase temprana de la Diabetes Mellitus como resultado de un recambio óseo bajo. Sin embargo son necesarios más estudios para dilucidar el mecanismo exacto por el cual la diabetes produce alteraciones en las estructuras óseas¹⁶.

Por otro lado, respecto al descubrimiento de los bifosfonatos, se conocen sus potentes efectos inhibitorios sobre la reabsorción ósea y la regulación de la calcificación, por lo tanto podrían ser potencialmente útiles para la prevención de la osteoporosis, artritis y otras enfermedades osteolíticas¹⁷; es posible que su uso prolongado aumente la densidad del hueso alveolar y esa alteración estructural podría desempeñar un papel en la reducción de la capacidad de reparación del tejido óseo alveolar en respuesta a diferentes procedimientos dentales¹⁸.

Los bifosfonatos tienen una alta afinidad por el calcio de la hidroxapatita de la matriz mineral ósea despertando interés en el campo de la odontología por la influencia sobre la densidad mineral ósea. Estudios han concluido que los bifosfonatos por vía oral no parecen afectar significativamente el éxito del implante cuando su uso no supera los tres años, sin embargo se ha identificado un mayor riesgo de inflamación en procedimientos quirúrgicos cuando la vía de

administración de los bifosfonatos es intravenosa. La administración de bifosfonatos a corto plazo puede tener beneficios clínicos, ya que son útiles en la reducción vertical de la reabsorción ósea e influyen en un proceso de cicatrización rápido.

Los bifosfonatos son eficaces en la prevención de la pérdida ósea, pero ineficaces durante la formación de hueso a pesar de la diferenciación osteoblástica incrementada¹⁹.

1.4.2 MEDICIÓN DE LA DENSIDAD OSEA

Además del método subjetivo de medición o evaluación de la calidad ósea se han incluido, la histomorfometría de biopsias de hueso (Thomsen et al.1998; Trisi y Rao 1999), la densitometría, (Devlin et al. 1998), microtomografía microcomputarizada (Fanusco 2004), análisis de imagen digital de microrradiografías (Jager et al. 1990) y la ecografía, entre otros (Hans et al. 1996). Muchas de estas técnicas proporcionan una medida cuantitativa fiable de la densidad ósea, pero no son prácticos para el ejercicio profesional.²⁰

La microtomografía microcomputarizada (micro CT), es un método relativamente nuevo para imaginar y cuantificar el hueso con muy alta resolución. Ha sido usada para estudiar la microestructura de materiales en tres dimensiones y estudiar la relación entre parámetros microestructurales y propiedades mecánicas de hueso esponjoso.

La microtomografía es una técnica precisa no destructiva para determinar la densidad ósea y la arquitectura trabecular en biopsias de procesos alveolares *in vivo*, es una práctica de interés en la predicción de la estabilidad primaria del implante, el cual puede ser asociada con el éxito en la inserción del implante dental³³.

Otros métodos radiológicos para medidas de densidad mineral ósea que producen relaciones cercanas son el Escaneo de Absorciometría de Rayos x, y unidades Hounsfield, de imágenes de tomografía computarizada.

Los datos de una imagen digital de tomografía computarizada, son adquiridos y manipulados en una matriz de elementos llamada voxels (volumen element). Una imagen se construye analizando cada voxel, y proyectando el resultado en una superficie bidimensional subdividida en elementos de imagen llamada pixeles. Cada celda de una matriz o pixel (picture element), determina el brillo de la imagen y su valor numérico, es conocido como Unidades Hounsfield, que está relacionado con la composición del tejido sometido a imagen³⁴ (Figura 3, figura 4).

La “matriz de reconstrucción” es el conjunto de pixeles usados en la reconstrucción de la imagen usados en filas y columnas, la mayoría de los sistemas de imagen digital, ofrecen tamaños de matrices, de 512 x 512 o 1024 x 1024, a mayor tamaño de la matriz, mayor resolución espacial de la imagen.

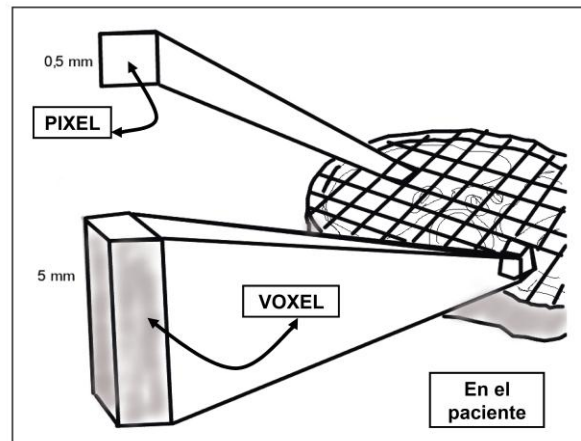


Figura 3. Relación entre Pixel y Voxel

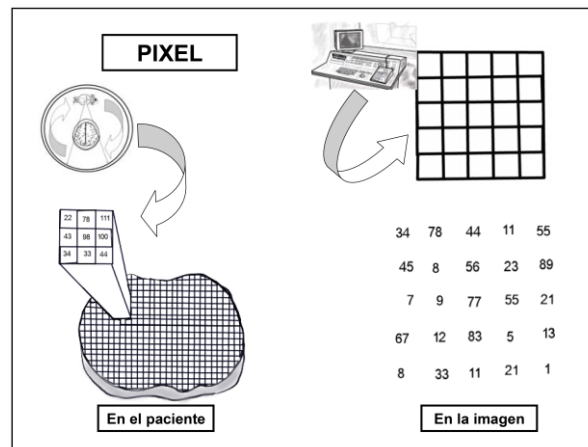


Figura 4. La Matriz y el pixel en tomografía.

Imágenes tomadas de webs.um.es/mab/miwiki/lib/exe/fetch.php

En 1972 Godfrey Hounsfield presentó una técnica novedosa de imagen conocida como tomografía axial computarizada (TAC)²¹. La Tomografía Computarizada es actualmente la única técnica de imagen para diagnóstico justificable que permite al menos dar conclusiones en bruto sobre la estructura y densidad de los huesos de la mandíbula²². Es una excelente herramienta para la evaluación de la relación

entre la distribución de hueso compacto y esponjoso. La densidad ósea se puede evaluar utilizando unidades Hounsfield (UH), que están directamente relacionados con el coeficiente de atenuación del tejido.

Se presume que los tejidos con mayores coeficientes de atenuación(UH), son más sólidos, y por lo tanto un rayo de luz virtual, que trate de atravesar un tejido, lograra pasar en mayor o menor grado, según la solidez del tejido, este haz de luz simulado, está sujeto a las mismas leyes físicas de reflexión y refracción, por tanto esta es la base de reconstrucción de una imagen, según la reconstrucción tridimensional, estos rayos que atraviesan el conjunto de voxel, analizar unas y otras características de los mismos que influirán en la imagen final.

El *Coeficiente de Atenuación*, como magnitud física se considera uno de los grandes aportes de Godfrey Newbold Hounsfield al Diagnóstico Radiológico. Desde el prototipo hasta los modelos actuales, todos los escáneres de Tomografía Computarizada son capaces de medir y expresar en cifras exactas el grado de atenuación que producen los tejidos corporales de una persona sobre el haz de rayos X cuando realiza un barrido circular en el transcurso de cualquier exploración. Es un parámetro específico y exclusivo de los aparatos de Tomografía Computarizada²³.

Las Unidades Hounfield se representan en escalas de grises y podemos clasificar los coeficientes de atenuación en 6 grupos, denominados ventanas de

reconstrucción, que no son más que los rangos de visualización en UH, y se basan en las diferencias de atenuación (Figura 5).

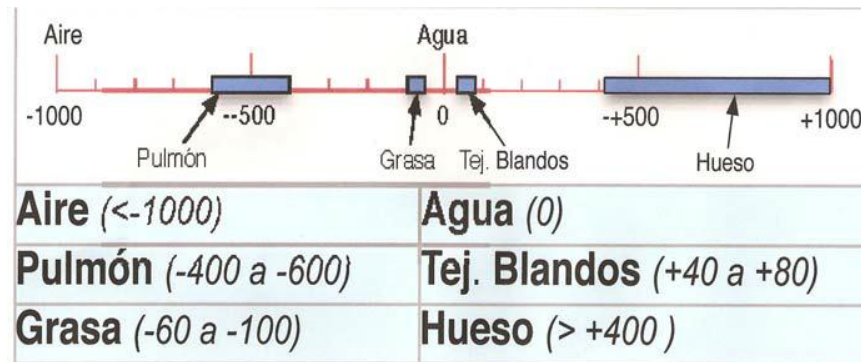


Figura 5. Diferencias de atenuación.

