



**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN IMPLANTOLOGÍA ORAL**  
**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CÓRDOBA**

**EVALUACIÓN DE LA TENSIÓN SUPERFICIAL ENTRE DIFERENTES SUPERFICIES DE**  
**IMPLANTES DENTALES Y AGUA**

**Directores: Prof. Dr. Juan Carlos Ibañez y**

**Prof. Dra. Lucía Arena**

**Subdirector: Dr. Hugo Marengo**

**Cursante: Od. Carolina Giménez**

## **AGRADECIMIENTOS**

El mayor de mis agradecimientos a mi hermana Fernanda, quien generosamente dedicó su tiempo y experiencia, y que con su permanente y constante ayuda hizo posible la finalización de este trabajo.

A mi esposo, Luis, quien me acompaña permanentemente en mis proyectos personales.

A mis padres, quienes me motivaron a empezar y transitar esta especialidad. Por su incondicional apoyo.

A mi hermana Florencia quien estuvo siempre que la necesité brindándome sus conocimientos en el área que le compete.

A la Dra. Lucía Arena por haberme acompañado y aportado sus conocimientos científicos.

Al staff docente de la Carrera de Especialización en Implantología Oral y en especial al Dr. Juan Carlos Ibañez, por su incondicional colaboración y el aporte irrestricto de su tiempo, guía y conocimientos.

A las empresas de fabricación de implantes Rosterdent, ML, Q-implant, TreeOss y Biomet 3i que aportaron el material para la realización del trabajo de investigación.

A mis amigas, en especial a la Dra. Cristina Albornoz, quien me motivó durante los 3 años de cursado y para la realización de este trabajo.

## **RESUMEN**

La característica de hidrofiliidad de la superficie de un implante dental es fundamental en el desarrollo del proceso de oseointegración. Dicha propiedad puede ser valorada por medio de la tensión superficial. El objetivo de este trabajo fue medir la tensión superficial a través de la medición del ángulo de contacto entre una gota de agua y la superficie de un implante. Mediante microscopía confocal, se midió el ángulo de contacto sobre cinco muestras de cinco grupos de implantes de base de titanio con diferentes características de superficie (marcas Rosterdent, ML, Biomet 3i, Q-implant y Tree-Oss). En todos los casos la medición se realizó en la porción plana del ápice del implante. Según los valores medios de los ángulos de contacto obtenidos, se puede concluir que todas las superficies de implantes estudiadas presentaron alta hidrofiliidad.

## **ABSTRACT**

Hydrophilicity of a dental implant surface is essential for osseointegration and can be measured through surface tension. The aim of this work was to value surface tension by measuring the contact angle between a drop of water and the surface of an implant. Through confocal microscopy, that angle was measured on five samples of five groups of titanium-based implants with different surface characteristics (Rosterdent, ML, Biomet 3i, Q-implant and Tree-Oss). In all the

cases, the measurement was taken from the flat portion of the implant apex. The mean of the values obtained indicates that all the implant surfaces studied displayed high hydrophilicity.

## 1- INTRODUCCIÓN TEÓRICA

En la última década, la ciencia ha trabajado en el desarrollo de las superficies de los implantes dentales con el objetivo de mejorar la oseointegración y prolongar la longevidad de los mismos.

La oseointegración, definida como la conexión estructural y funcional directa entre hueso vivo y ordenado a la superficie del implante cargado <sup>1,2,3,4,5,6,7</sup>, es crítica para la estabilidad del implante, y es considerada un pre-requisito para la carga del implante y el éxito clínico a largo plazo de los mismos. Esa unión estructural y funcional de los implantes con hueso vivo está fuertemente influenciada por las propiedades de la superficie de los implantes de titanio.

Los trabajos de investigación científica que evalúan la influencia de las propiedades de la superficie de implantes dentales sobre la cicatrización ósea, han identificado varios factores que serían importantes para lograr oseointegración. Dentro de estos factores se incluye la química de la superficie, la topografía, la mojabilidad, la energía superficial, la estructura cristalina, la rugosidad, el potencial químico, la presencia de impurezas y el espesor de la capa de óxido de titanio. Entre todas ellas, la mojabilidad de la superficie de los implantes es considerada crucial <sup>8</sup>. Esta propiedad puede ser valorada midiendo la tensión superficial.