La formación de los contrastes en la imagen de tomografía, viene determinada por los gradientes de absorción o atenuación de un objeto explorado por los rayos X de la tomografía computarizada, por tanto el valor que se obtienen en cada pixel, se le denomina valor de atenuación, y se representa por un número entero. Cada coeficiente, cuadrícula o celda de información o pixel, tiene un número de tomografía computarizada o atenuación, que se denomina unidades hounsfield³⁴.

El grado de atenuación, formulado en Unidades Hounsfield (UH) en honor a su descubridor, expresa de forma numérica, por cada centímetro y para cada tejido que atraviesa, la atenuación en la intensidad que experimenta el haz de rayos, desde que sale por la ranura del tubo hasta que llega atenuado a la bandeja de los detectores que se dispone en el polo opuesto²³.

Siguiendo las directrices marcadas por las investigaciones previas de Godfrey Hounsfield comenzó a medir desde diversos puntos, la atenuación que se producía en la intensidad de un haz de rayos rotatorio cuando éste atravesaba los órganos que componen el cuerpo humano. Según las cifras que iba midiendo en cada proyección, elaboró una escala comparativa donde fue ordenando todos los tejidos según su mayor o menor capacidad de atenuación y les fue asignando un número, un *coeficiente de atenuación*. Los más densos, como los huesos absorbían más cantidad de rayos y por ese motivo tenían un coeficiente de atenuación elevado en la escala elaborada por Hounsfield. En cambio los órganos poco densos como los pulmones eran atravesados fácilmente por los rayos porque su coeficiente de atenuación era muy bajo.

Para elaborar esta escala tomó como referencia la atenuación que producía el agua sobre un haz de rayos y le atribuyó el valor cero (0 UH). Esta medida iba a servir de referencia para calcular todos los demás coeficientes. Posteriormente midió la atenuación del hueso compacto cortical al que adjudicó mil unidades positivas (+1000 UH), porque era el tejido más denso y los minerales que contiene tienen una gran capacidad de absorción de los rayos X.

En el polo opuesto colocó el aire de los senos paranasales y de los pulmones, con unas cifras de mil unidades negativas (−1000 UH) porque la atenuación del haz de rayos x cuando atravesaba el aire de los pulmones era muy baja. Entre ambos extremos fue ordenando, de mayor a menor, la atenuación producida en otros tejidos y órganos que tienen gran importancia en la composición de los seres

humanos. Por el lado de los valores negativos adjudicó una serie de cifras intermedias de (-50 a -100 UH) para la grasa subcutánea o retroperitoneal. En cambio por la parte de la escala positiva obtuvo (+30 a +35 UH) para el parénquima cerebral y cifras un poco más elevadas para las vísceras sólidas como el hígado o el bazo (+45 a +50 UH).

Por lo anteriormente expuesto, las Unidades Hounsfield se basan en valores de densidad del aire, agua, y hueso denso, a los cuales se le asignan valores arbitrarios de -1.000, 0, y 1000, respectivamente.

El uso de estos parámetros para establecer una escala relativa, un rango de valores fue proporcionado para diferentes tipos de huesos, incluyendo hueso cortical muy denso (> 600 HU), hueso cortical denso-esponjoso (entre 400 y 600 HU), y hueso cortical esponjoso de baja densidad (<200 HU)²⁴. La escala Hounsfield ha sido utilizada para evaluar la densidad de hueso para la colocación del implante^{24,25} y los resultados fueron considerados específicos para el sitio, objetivos y cuantitativos.

Las unidades Hounsfield han sido utilizadas en tomografía computarizada espiral como una medida relacionada para densidad ósea mandibular. Las clasificaciones actuales y procedimientos para evaluar el hueso tienen ciertas desventajas, ya que la competencia mecánica en términos de masa, estructura y material, no es bien dirigida para hueso trabecular. Ha habido intentos no exitosos para cuantificar la densidad ósea en consideración de resistencia mecánica.

Hace aproximadamente 10 años fue indicada una clasificación de densidad ósea basada en imagen, que utiliza valores de escala de grises que se muestra en la tomografía computarizada.

El método de medida de densidad ósea preoperatoria fue defendido como un indicador pronóstico en el cual los resultados cuantitativos, objetivos y de sitio específico sobre la escala Hounsfield, proporcionarían información de calidad ósea.²⁶

La tomografía dental computarizada representa el método de elección para planificación de los implantes dentales, aunque se ha utilizado para determinar la cantidad de hueso recientemente se ha sugerido que esta tiene la posibilidad de medir la calidad ósea, definido como el valor medio de las unidades Hounsfield (HU) y así ayudar a evitar la colocación de implantes en lugares pobres donde el fracaso es probable. Una cuantificación de la calidad ósea usando utilizando la densidad ósea mineral (DOM), puede ser utilizado para estimar antes de la cirugía la estabilidad del implante.

Para el éxito de los implantes dentales, son de importancia tres aspectos:

- La intervención quirúrgica
- La tensión mecánica en la interfase hueso implante
- La posición del implante

Todos estos factores y su interacción harán la diferencia entre el éxito y el fracaso a largo plazo.

En particular el hueso esponjoso donde las unidades HU representan una atenuación promedio para las trabéculas medulares, la medición de la densidad ósea mineral es comúnmente aceptada como una medida de mineralización ósea. En esta escala un valor de cero de densidad ósea mineral corresponde por definición a cero en unidades HU, los valores negativos de HU, por tanto puede dar lugar a valores de densidad ósea mineral negativos.

La densidad ósea mineral tiene que ser medida exactamente en el sitio de la implantación, ya que esta puede variar en gran medida, de esta forma el cirujano será capaz de juzgar la calidad ósea local mediante la interpretación del color de los datos codificados en la tomografía computarizada. Para codificar los valores locales de densidad ósea mineral se establece la escala de grises, pero posteriormente se inserta la escala de colores en esta escala de grises. Por tanto la codificación en una escala de color para densidad ósea mineral remplazo la escala de grises.

Una pequeña ventana en la escala de colores en los valores de densidad ósea mineral se sugiere que es más amplio que el estándar en la escala de grises facilitando así la evaluación de los posibles sitios del implante²⁷.

El software utilizado en la TC abre un nuevo horizonte en el análisis de la calidad ósea, ya que además de posicionar electrónicamente el implante, se puede realizar no solo una apreciación visual, como en los casos anteriores, sino que se puede validar la calidad de hueso mediante las Unidades Hounsfield, dado que cada voxel contiene una cantidad determinada de UH que está en relación con la densidad de los tejidos.

Kircos y Misch²⁸ en 1999, aprovecharon esta información para complementar su anterior clasificación, y realizaron un estudio retrospectivo de las imágenes de TC de pacientes con implantes, donde establecieron una correlación entre las UH y la densidad en el momento de la cirugía (Tabla 4). En un inicio correlacionó 4 tipos de densidades, D1, D2, D3 y D4, posteriormente añadió D5 a su clasificación. Números negativos, sugerentes de tejido graso, se han observado en placas corticales de algunas mandíbulas, incluyendo zona anterior mandibular.

D1:	>1250 Hounsfield units
D2:	850 to 1250 Hounsfield units
D3:	350 to 850 Hounsfield units
D4:	150 to 350 Hounsfield units
D5:	<150 Hounsfield units

Tabla 4. Correlación entre tipo de hueso según Misch y Unidades Hounsfield en TC.

Norton and Gamble también encontraron una correlación general entre la clasificación subjetiva de la densidad ósea de Lekholm y Zarb y los valores de TC²⁰.

Los métodos de evaluación preoperatoria son realmente subjetivos, y en ocasiones poco fiables, de acuerdo a la publicación de Michael R. Norton y Carole Gamble²⁰, si se hace una análisis exhaustivo de las tomografías, utilizando el software Simplant, basado en la escala Hounsfield puede observarse una gran correlación entre el valor de la densidad ósea y el nivel de calidad ósea subjetiva de Lekholm y Zarb, y de igual forma entre la puntuación de la densidad ósea y la región de la boca. Dentro de los datos obtenidos en este estudio, teniendo en cuenta las regiones y la calidad ósea, los valores de unidades Hounsfield reportados se presentan en la tabla 5.

Quality (Lekholm & Zarb)	Bone density range (HU) (Norton & Gamble)	Region of interest
Quality 1	> +850	Anterior mandible
Quality 2/3	+500 to +850	Posterior mandible/anterior maxilla
Quality 4	0 to +500	Posterior maxilla
Quality 4*	<0	Tuberosity region

Tabla 5. Unidades Hounsfield de acuerdo a la zona de ubicación y calidad ósea.

Estudio de Norton y Gamble

Como se puede observar en la tabla 5, calidades óseas 2 y 3 se han combinado en un grupo, ya que no es posible diferenciar fácilmente entre los dos sobre la base de una evaluación visual subjetiva. Esto se encuentra apoyado por el trabajo publicado por Trisi y Rao en 1999⁶ el cual reportó una fuerte correlación entre la

calidad ósea tipo 1, clasificada subjetivamente (basado en la resistencia del hueso a la perforación), y la densidad ósea como medida histomorfométrica. De igual manera, la calidad ósea tipo 4 también fue altamente correlacionada con ambas evaluaciones. En contraste, no fue posible predecir diferencias entre las calidades óseas tipo 2 y tipo 3 por estos métodos, pues se obtuvieron resultados que no eran estadísticamente significativos.

El Software Simplant (Columbia Scientific Inc, Columbia, MD, USA) es un software 3D, diseñado para implantología guiada por ordenador, el cual facilita estudiar las características anatómicas del paciente, realizar simulaciones de injertos, colocación de implantes y analizar la densidad ósea, con el fin de evitar inconvenientes al momento de la cirugía (Figura 6).



Figura 6. Software Simplant. Implantología guiada por ordenador

Para la lectura de las tomografías, se deben pasar a lenguaje DICOM. Una vez importado el archivo, en el software se hacen las mediciones por la aplicación herramientas, “medir densidad”, la cual, dependiendo de la ubicación proporciona un valor en unidades Hounsfield²⁰.

El desarrollo de nuevas técnicas en imágenes y el incremento en las imágenes en formato digital, ha ocasionado el sistema de administración de imágenes médicas llamados PACS (Pictures Archiving and Communications in Medicine), la evolución en este diseño, avanza hacia una arquitectura abierta con equipo de distintos proveedores basado en el estándar DICOM (Digital Image and Communication in Medicine), definido como un estándar de comunicación reconocido mundialmente para el intercambio de imágenes médicas pensando en el manejo, almacenamiento, impresión y transmisión de imágenes médicas.

El sistema DICOM, tiene como objetivos³⁵ (Figura 8):

- Promover la comunicación de imágenes digitales sin importar el fabricante del dispositivo.
- Facilitar el desarrollo y expansión de PACS que puedan interconectarse con otros sistemas de información del hospital.
- Permitir la creación de bases de datos de información de diagnóstico, que se puedan consultar por una amplia variedad de dispositivos distribuidos geográficamente.
- DICOM contempla el modelo orientado a objetos, buscando con ellos que los desarrollos en software del mismo, sean más rápidos, dependiendo de modelos explícitos y detallados, de cómo están descritos y relacionados estos objetos (pacientes, imágenes, reportes) involucrados en operaciones en radiología.

- El diseño orientado a objetos proporciona una manera de describir la información y qué hacer con ella, DICOM hace uso de este concepto, definiendo servicios como “almacenar una imagen” u “obtener una imagen”.

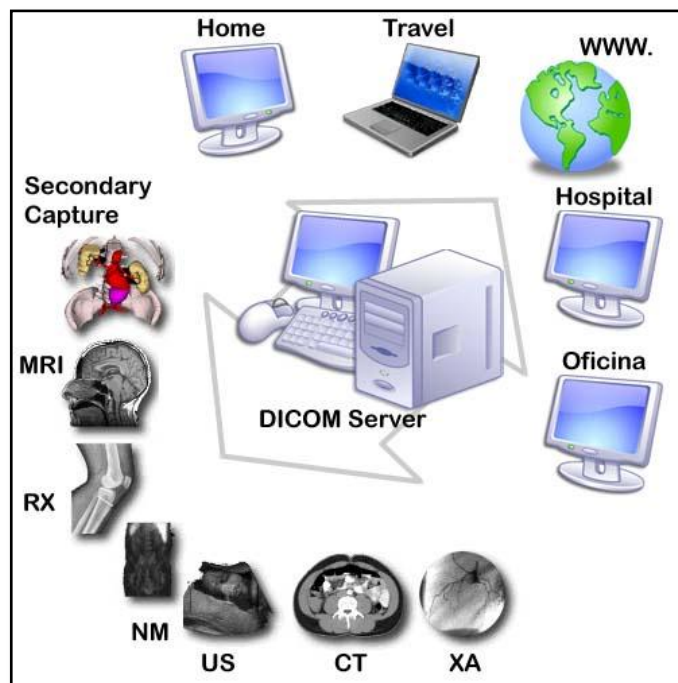


Figura 7. Objetivos sistema DICOM.
Imagen tomada de http://digirad.com.ar/en/diginet_s_txt.htm

El sistema también permite fabricar la guía quirúrgica con base en la planeación digital realizada, entonces, una vez hecha, se pre-visualiza y se realiza el pedido online de la guía SurgiGuide específica para cada paciente, directamente desde el plan terapéutico SimPlant.

Las guías de soporte mucoso o dental hacen que la cirugía sin colgajo sea una alternativa real. Sin embargo, si se prefieren abordajes óseos, SimPlant también guía por este camino. El ajuste perfecto y la estructura de la guía SurgiGuide

(Figura 7) garantizan una precisión total con la fresa, en cualquier dirección que se decida seguir. La realidad virtual convierte la realidad en la Immediate Smile® definitiva.



Figura 8. Guía SurgiGuide. Imagen tomada de <http://www.cad3d.co>

Al respecto, en el estudio de Gomes de Oliveira y colaboradores del 2008²⁹, se evaluó la asociación entre las mediciones de la densidad del hueso trabecular de sitios potenciales de implantes hecho sobre imágenes axiales DICOM (Digital Imagen and Communication in Medicine), para correlacionar la densidad ósea en unidades Hounsfield (UH) con la clasificación subjetiva, y de esta manera establecer una escala cuantitativa para cada categoría de calidad del hueso. El estudio consistió en el análisis de 27 tomografías computarizadas de 75 exámenes realizados a sitios potenciales para los implantes. La densidad ósea trabecular se observó con Tomografía Computarizada, y subjetivamente fue evaluada por 2 examinadores. En el estudio se encontró que el tipo de hueso más frecuentemente encontrado fue el tipo 2, y la densidad ósea se redujo significativamente de los tipos de hueso 1 a 4. Los parámetros cuantitativos variaron, encontrándose en el

hueso tipo 4 menos de 200 HU, en los tipos de hueso 2 y 3 más de 200HU a menos de 400 HU y hueso tipo 1 más de 400 HU. El autor concluye finalmente teniendo en cuenta estos resultados que diferentes calidades de hueso se pueden encontrar en cualquiera de las regiones anatómicas estudiadas (zonas anteriores y posteriores del maxilar y mandíbula), lo que confirma la importancia de una evaluación específica del sitio hueso tejido antes de la colocación del implante.

En otro estudio, realizado por Kyou Hiasa y colaboradores, donde evaluaron la tomografía antes de los procedimientos de acuerdo a las densidades óseas en unidades Hounsfield (HU) en los sitios de implante en los que obtuvo una fijación primaria. Los datos de tomografía de acuerdo a la zona, presentaron densidades que de mayor a menor fueron: mandíbula anterior, anterior maxilar, mandíbula posterior, maxilar posterior.³⁰

De igual manera, I. Turkyilmaz y colaboradores³¹ en el 2007, establecen también que las clasificaciones de los huesos sólo han proporcionado métodos subjetivos para la evaluación preoperatoria, el cual se puede considerar poco fiable. El estudio realizado por este autor, evaluó las variaciones de la densidad ósea en los lugares designados para implantes endo-óseos utilizando tomografía computarizada, encontrando que las densidades óseas pueden variar notablemente cuando se comparan las áreas de un sitio de implante designado. Teniendo en cuenta las unidades Hounsfield, hubo diferencias de densidad para las cuatro regiones dentro de la cavidad oral. En la zona anterior mandibular se encontró un valor de densidad promedio de 944 ± 207 unidades Hounsfield > que

zona anterior maxilar, $715 \pm 190\text{HU}$ mayor que en zona posterior mandibular, $674 \pm 227\text{HU}$ mayor que en zona posterior maxilar.