La cicatrización alrededor de un implante dental, colocado en el espacio generado mediante una osteotomía, presupone una secuencia de eventos biológicos para lograr reparación de la herida, que se resumen en tres estadios: a)

formación inicial del coágulo sanguíneo a través de la activación bioquímica, b) activación celular, y finalmente c) respuesta celular<sup>9</sup>. Una vez realizada la colocación endo-ósea del implante dental, la superficie del mismo interactúa con los componentes de la sangre que provienen de la ruptura de los vasos sanguíneos. Inmediatamente, varias proteínas del plasma como el fibrinógeno que es convertido en fibrina, la cual es adsorbida por la superficie del implante activa el sistema de complemento y citoquinas. A través de la fibrina presente en el coágulo de sangre ocurre la migración de células osteogénicas al área de reparación peri-implantar. Va a depender de la capacidad que tenga la superficie del implante para retener la fibrina lo que va a determinar la migración de las células a la superficie del implante.<sup>9</sup>

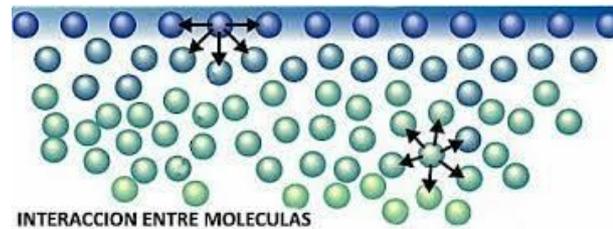
La activación de las plaquetas ocurre como resultado de la interacción de las mismas con la superficie del implante así como el andamiaje de fibrina. Esto lleva a la formación del trombo y coágulo sanguíneo. Además, las plaquetas son una rica fuente de factores de crecimiento y diferenciación, que juegan un rol clave en el proceso de cicatrización de la herida actuando como signo molecular para reclutamiento y diferenciación de las células mesenquimales indiferenciadas sobre la superficie del implante.<sup>9,10</sup>

### **1.1. Tensión superficial y oseointegración**

En física se denomina **tensión superficial** de un líquido a la cantidad de

energía necesaria para aumentar su superficie por unidad de área. Esta definición implica que el líquido tiene una resistencia para aumentar su superficie. Es una propiedad que poseen los líquidos, ya que poseen una superficie libre. Es una fuerza de tensión distribuida por unidad de longitud en la superficie de un líquido. A nivel atómico molecular la tensión superficial se debe a que las fuerzas que afectan a cada molécula son diferentes en el interior del líquido y en la superficie. Así, en el seno de un líquido cada molécula está sometida a fuerzas de atracción que en promedio se anulan, lo que ocasiona que la molécula tenga una energía bastante baja. Sin embargo, en la superficie hay una fuerza neta hacia el interior del líquido (figura 1.1). Si en el exterior del líquido se tiene un gas, existirá una mínima fuerza atractiva hacia el exterior, aunque en la realidad esta fuerza es despreciable debido a la gran diferencia de densidades entre el líquido y el gas. Podemos decir también que una molécula en contacto con su vecina está en un estado menor de energía que si no estuviera en contacto con dicha vecina. Las moléculas interiores tienen todas las moléculas vecinas que podrían tener, pero las partículas del contorno tienen menos partículas vecinas que las interiores y por eso tienen un estado más alto de energía. Para el líquido, el disminuir su estado energético, es minimizar el número de partículas en su superficie. Energéticamente, las moléculas situadas en la superficie tienen una mayor energía promedio que las situadas en el interior, por lo tanto la tendencia del sistema será disminuir la energía total, y ello se logra disminuyendo el número de moléculas situadas en la superficie, de ahí la reducción de área hasta el mínimo

posible.



**Figura 1.1.** Fuerzas de atracción entre las moléculas del agua en el seno de un líquido y en su superficie <sup>15</sup>

Las interacciones sanguíneas con los implantes se realizan a través de la adsorción de proteínas <sup>12</sup>, lo que va a depender de las propiedades superficiales del material. Así superficies hidrofílicas son mejores para la coagulación sanguínea que superficies hidrofóbicas, por ello los implantes dentales se han desarrollado con superficies altamente hidrofílicas y rugosas, lo cual muestra una mejor oseointegración en relación con las superficies convencionales.

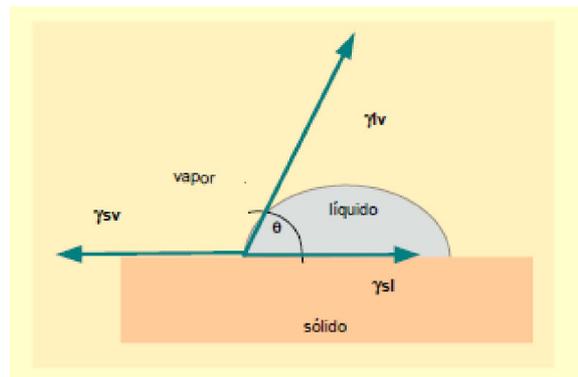
Para comprender todos estos conceptos es fundamental definir claramente las propiedades de hidrofilia, mojabilidad y rugosidad:

-La **hidrofilia**, (del griego *hidro*, agua y *philia*, amistad) en fisicoquímica es la propiedad que tienen los coloides de atraer y conservar el agua con una mayor o menor energía. Los términos hidrófobos e hidrófilos están relacionados con la afinidad por el agua, la cual es considerada solvente universal, por lo tanto, una

sustancia hidrófila es aquella que interactúa, que es miscible (capaz de mezclarse) y capaz de diluirse con el agua.<sup>12</sup> Generalmente, las sustancias hidrófilas son polares, es decir, tienen un extremo reactivo, tal como alcoholes, ácidos, sales, entre otros. Las sustancias hidrófobas son apolares y no presentan afinidad con el agua, como es el caso del aceite. La hidrofilia puede ser caracterizada a través de la mojabilidad de la sangre sobre el implante.