La tomografía computarizada puede ser una herramienta útil para la determinación de la densidad ósea de las áreas de interés antes de la colocación del implante, y esta información es valiosa para los odontólogos pues les permite realizar una mejor planificación del tratamiento con respecto a las posiciones de los implantes.

Para evaluar las variaciones de la densidad ósea en los sitios designados para la colocación de implantes, Masih Shahlaie y colaboradores³² en el 2003 hicieron uso de Tomografía cuantitativa computarizada mediante el análisis de unidades Hounsfield y la compararon con las mediciones de la Tomografía Computarizada subjetiva evaluada por dos examinadores independientes con base en la clasificación de Lekholm y Zarb. Los resultados demostraron que las densidades óseas pueden variar notablemente dependiendo del sitio designado para el implante. La Clasificación de Lekholm y Zarb, en la cual se basaron los 2 examinadores presentaron coeficientes de correlación positivos. Los resultados de este estudio destacan la importancia del uso de las tomografías antes de la colocación de los implantes que permiten las evaluaciones topográficamente precisas de la densidad ósea en la región de interés; y concluyen que el acceso a los valores de la tomografía computarizada debe constituir un valioso complemento de las evaluaciones subjetivas de la densidad ósea antes de la colocación del implante.

Tannaz Shapurian y colaboradores⁸ en el 2006, al realizar un estudio que tenía como objetivo evaluar la calidad del hueso en diferentes segmentos de la mandíbula edéntula y comparar la evaluación objetiva de la calidad ósea basada en la escala Hounsfield con la evaluación subjetiva, encontró que los valores de unidades Hounsfield más altos se encontraron en la mandíbula anterior (559 ± 208 HU), seguido de 517 ± 177 HU para el maxilar anterior, 333 ± 199 HU en el maxilar posterior, y 321 ± 132 HU para la mandíbula posterior. No se encontró asociación entre el valor de las unidades Hounsfield, la densidad y la edad o el sexo. Cuando la calidad del hueso subjetiva se correlacionó con los resultados del índice Hounsfield, sólo la relación entre HU y hueso tipo 4 resultó ser significativa. El conocimiento de las unidades Hounsfield como una medida cuantitativa de la densidad ósea puede ser útil como una herramienta de diagnóstico.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

Comparar el método subjetivo frente al método tomográfico para la determinación de la calidad ósea según la clasificación de Misch.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECIFICO

- Establecer la calidad ósea en el momento quirúrgico por medio del método subjetivo.
- Establecer la calidad ósea de acuerdo al software Simplant, dado en unidades Hounsfield.
- Correlacionar los resultados obtenidos en cada una de las evaluaciones.
- Establecer la frecuencia de la calidad ósea según la zona de ubicación del implante.

2 ASPECTOS METODOLÓGICOS

2.1 TIPO DE ESTUDIO

Descriptivo de concordancia

2.2 OBJETO DE ESTUDIO

Calidad ósea.

2.3 POBLACION DE ESTUDIO

Pacientes valorados y operados para ingresar al estudio Polaris.

2.4 MUESTRA

130 zonas de ubicación de los implantes colocados en 40 pacientes dentro de un estudio específico. *-Estudio Polaris-*

2.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN

2.5.1 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Pacientes de ambos géneros, mayores de 18 años.
- Pacientes con ausencia de mínimo dos dientes.

- Pacientes en los cuales se haya decidido como tratamiento, el uso de implantes dentales para la condición edéntula en maxilar o mandíbula.

2.5.1 CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Pacientes con infección activa o inflamación grave en la cavidad oral.
- Pacientes que fuman más de 10 cigarrillos por día.
- Pacientes con enfermedad sistémica no controlada.
- Pacientes con historial de radiación terapéutica en la cabeza
- Pacientes que necesitan un injerto óseo en el sitio previsto para el implante del estudio con fines de aumento. Si en el momento de la cirugía resulta necesario tratar algunos espacios laterales. esto se considera aceptable y no excluirá al paciente del análisis.
- Pacientes en embarazo
- Pacientes que exhiben evidencia de graves hábitos para-funcionales como bruxismo.

2.6 VARIABLES DEL ESTUDIO

2.6.1 TABLA DE VARIABLES

VARIABLE	OPERACIONALIZACION	NIVEL DE MEDICION	ESCALA DE MEDICION	RELACION
CALIDAD OSEA	Tipo de hueso 1 Tipo de hueso 2 Tipo de hueso 3 Tipo de hueso 4	Cualitativa	Nominal	Dependiente
MÉTODO	- Subjetivo - Tomográfico	Cualitativo	Nominal	Independiente
ZONA DE UBICACIÓN DEL IMPLANTE	Anterior Maxilar Posterior Maxilar Anterior Mandibular Posterior Mandibular	Cualitativa	Nominal	Independiente

2.7 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INSTRUMENTO No 1. MÉTODO SUBJETIVO

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

NÚMERO DE FICHA _____

EDAD ----- AÑOS

GÉNERO F ☐ M ☐

ZONA DE UBICACIÓN

- ANTERIOR MAXILAR ☐

TIPO DE HUESO: TIPO I ☐ TIPO II ☐ TIPO III ☐ TIPO IV ☐

- POSTERIOR MAXILAR: ☐

TIPO DE HUESO: TIPO I ☐ TIPO II ☐ TIPO II ☐ TIPO IV ☐

- ANTERIOR MANDIBULAR ☐

TIPO DE HUESO: TIPO I ☐ TIPO II ☐ TIPO III ☐ TIPO IV ☐

- POSTERIOR MANDIBULAR ☐

TIPO DE HUESO: TIPO I ☐ TIPO II ☐ TIPO III ☐ TIPO IV ☐

2.8 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INSTRUMENTO No 2. MÉTODO TOMOGRÁFICO

INSTRUMENTO DE RECOLECCION DE DATOS

NÚMERO DE FICHA _____

EDAD ----- AÑOS

GÉNERO F ☐ M ☐

ZONA DE UBICACIÓN

- ANTERIOR MAXILAR ☐

TIPO DE HUESO: TIPO I ☐ TIPO II ☐ TIPO III ☐ TIPO IV ☐

- POSTERIOR MAXILAR: ☐

TIPO DE HUESO: TIPO I ☐ TIPO II ☐ TIPO II ☐ TIPO IV ☐

- ANTERIOR MANDIBULAR ☐

TIPO DE HUESO: TIPO I ☐ TIPO II ☐ TIPO III ☐ TIPO IV ☐

- POSTERIOR MANDIBULAR ☐

TIPO DE HUESO: TIPO I ☐ TIPO II ☐ TIPO III ☐ TIPO IV ☐

2.9 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

INSTRUMENTO No 3. FINAL

INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS									
No.	CEDULA	EDAD	NOMBRE DEL PACIENTE	TOMOGRFIA	ZONA DE IMPLANTE	TIPO DE IMPLANTE	TIPO DE HUESO (subjetivo)	TIPO DE HUESO (UH-valor medio)	LONGITUD Y DIAMETRO DEL IMPLANTE
1									
2									
3									
4									
9									
12									
15									
16									
17									
21									
22									
23									
24									
25									
28									
29									
30									
31									
33									
35									
36									
38									
39									
40									
41									
42									
44									
46									
50									
54									
57									
63									
64									

2.10 CONSIDERACIONES ÉTICAS

De acuerdo con las disposiciones legales de los entes de control y como lo establece la resolución 8430 de 1993 del Ministerio de Salud de Colombia, por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud, el presente estudio representa un riesgo mayor al mínimo, aprobado por el Comité de Ética Institucional.