-La **mojabilidad** o **humectabilidad** es la capacidad que tiene un líquido de extenderse sobre una superficie sólida. Depende de las interacciones intermoleculares de las moléculas de la superficie de ambas sustancias. Se puede determinar a partir del *ángulo de contacto* que el líquido forma en la superficie de contacto con el sólido. A menor ángulo de contacto se produce mayor mojabilidad. Independientemente del valor de mojabilidad, cualquier líquido sobre una superficie sólida forma un casquete esférico o cuasi esférico.<sup>8</sup>

La mojabilidad se caracteriza físicamente a través de la tensión superficial o la energía libre superficial.<sup>12</sup> La medida del ángulo de contacto es una herramienta para medir el comportamiento de humectabilidad que tiene un sólido con respecto a determinado líquido. Puede evaluarse mediante una gota de un líquido dispuesta sobre un sólido. El ángulo formado entre la interfaz sólido/líquido y la interfaz líquido/vapor, cuyo vértice está donde las tres interfaces se encuentran, constituye el ángulo de contacto (figura 1.2).



**Figura 1.2.** Esquema representando el ángulo formado entre la interfaz sólido/líquido y la interfaz líquido/vapor y el vértice en el que las tres interfaces se encuentran constituye el ángulo de contacto.<sup>13</sup>

La ecuación de Young, que se muestra a continuación, describe las interacciones entre las fuerzas de adhesión y cohesión. A partir de esta ecuación puede determinarse la energía superficial por unidad de área:

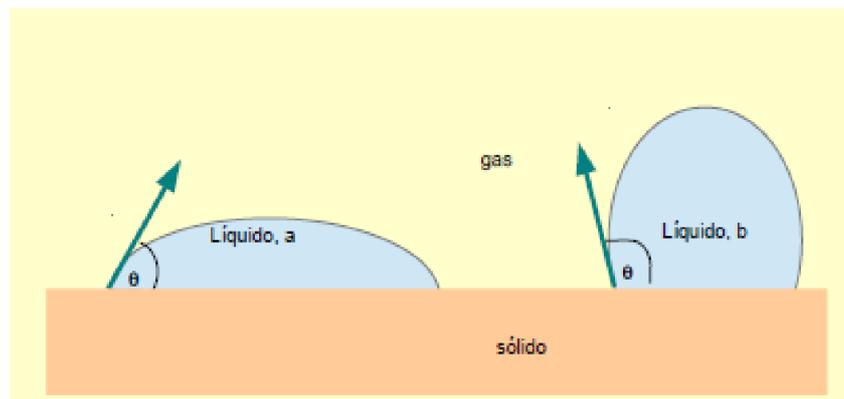
$$\gamma_{sv} = \gamma_{sl} + \gamma_{lv} \cos \theta$$

donde la tensión superficial sólido-vapor ( $\gamma_{sv}$ ) es la suma de la tensión superficial sólido-líquido ( $\gamma_{sl}$ ) y la proyección en la dirección horizontal (interfase sólido-líquido) de la tensión superficial líquido-vapor ( $\gamma_{lv}$ ). La proyección de  $\gamma_{lv}$  se da multiplicando ésta por el  $\cos\theta$ , con  $\theta$  el ángulo de contacto.

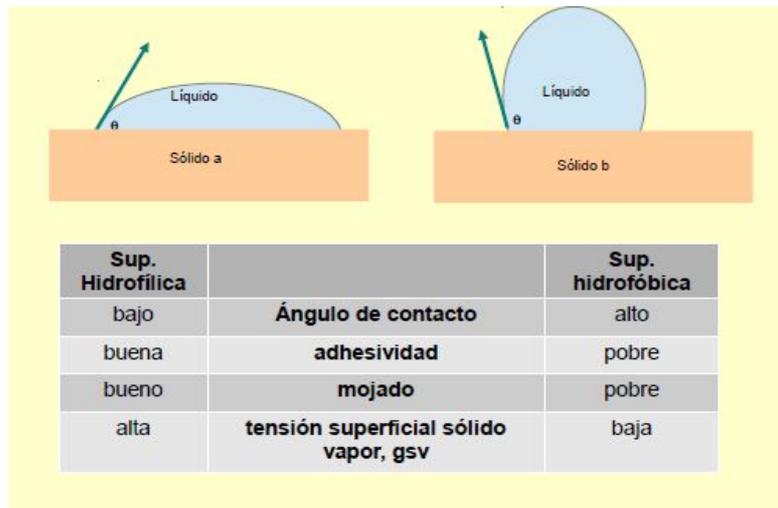
El valor del ángulo de contacto depende principalmente de la relación que existe entre las fuerzas moleculares adhesivas entre el líquido y el sólido y las fuerzas cohesivas del líquido. Cuando las fuerzas adhesivas con la superficie del sólido son muy grandes en relación a las fuerzas cohesivas, el ángulo de humectancia o mojabilidad es menor de 90 grados sexagesimales, teniendo como

resultado que el líquido moja la superficie, tal como puede observarse en la figura 1.3.<sup>13</sup>

La mojabilidad depende de las fuerzas intermoleculares de los materiales en contacto; las fuerzas adhesivas entre el líquido y el sólido provocan que el líquido se extienda por la superficie, mientras que las cohesivas del líquido hacen que éste se abulte y tienda a evitarla. **El ángulo de contacto** que forma el líquido respecto a la superficie de contacto con el sólido, está determinado por la resultante de las fuerzas adhesivas y cohesivas. Como la tendencia de una gota a expandirse en una superficie plana aumenta con la disminución del ángulo de contacto, este ángulo proporciona una medida de la inversa de la mojabilidad. En el caso de un ángulo de contacto menor que  $90^\circ$  se habla de superficies hidrofílicas y en el caso en que el ángulo de contacto sea próximo a los  $180^\circ$  las superficies resultan hidrofóbicas. Estos comportamientos de las superficies están esquematizados en las figuras 1.3 y 1.4.



**Figura 1.3.** Esquema que representa cómo se puede relacionar el líquido con el sólido. El líquido “a” tiene mayor humectancia o mojabilidad que el líquido “b”.



**Figura 1.4.** Esquema representando los ángulos de contacto de una superficie hidrofóbica e hidrofílica y las distintas propiedades de los mismos.

Un ángulo de contacto pequeño ( $< 90^\circ$ ) indica que la mojabilidad es muy alta, y el fluido se extenderá sobre la superficie; ángulos de contacto grandes ( $> 90^\circ$ ) significan que la mojabilidad es baja y el fluido disminuirá el contacto con la superficie, formando una gota compacta. En el caso del agua, una superficie en la cual la mojabilidad sea alta se denomina hidrofílica, y en caso contrario hidrofóbica. Las superficies superhidrofóbicas presentan ángulos de contacto mayores a  $150^\circ$ , produciéndose un escaso contacto entre la gota líquida y la superficie. La tabla 1 colabora en la ilustración del concepto de mojabilidad y la relación con el ángulo de contacto.

**Tabla 1.** Se esquematizan los diferentes ángulos de contacto y sus correspondientes interacciones sólido/líquido (S/L) y líquido/líquido (L/L).

Ángulo de contacto	Grado de mojabilidad	Fuerzas intermoleculares:		
		S/L interacciones	L/L interacciones	
$\theta = 0$		Perfecta	fuerte	Débil
$0 < \theta < 90^\circ$		Alta	fuerte	Fuerte
			débil	Débil
$90^\circ \leq \theta < 180^\circ$		Baja	débil	Fuerte
$\theta = 180^\circ$		Nula	débil	Fuerte

-La **rugosidad** o textura primaria, está formada por surcos o marcas dejadas por los agentes que atacan la superficie en el proceso de mecanizado (herramienta, partículas abrasivas, acción química, etc). El parámetro más utilizado para caracterizar la rugosidad es la media aritmética de las áreas de picos y valles, Ra.

Es bien conocido que la rugosidad de un implante favorece la oseointegración. Una serie de trabajos estudian la relación entre el ángulo de contacto de soluciones acuosas y el metal de los implantes tratados con diferentes técnicas como enarenado, ataque químico en aire, en gases inertes, etc. Entre estos trabajos destacamos los del equipo de Rupp de 2005 <sup>16</sup> y los que estudian diferentes tratamientos para aleaciones de óxido de titanio como el de Taborelli et al (1997) y Pigatto et al (2012).

## **1.2. Técnicas para la medición del ángulo de contacto y determinación de la tensión superficial**

Existen diversas técnicas para el estudio de ángulo de contacto entre una superficie sólida y una gota líquida colocada sobre la misma. Entre las más destacadas es posible mencionar:<sup>15</sup>

Métodos basados en las medidas geométricas o de deformación de una interfase en un campo gravitacional como el método de la gota pendiente.

Métodos Basados en la medición de una fuerza como el método del anillo.

Métodos Basados en la medición de la presión como método de la elevación capilar (mercurio).