3 PROCEDIMIENTO

3.1 EVALUACIÓN TOMOGRAFICA

PROTOCOLO DE LA TOMA DE TOMOGRAFIA VOLUMETRICA

1. Se recibe la orden del paciente, se verifica que tipo de estudio requiere
2. Se hace seguir al paciente al área del equipo de radiografía extraoral
3. Se solicita al paciente retirar todo objeto metálico que tenga del cuello hacia arriba.
4. Se entrega el gel desinfectante para las manos del paciente
5. Se le indica al paciente que retire todo aparato removible
6. Se coloca chaleco plomado al paciente. Y se le informa el procedimiento a seguir y tiempo estimado en la toma del examen
7. Se procede a la toma de la tomografía y si es maxilar superior o inferior ubicamos en el equipo en el panel de control en una ventana de 80 por 80, con un kilovoltaje de 80 y un MA 7, si es una zona, ubicamos el equipo en una ventana de 40 por 40 con un kilovoltaje de 80 y un MA de 6
8. Simultáneamente se reconstruye la tomografía, se verifica la calidad de la imagen en el computador.
9. Una vez terminado el procedimiento, retiramos el paciente del equipo y el chaleco.

PROTOCOLO LECTURA Y /O IMPRESION DE LA TOMOGRAFIA

1. Doble clic a la tomografía
2. Abrir la tomografía
3. Sincronizar cortes y presentación del volumen
4. Mostrar cursores de orientación
5. Ubicar la línea roja horizontal
6. Vista de curved MPR
7. Dibujar la línea sobre la arcada
8. Clic derecho sobre panorámica, eliminar MD sagital line
9. Dar brillo y contraste con el histograma
10. Clic derecho sobre algún corte y seleccionar dimensiones y elegir opción 30x40
11. Seleccionar los cortes a imprimir
12. Clic en impresora y elegir aceptar.
13. Yes, cancelar.
14. Llenar los datos del odontólogo
15. Imprimir

3.2 EVALUACION DE LAS UNIDADES HOUDSFIELD

Análisis exhaustivo de las tomografías, utilizando el software Simplant, basado en la escala Hounsfield. Simplant (Columbia Scientific Inc, Columbia, MD, USA) es

un software 3D, para implantología guiada por ordenador, con el fin de que no se presenten inconvenientes al momento de la cirugía.

Para la lectura de las tomografías, se pasan al lenguaje Dicom. Una vez importado el archivo, el software hace las mediciones por la aplicación herramientas, la cual, dependiendo de la ubicación dará un valor en unidades Hounsfield²⁰. El resultado se correlacionará posteriormente con lo encontrado en el momento de la evaluación clínica, en la cirugía y con la evaluación de la tomografía.

Para la medición de la calidad ósea, un residente de Prostodoncia calibrado, planificó la colocación de los 130 implantes teniendo en cuenta el sitio específico (Figura 9, 10), longitud y diámetro de cada uno (Figura 11), posteriormente se tomaron dos medidas (dadas en UH), una ubicada en hueso cortical (Figura 12) y otra en hueso esponjoso (Figura 13), se promediaron y este resultado se clasificó según la tabla de calidad ósea de Misch (1999) en la cual estableció una correlación entre las UH y la densidad en el momento de la cirugía (Tabla 6, Figura 14).



Figura 9. Ubicación de la zona de colocación del implante

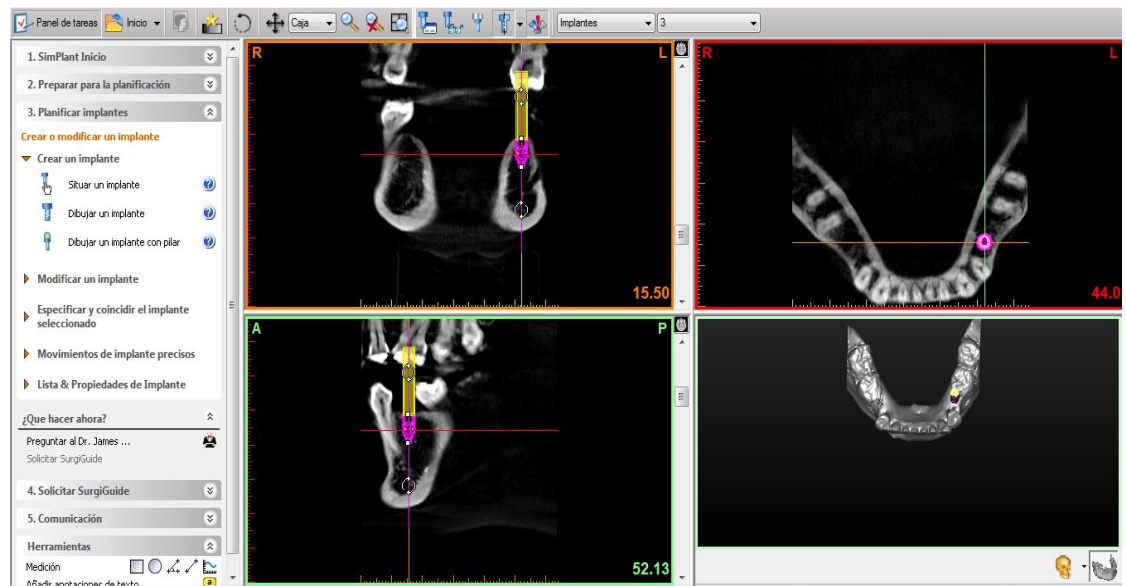


Figura 10. Localización del implante

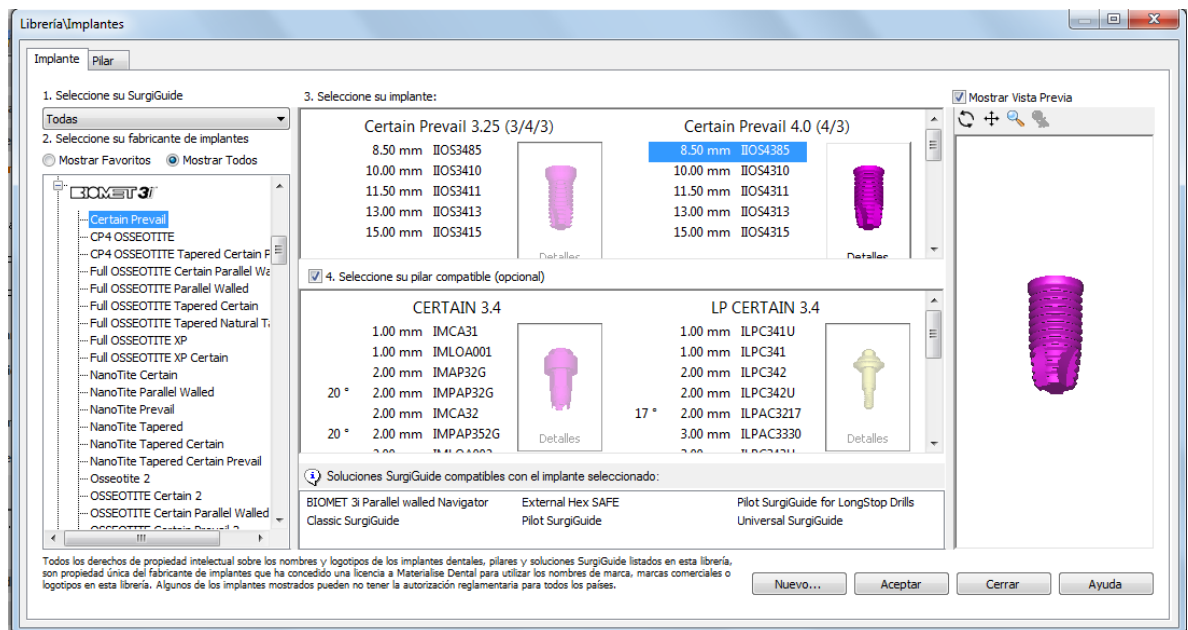


Figura 11. Selección del implante (longitud y diámetro)



Figura 12. Medición de la densidad ósea en cortical.



Figura 13. Medición de la densidad ósea trabecular.

D1:	>1250 Hounsfield units
D2:	850 to 1250 Hounsfield units
D3:	350 to 850 Hounsfield units
D4:	150 to 350 Hounsfield units
D5:	<150 Hounsfield units

Tabla 6. Correlación entre tipo de hueso según Misch (1999) y Unidades Hounsfield en TC.