De todos estos métodos, que son perfectamente descritos por Jiménez de Pablo <sup>15</sup>, es interesante destacar el método de la gota sésil o yacente, una técnica goniométrica que responde directamente a la ecuación de Young antes mencionada. Estos métodos asumen la simetría axial de la gota. El método de la gota sésil o yacente, para determinar el ángulo de contacto de una gota de líquido que moja un sustrato sólido, es una técnica que usa el análisis geométrico de la interfase formada por una gota; técnica conocida con el nombre de ADSA (Axisymmetric Drop Shape Analysis – Profile). Para simplificar el análisis y así poder trabajar con imágenes en dos dimensiones se requiere una elevada simetría axial de las gotas. Este método junto con el Pendant Drop (método que sirve para

determinar la tensión superficial del líquido de contacto), corresponden a las dos principales aplicaciones de esta técnica.<sup>15</sup>

Actualmente, la microscopía confocal ha sido utilizada para determinar el ángulo de contacto en el caso de una gota sésil o yacente. En un microscopio confocal de barrido, las imágenes que se obtienen son tridimensionales por lo que no es necesaria la suposición estricta de simetría axial. Además, de acuerdo con el estudio de Salim et al (2008) los resultados de ángulos de contacto medidos con microscopía confocal y con métodos tradicionales goniométricos son equivalentes. Es una técnica que comienza a utilizarse para el estudio de tensión superficial de agua en rocas, con aplicaciones a la industria petrolera.

Es la importancia de la mojabilidad de la superficie de un implante en el desarrollo del proceso de oseointegración y la falta de datos al respecto en algunas marcas comerciales lo que motiva la realización del presente trabajo de investigación.

## **2- OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general**

Estudiar la tensión superficial del agua sobre implantes dentales a través del ángulo de contacto.

## **2.2. Objetivos específicos**

1- Determinar el ángulo de contacto entre agua ultra filtrada y la superficie de cinco implantes dentales.

2- Efectuar la comparación estadística de los ángulos de contacto medidos en cinco implantes dentales.

## **3- MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Implantes dentales**

Cinco grupos de implantes con diferentes características de superficie, fueron utilizados para la determinación del ángulo de contacto formado entre la gota de agua y la superficie del implante. En cada grupo cinco implantes fueron medidos.

**Grupo 1: implante Tree-Oss (Argentina) (n=5).** La superficie de este implante está compuesta por titanio comercialmente puro al que se le ha realizado un arenado para lograr macro rugosidad, grabado ácido para micro rugosidad y tratamiento térmico para lograr una capa aumentada de óxido de titanio.

**Grupo 2: implante Roster-Dent (Argentina) (n=5).** La superficie de este implante consiste en titanio puro arenado y grabado con ácido.

**Grupo 3: implante ML (Argentina) (n=5).** La superficie de este implante consiste en titanio arenado y grabado con ácido.

**Grupo 4: implante Osseotite, BIOMET 3i (USA) (n=5).** La superficie de este implante está compuesta por doble grabado ácido a temperatura.

**Grupo 5: implante Q-implant (Argentina) (n=5).** La superficie consiste en titanio cuyo tratamiento está basado en la proyección de partículas (shot-blasting grift-blasting) y posterior tratamiento de ácido selectivo y recubrimiento.

### **3.2. Microscopía confocal**

Se utilizó un microscopio confocal láser- óptico marca LEXT OLS4100 Industrial Laser Confocal Microscopes - Olympus 3D Laser.<sup>17</sup>

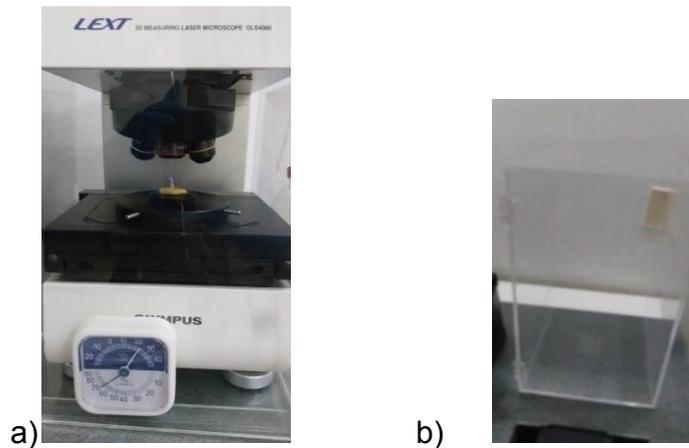
### **3.3. Protocolo de medición**

El procedimiento de preparación de las muestras para la medición constó de las siguientes etapas:

- Limpieza y control de condiciones del ambiente.
- Colocación de las muestras en el porta-muestra.
- Etapa de medición propiamente dicha.

#### **Primer etapa: Limpieza**

La limpieza del microscopio se realizó con agua ultrafiltrada, con un pH de 4,5 y conductividad 16 umhO.

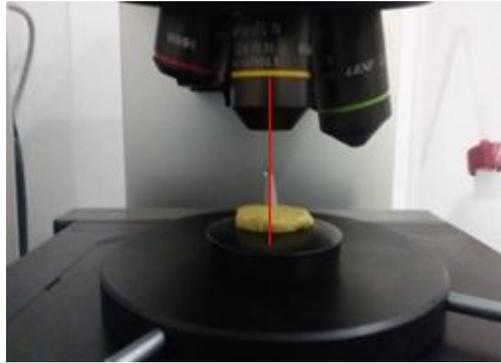


**Figura 3.1.** microscopio láser confocal LAMARX. (a) vista general, (b) sistema de protección de las muestras

### **Segunda etapa: preparación de las muestras**

La muestra consistió en el implante y la gota de agua.