Tipos de Densidad Ósea

Clasificación: Misch

Tipo D1:	mayor que	1250	HU	
Tipo D2:	entre	850	HU	y 1249 HU
Tipo D3:	entre	350	HU	y 849 HU
Tipo D4:	entre	150	HU	y 349 HU

Figura 14. Tipo de densidad ósea, clasificación Misch 1999 (Software Simplant)

3.3 EVALUACIÓN CLÍNICA

En el marco del estudio Polaris, se colocaron 130 implantes a un grupo de 40 pacientes, por un experto calibrado para tal fin. El procedimiento consiste en los siguientes pasos (Figura 15):

- Se anestesia al paciente en la zona a colocar el implante.
- Se realiza una incisión y se levanta colgajo.
- Se posiciona la guía quirúrgica.
- Se utiliza la fresa piloto con la que se podrá determinar el tipo de hueso, de acuerdo a la resistencia que pone este a la inserción de la fresa (Figura 16).
- Se registra el dato obtenido en el formato diseñado por el estudio Polaris.
- Se registran los datos en el instrumento de recolección diseñado para la investigación.
- Posteriormente se realizará el análisis estadístico.



Figura 15. Procedimiento quirúrgico método subjetivo

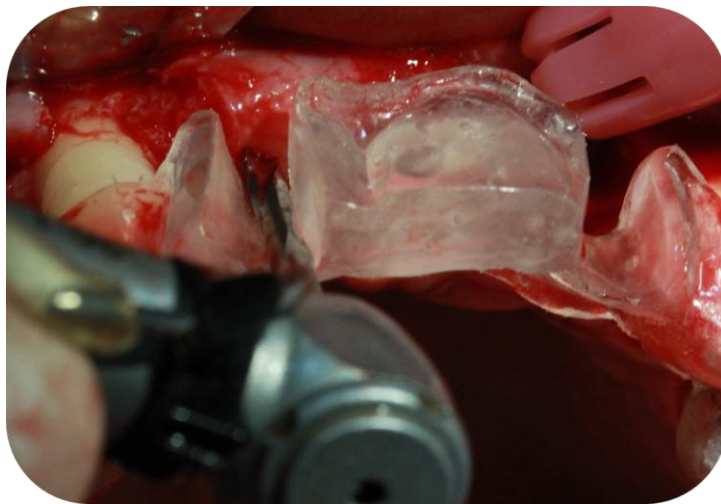


Figura 16. Fresa piloto con la que se determina el tipo de hueso

3.4 EVALUACION COMPARATIVA

Posteriormente la información se tabulará y serán comparados los resultados de cada una de las evaluaciones, tomografía, clínica y unidades Hounsfield y se realizará el análisis estadístico.

3.5 MÉTODO ESTADÍSTICO

Análisis de distribución de frecuencias para la calidad ósea según los diferentes métodos.

Análisis bivariado con tablas de contingencia y prueba Kappa.

El **Análisis de distribución de frecuencia** permite resumir los datos en una tabla que recoge:

- Valores de la variable o modalidades del atributo.
- Frecuencia absoluta o número de veces que aparece cada valor o modalidad en la muestra.
- Porcentaje de veces que aparece cada valor de la variable o modalidad del atributo sobre el total de observaciones.
- Porcentaje válido calculado sobre el total de observaciones.
- Porcentaje acumulado hasta cada uno de los valores de la variable ordenados de menor a mayor. Este porcentaje tiene interpretación sólo en los casos en que la variable sea susceptible de medida por lo menos en una escala ordinal.

El análisis de distribución de frecuencia es útil pues resume la información. Para que los datos sean útiles deben organizarse para distinguir patrones y tendencias y llegar así a conclusiones lógicas.

El **Análisis Bi-variado**, es el estudio de la influencia de una variable (variable independiente) sobre la forma en que se modifica otra (variable dependiente).

Las **tablas de contingencia** (tablas de doble entrada), son una herramienta fundamental para este tipo de análisis. Están compuestas por filas (horizontales) para la información de una variable, y columnas (verticales) para la información de otra variable. Estas filas y columnas delimitan celdas donde se vuelcan las frecuencias de cada combinación de las variables analizadas. En su expresión más elemental, las tablas tienen solo dos filas y dos columnas.

El **Coeficiente Kappa** es una herramienta estadística frecuentemente utilizada para determinar el grado de concordancia inter-observador. En términos simples, el coeficiente kappa (κ) corresponde a la proporción de concordancias observadas sobre el total de observaciones, habiendo excluido las concordancias atribuibles al azar. El coeficiente kappa (κ) toma valores entre -1 y +1; mientras más cercano a +1, mayor es el grado de concordancia inter-observador. Por el contrario, un valor de $\kappa = 0$ refleja que la concordancia observada es precisamente la que se espera a causa exclusivamente del azar. La interpretación del coeficiente kappa se realiza correlacionando su valor con una escala cualitativa como la siguiente (Tabla 7):

Valoración del Índice Kappa	
Valor de k	Fuerza de la concordancia
< 0.20	Pobre
0.21 – 0.40	Débil
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Buena
0.81 – 1.00	Muy buena

Tabla 7. Valoración índice Kappa

4 RESULTADOS

Se estableció la calidad ósea en 130 zonas de ubicación del implante en 40 pacientes atendidos en la Institución Universitaria Colegios de Colombia UNICOC, los cuales cumplieron con los criterios de selección. De los 40 pacientes seleccionados 25 fueron hombres (62.5%) y 15 fueron mujeres (37.5%). La edad promedio de los pacientes fue de 54,20 años con un rango de 30 a 68 años (Figura 17).

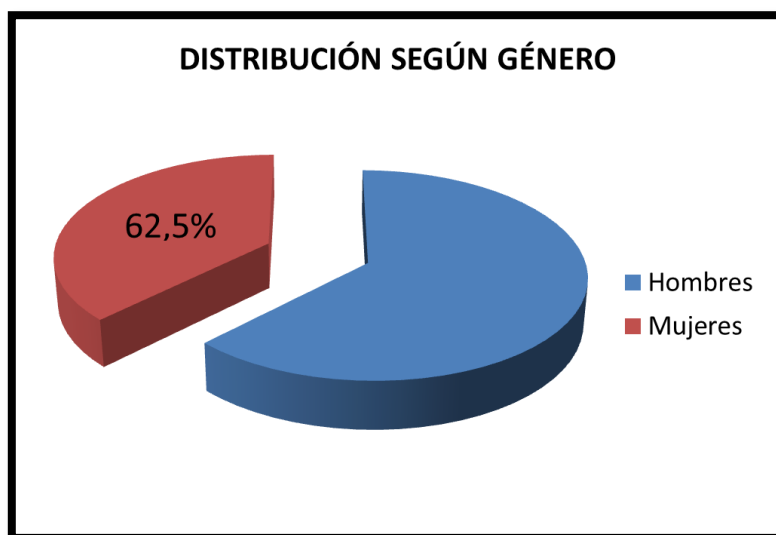


Figura 17. Distribución de la muestra según género

Con el método subjetivo, 53.1% (69) de las zonas correspondieron a calidad ósea tipo 3; 6.2% (8) correspondieron a calidad ósea tipo 1 (Tabla 8).

Con el método tomográfico, 73.1% (95) correspondieron a calidad ósea tipo 3; 1.5% (2) correspondieron a calidad ósea tipo 4 y 1.5% (2) correspondieron a calidad ósea tipo 1 (Tabla 9).

Se encontró concordancia débil entre el método subjetivo y el objetivo ($Kappa=0.371$). Donde 100%(2) de hueso tipo 1 dado por la tomografía, coincidió con el método subjetivo, mientras que 77.4% (24) de hueso tipo 2 coincidió con el método subjetivo, y 65.37% (62) de hueso tipo 3 coincidió con el método subjetivo. (Tabla 10).

En la zona anterior mandibular (AMAN), 100%(2) de hueso tipo 1 dado por la tomografía coincidió con el método subjetivo, 100%(2) de hueso tipo 2 coincidió con el método subjetivo, 80%(4) de hueso tipo 3 coincidió con el método subjetivo. En la zona posterior mandibular (PMAN) 75%(21) de hueso tipo 2 dado por la tomografía coincidió con el método subjetivo, 2.3%(43) de hueso tipo 3 coincidió con el método subjetivo. En la zona posterior maxilar (PMAX) 100%(1) de hueso tipo 2 coincidió con el método subjetivo, 71.4%(15) de hueso tipo 3 coincidió con el método subjetivo (Tabla 11).