El implante: Mediante la utilización de porta implante, el implante a medir fue colocado sobre el porta-muestra con su eje de simetría perpendicular a este último. Este procedimiento se realizó tomando como referencia el eje medio del microscopio (figura 3.2). Así, el implante a medir quedó vertical, con su parte inferior hacia arriba, ya que la medida se tomó en todos los casos en el área plana de la porción apical. Por último, el eje de la muestra se alineó paralelo al láser para que la superficie quede perpendicular al haz de luz.



**Figura 3.2** Presentación de una muestra en el microscopio confocal

La gota de agua: una gota de agua ultrafiltrada de 0,5 mililitros fue colocada con pipeta calibrada.



**Figura 3.3** Gota de agua sobre el implante dental.

### **Tercera etapa: mediciones**

Las mediciones del implante se realizaron dentro de una caja de acrílico, la cual fue adosada al microscopio con el objetivo de mantener una atmósfera estable (figura 3.1). De esta manera todos los implantes fueron medidos a

temperatura de  $(23\pm 2)$  °C y humedad ambiente de 75 %. Las mediciones fueron realizadas en un tiempo no mayor a 5 minutos para evitar la evaporación de la gota. La medición del ángulo de contacto se realizó en dos etapas: (A) estudio de la superficie del implante y, (B) reconstrucción tridimensional de la gota de agua y la superficie del metal.

En todas las muestras estudiadas, se realizaron mediciones con objetivo x5, que permite tener una imagen global de la gota, y objetivo x10, para observar detalles.

### **3.4. Metodología de obtención del ángulo de contacto**

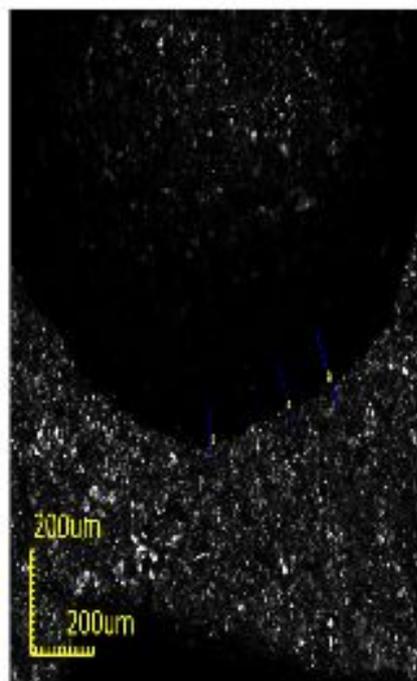
Utilizando el programa propio del microscopio confocal se registraron los datos del perfil de la gota, la superficie del implante y los ángulos de contacto. Se realizó una corrida por cada muestra para medir el ángulo de contacto.

#### **Medición del ángulo de contacto entre el implante y la gota de agua**

En la figura 3.4 se presenta una hoja de informe del sistema de cálculo del microscopio para la determinación del ángulo de contacto seccionada en dos partes: (a) los datos vinculados a la gota y (b) las pruebas realizadas en la misma gota para determinar el ángulo de contacto. En la parte superior izquierda de A de esta figura 3.4, se observa la imagen plana de una sección de gota sobre una superficie rugosa del metal y, en la parte inferior de A, las reconstrucciones de nivel, de la gota, con diferentes contrastes. En B se detalla el perfil que mide el

microscopio a partir del segmento marcada por el operador sobre la muestra (que puede observarse en A. Además, en B se indica el triángulo, también determinado manualmente por el operador, a partir del cual el programa calcula el ángulo de contacto. Notar que en A se observan tres líneas, la central es la marcada por el operador, a partir de la cual el microscopio mide el perfil de la superficie que se observa en B; mientras, las dos líneas laterales a la central determinan el rango espacial en el cual se promediará el perfil, que para los estudios realizados , después de varios ensayos, se ajustó a  $50 \mu\text{m}$ .

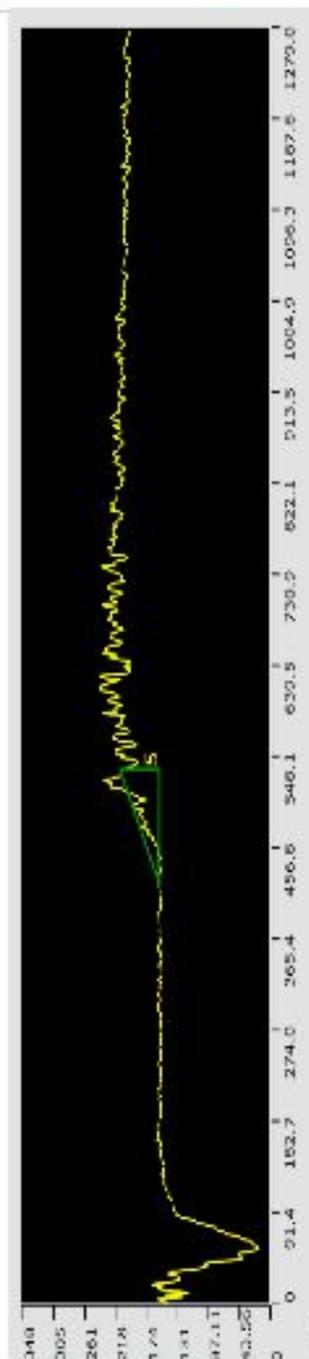
# Report Title



3oss2x10  
 [Focus Ion parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size (pixels): 1024X1024  
 Image size (µm): 260x1278  
 Objective lens: MP.FL.N10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

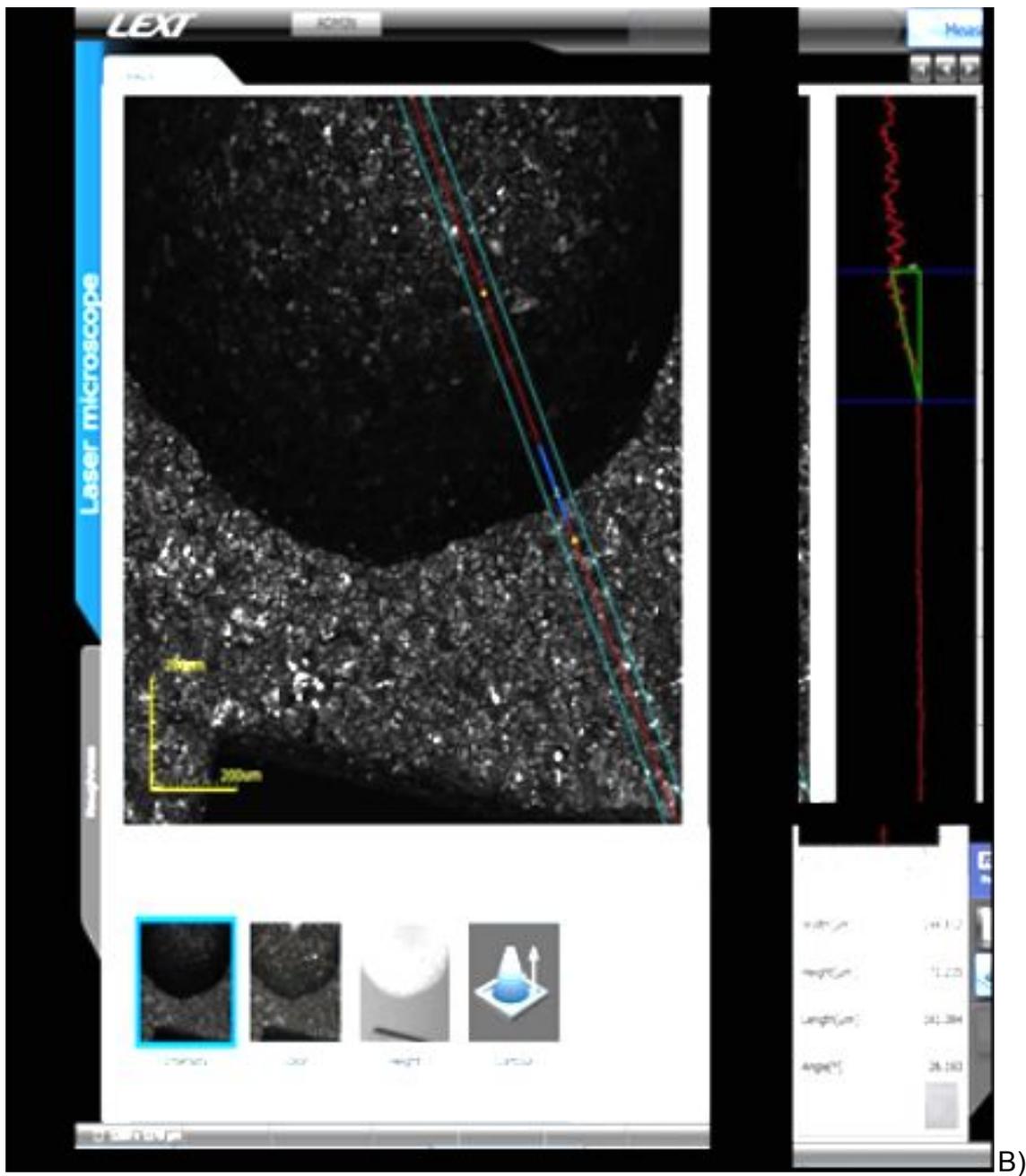
Comment  
 prueba

No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
1		144.512	71.235	151.384	26.125	3oss2x10
2		143.583	67.251	158.692	27.757	3oss2x10
3		152.302	65.675	155.659	23.326	3oss2x10
4		138.570	71.652	155.998	27.345	3oss2x10
5		114.557	55.854	127.712	25.934	3oss2x10
Count	5	5	5	5	5	
Average		139.320	65.535	151.329	25.917	-
Min.		114.551	55.854	127.712	23.326	-
Max.		152.302	71.662	165.859	27.345	-
Range		37.451	15.798	38.147	4.018	-
σ		14.272	6.482	14.650	1.702	-
So		42.818	19.484	44.541	5.093	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-