El tipo de hueso que más predominó en la zona anterior mandibular para el método tomográfico fue D3 (55.5%), al igual que para posterior mandibular (70,4%) y posterior maxilar (91.3%). (Figura 18)

MÉTODO SUBJETIVO			
		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	D1	8	6,2
	D2	53	40,8
	D3	69	53,1
TOTAL		130	100,0

Tabla 8. Tabla de frecuencia método subjetivo.

MÉTODO TOMOGRÁFICO			
		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	D1	2	1,5
	D2	31	23,8
	D3	95	73,1
	D4	2	1,5
TOTAL		130	100,0

Tabla 9. Tabla de frecuencia método objetivo

SUB						
			D1	D2	D3	TOTAL
TOM	D1	#	2	0	0	2
		%	100,0%	,0%	,0%	100,0%
	D2	#	2	24	5	31
		%	6,5%	77,4%	16,1%	100,0%
	D3	#	4	29	62	95
		%	4,2%	30,5%	65,3%	100,0%
	D4	#	0	0	2	2
		%	,0%	,0%	100,0%	100,0%
TOTAL		#	8	53	69	130
		%	6,2%	40,8%	53,1%	100,0%

Tabla 10. Análisis de contingencia método tomográfico - método subjetivo.

ZONA				SUB			
				D1	D2	D3	Total
AMAN	TOM	D1	Recuento	2	0	0	2
			% dentro de TOM	100,0%	,0%	,0%	100,0%
	D2	Recuento	0	0	2	0	2
			% dentro de TOM	,0%	100,0%	,0%	100,0%
	D3	Recuento	0	0	1	4	5
			% dentro de TOM	,0%	20,0%	80,0%	100,0%
PMAN	TOM	D2	Recuento	2	21	5	28
			% dentro de TOM	7,1%	75,0%	17,9%	100,0%
	D3	Recuento	4	4	22	43	69
			% dentro de TOM	5,8%	31,9%	62,3%	100,0%
	D4	Recuento	0	0	0	1	1
			% dentro de TOM	,0%	,0%	100,0%	100,0%
PMAx	TOM	D2	Recuento	6	43	49	98
			% dentro de TOM	6,1%	43,9%	50,0%	100,0%
	D3	Recuento	1	1	6	15	21
			% dentro de TOM	4,8%	28,6%	71,4%	100,0%
	D4	Recuento	0	0	0	1	1
			% dentro de TOM	,0%	,0%	100,0%	100,0%
Total		Recuento	23	7	16	23	69
			% dentro de TOM	33,3%	23,2%	33,3%	100,0%

Tabla 11. Tabla de contingencia método tomográfico - método subjetivo.

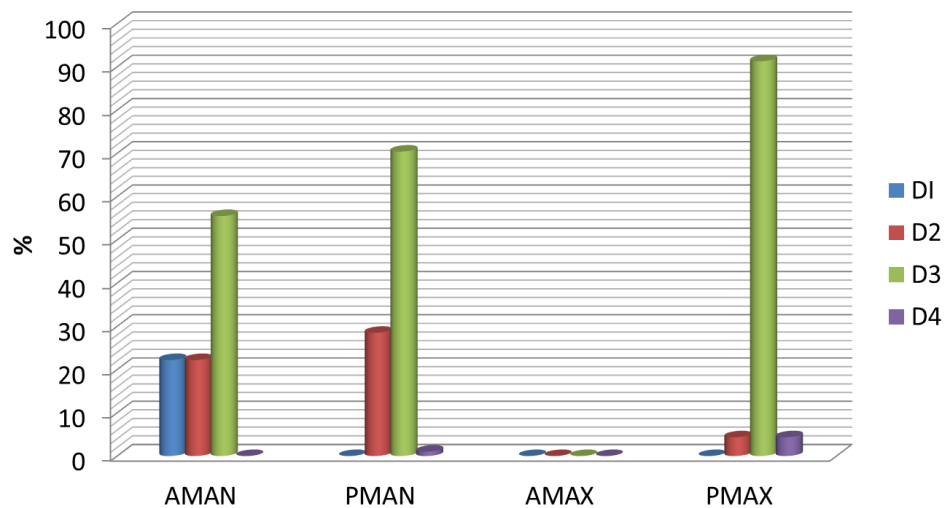


Figura 18. Tipo de hueso según la zona de ubicación del implante. Método tomográfico

5 DISCUSIÓN

En la colocación de implantes, hay factores que influyen en el éxito o fracaso del tratamiento, uno de ellos es la calidad ósea del hueso receptor del implante^{2,13}. Según la calidad ósea se puede determinar un alto grado de probabilidades de obtener estabilidad primaria del implante, como es el caso de los tipos de hueso que presentan densidades mayores. Es por ello que se le ha dado gran importancia a la valoración de un examen previo de la calidad del hueso que va a albergar al implante².

La mayoría de los estudios que examinan la calidad ósea en el sitio del implante utilizan la evaluación subjetiva basada en la clasificación visual de Lekholm y Zarb⁴ (1985), o el grado de dureza clínico establecido por Misch² (1993).

Con el desarrollo de la tomografía computarizada asociada a un software de análisis, el especialista tiene una herramienta para evaluar la calidad ósea en el sitio de la colocación del implante⁸. Actualmente, este es el método de elección para planificación de los implantes dentales, y se ha utilizado para determinar la cantidad y calidad ósea, esta última definida por el valor medio de las UH¹⁵. La evaluación prequirúrgica y medición de la UH ayudaría a evitar la colocación de implantes en lugares pobres donde el fracaso es probable⁸.

En el presente estudio se buscó comparar el método subjetivo frente al método tomográfico para la determinación de la calidad ósea, según la clasificación de Misch.^{2, 28}

Al establecer la calidad ósea tanto en el momento quirúrgico por medio del método subjetivo, como en el método tomográfico predominó el hueso tipo 3; a pesar de que hubo coincidencia en el tipo de hueso, el porcentaje con el método subjetivo fue 53.1% y con el tomográfico 73.1%.

Se encontró concordancia débil ($Kappa=0.371$) entre los dos métodos, sin embargo es preciso resaltar que los resultados obtenidos en este estudio no implican que el método subjetivo no sea útil para determinar la calidad ósea, sino que este debería ser complementado con métodos objetivos más precisos. Esto coincide con el estudio realizado por Gomes de Oliveira R²⁹ y colaboradores en el 2008, donde se confirma la importancia de una evaluación específica del tejido antes de procedimientos quirúrgicos en la colocación de implantes. Una confiable escala cuantitativa podría ser útil si se toma junto con toda la información clínica relevante para la planificación del implante.

El tipo de hueso que más predominó en la zona anterior mandibular (AMAN) para el método tomográfico fue D3, al igual que para posterior mandibular (PMAN) y posterior maxilar (PMAX). Estos resultados concuerdan con lo reportado por la clasificación de Misch¹ en 1993, y otros autores como Norton y Gamble²⁰ (2001), Shapurian⁸ (2006), Turkyilmaz³¹ (2007) y Hiasa K³⁰ y col (2011), a excepción de la

zona anterior mandibular (AMAN), donde el hueso que predominó en este estudio fue D3, mientras que Misch² (1993) y demás autores mencionados, reportaron que el hueso que más predomina en esta zona es D1 y D2. Este hallazgo se puede atribuir a que hubo una distribución desigual de las zonas de ubicación del implante, por lo tanto los datos obtenidos para las distintas zonas pueden no ser completamente representativos, como también se reportó en el estudio de Shahlaie³² y colaboradores en 2003.

Debido también a la distribución desigual de la muestra, en este estudio no se obtuvieron datos para el análisis de la zona anterior maxilar.

Por otro lado, de las 130 zonas de ubicación de implantes, con el método tomográfico se encontraron dos casos de hueso tipo 4, ubicados en zona posterior maxilar (PMAX) y zona posterior mandibular (PMAN). Lo que no concordó con los resultados obtenidos en el método subjetivo, esto se vio reflejado posteriormente en la pérdida de estos implantes en la fase de cicatrización.

La mayoría de los estudios realizados con Unidades Hounsfield establecen que estas son una herramienta de evaluación adecuada para calidad ósea antes de la colocación de implantes dentales, como lo reportan Shahlaie³² en el 2003, Turkynmaz³¹ en el 2007, Hiasa³⁰ en el 2011.

Dentro de las limitaciones de este estudio está el hecho de que la muestra, no tuvo una distribución uniforme con respecto a la zona de ubicación del implante

6 CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta las limitaciones de este estudio, se puede concluir que la tomografía computarizada, además de ser una herramienta útil para la planificación de los procedimientos quirúrgicos de implantes, evaluando la altura de la cresta ósea alveolar y la relación con estructuras anatómicas, también permite a través del conocimiento de las Unidades Hounsfield como una medida cuantitativa, determinar la calidad ósea.

Se concluye también que el método tomográfico debe ser complemento del método subjetivo para analizar la calidad ósea en las zonas de interés antes de la colocación del implante, y esta información es valiosa pues permite dar un mejor pronóstico y así evitar fracasos en la terapia implantológica en zonas de pobre calidad ósea.

El análisis de la calidad ósea mediante las unidades Hounsfield, permite predecir el tiempo de cicatrización, la estabilidad primaria del implante y el tipo de carga a realizar, lo cual influirá en el éxito a largo plazo del tratamiento.

Se sugiere para próximos estudios realizar una preselección de sitios de colocación del implante en las diferentes zonas de ubicación en la cavidad oral y así obtener una muestra homogénea; de igual forma se recomienda para futuros estudios, comparar el método tomográfico con el método visual propuesto por Lekholm y Zarb en 1985.

7 BIBLIOGRAFIA

1. Bryant S. The Effects of Age, Jaw Site, and Bone Condition on Oral Implant Outcomes. *International Journal of Prosthodontics*. 1998 September; 11(5):470-490
2. Misch CE. *Contemporary Implant Dentistry*. 3rd Edition. St Louis: Mosby Elsevier, 2008. 316 – 356
3. Linkow LI, Chercheve R. *Theories and techniques of oral implantology*. 1st Edition. St Louis: Mosby; 1970. p. 441- 449.
4. Lekholm U, Zarb G. Patient selection and preparation. *Tissue-Integrated Prostheses: Osseointegration in Clinical Dentistry*. Quintessence, 1985; 7:199–209.
5. kumi N, Tsutsumi S. Assessment of correlation between computerized tomography values of the bone and cutting torque values at implant placement: a clinical study. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2005; 20:253-260.
6. Trisi P, Rao W. Bone classification: Clinical-histomorphometric comparison. *Clin Oral Implants Res*. 1999 February ; 10:1–7.
7. Cann CE. Quantitative CT for determination of bone mineral density: a review. *Radiology* 1988; 166:509-522.
8. Shapurian T, Damoulis P, Reiser G, Griffin T, Rand W. Quantitative Evaluation of Bone Density Using the Hounsfield Index. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2006; 21(2):290-297.
9. Ribeiro-Rotta RF, Lindh C, Rohlin M. Efficacy of clinical methods to assess jawbone tissue prior to and during endosseous dental implant placement: A systematic literature review. *Int J Oral Maxillofac Implants* 2007; 22:289–300.
10. BouSerhal C, Jacobs R, Quirynen M, van Steenberghe D. Imaging technique selection for the preoperative planning of oral implants: a review of the literature. *Clin Implant Dent Relat Res*. 2002; 4(3):156–72.
11. Song Y-D, Jun S-H, Kwon J-J. Correlation between bone quality evaluated by cone-beam computerized tomography and implant primary stability. *Int J Oral*

Maxillofac Implants. 2009; 24(1):59–64.

12. Lee S, Gantes B, Riggs M, Crigger M. Bone density assessments of dental implant sites: 3. Bone quality evaluation during osteotomy and implant placement. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2007 April; 22(2):208–12.

13. Bergkvist G, Kwang-Joon K, Sahlholm S, Klintström E, Lindh C. Bone density at implant sites and its relationship to assessment of bone quality and treatment outcome. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2012; 25(2): 321-328.

14. . Fanuscu, Mete I.; Ting-Ling Chang, Mete I. Three-dimensional morphometric analysis of human cadaver bone: microstructural data from maxilla and mandible. *Clinical Oral Implants Research*. 2004; 15(2):213-218.

15. Krafft T, Winter W, Wichmann M, Karl M. In vitro validation of a novel diagnostic Device for intraoperative determination of alveolar bone quality. *International Journal of Oral & Maxillofacial Implants*. 2012; 27(2): 318-328.

16. Abbassy M, Watari I, Soma K. The effect of diabetes mellitus on rat mandibular bone formation and microarchitecture. *European Journal Of Oral Sciences*. 2010 August ; 118(4):364-369.

17. Bisaz S, Russell RG, Fleisch H. Isolation of inorganic pyrophosphate from bovine and human teeth. *Arch Oral Biol*. 1968 Jun; 13(6):683-96.

18. Santamaria Júnior M, Fracalossi A, Consolaro M, Consolaro A. Influence of bisphosphonates on alveolar bone density: a histomorphometric analysis. *Brazilian Oral Research*. 2010 July; 24(3):309-315.

19. Griffiths G. Bone Density Around Endosseous Implants in Patients Taking Alendronate: A Pilot Study. *International Journal Of Periodontics & Restorative Dentistry*. (2012) May; 32(3): 101-108.

20. Norton, Michael; Gamble R, Carole. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. *Clin.Oral Impl. Res*. 12, 2001 February; 79–84.

21. Hounsfield GN. Computerized transverse axial scanning (tomography):1. Description of system. *Br J Radiol* 1972; 46: 1016–1022.

22. Weinberg LA. CT scans as a radiologic database for optimum implant orientation. J Prosthet Dent 1993; 69:381–385.
23. Calzado A, Geleijns J. Tomografía computarizada. Evolución, principios técnicos y aplicaciones. Rev Fis Med 2010; 11(3):163-180.
24. Martinez H, Davarpanah M, Missika P, Celletti R, Lazzara R. Optimal implant stabilization in low density bone. Clin Oral Implants Res 2001; 12:423–432.
25. Norton M, Gamble C. Bone classification: an objective scale of bone density using the computerized tomography scan. Clin.Oral Impl. Res. 12, 2001; 79–84.
26. Bilhan H, Arat S and Geckili O. How Precise Is Dental Volumetric Tomography in the Prediction of Bone Density. International Journal of Dentistry. 2012; 12:1-8.
27. Homolk P, Beer A, Birkfellner W, Gahleitner A, Nowotny R, Bergmann H. Local Calibrated Bone Mineral Density In The Mandible Presented Using A Color Coding Scheme. Medical Engineering & Physics. 2001; 23: 673–677.
28. Kircos LT, Misch CE. Diagnostic imaging and techniques. 2nd Ed. St. Louis: Mosby; 1999. p. 73 - 87.
29. Gomes de Oliveira R, Rodriguez C, Matins L, Lindh C, Riberiro R. Assessments of trabecular bone density at implant sites on CT images. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod. 2008; 105:231-8.
30. Hiasa K, Abe Y, Okazaki Y, Nogami K, Mizumachi W, Akagawa Y. Preoperative computed tomography-derived bone densities in Hounsfield Units at implant sites acquired primary stability. International Scholarly Research Network Dentistry. 2011; 11: 1 - 5.
31. Turkyilmaz I, Tözüm T, Tumer C. Bone density assessments of oral implant sites using computerized tomography. Journal of Oral Rehabilitation. 2007; 34(4):267-272.
32. Shahlaie M, Gantes B, Schulz E, Riggs M, Crigger M. Bone Density Assessments of Dental Implant Sites: 1. Quantitative Computed Tomography. International Journal of Oral & Maxillofacial. 2003; 18(2):224-231.

33. González García R, Monje F. Is micro-computed tomography reliable to determine the microstructure of the maxillary alveolar bone. Clinical oral implant research. 2012; 00:1-8
34. Soledad Ortmann A. 3D en tomografía. Universidad Nacional San Martín. Escuela de Ciencia y Tecnología. Mayo 2008: 1-38
35. Jiménez J.R, Medina V, Martínez A. Intercambio de mensajes DICOM. Sociedad Cubana de Bioingeniería. Memorias II congreso Latinoamericano de Ingeniería Biomédica. Habana 2001; 293:1-5