016

A)



**Figura 3.4.** Hoja de informe del Microscopio confocal. Datos de la gota. A. Gota y superficie del implante: vista superior, B. trazado del triángulo para medición del ángulo de contacto.

#### 4- RESULTADOS OBTENIDOS

Los resúmenes de los valores obtenidos para los parámetros estudiados se detallan en la tabla 4.1. En esta tabla se detallan los ángulos de contacto para las distintas muestras de implantes medidas en grados sexagesimales.

**Tabla 4.1.** Ángulos de contacto entre el metal y la gota de agua para cada muestra estudiada. Valores medidos en grados sexagesimales.

<b>TREEOSS</b>	<b>ROSTERDENT</b>	<b>ML</b>	<b>BIOMET</b>	<b>Q-IMPLANT</b>
16.8	15.6	25.7	39.5	53.3
25.3	17.5	25.6	54.4	47.4
10.2	28.2	48	38.6	56.5
19.6	28.8	31.4	48.4	45.7
6	28.7	63.5	57.2	38.4

#### 4.1. Valores medios de los ángulos de contacto

Según los ángulos de contacto obtenidos en cada muestra de implante se realizó un promedio obteniendo valores de ángulos medios para cada marca estudiada que se detallan en la tabla 4.2.

A partir de los datos obtenidos de la Tabla 4.2. se grafican los ángulos medios de contacto para cada implante, tal como se muestra en el gráfico de barras de la figura 4.1. En este gráfico, los tipos de implantes están ordenados de

menor a mayor ángulo medio de contacto: TREE-OSS, ROSTER, ML, BIOMET, Q-IMPLANT. Se indican los valores medios de los ángulos de contacto y sus incertidumbres. Además se indican, en una tabla adjunta de la figura 4.1, los resultados de las comparaciones estadísticas realizadas entre los implantes ( los detalles de esta estadística se describen en el próximo apartado)

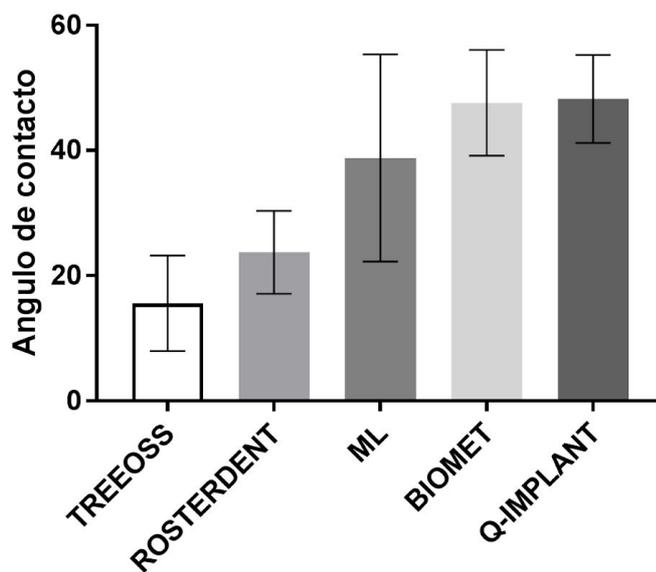
**Tabla 4.2.** Valores medios de los ángulos de contacto para cada muestra estudiada, medidos en grados sexagesimales.

<b>Implante</b>	<b>Angulo Medio</b>
TREEOSS	15.58
ROSTERDENT	23.76
ML	38.84
BIOMET	47.62
Q-IMPLANT	48.26

La medición del ángulo de contacto de todos los implantes demostró ser menor a 90 grados (tabla 4.1). El implante Tree Oss presentó el menor ángulo de contacto ( $16 \pm 8$ ), y éste fue significativamente menor al ángulo de contacto del implante ML, Biomet 3i y Q implant ( $p < 0.05$ ). El implante Rosterdent arrojó un ángulo de contacto de  $24 \pm 6$ , el cual fue similar a Tree Oss y ML, pero significativamente menor al ángulo de contacto de Biomet 3i y Q implant ( $p < 0.05$ ). Finalmente Biomet 3i, Q implant y ML presentaron los mayores ángulos de contacto ( $48 \pm 8$ ,  $48 \pm 7$ ;  $39 \pm 15$ , respectivamente), los cuales fueron similares entre sí (Fig 4.1).

## 4.2. Análisis estadístico

La media de los ángulos de contacto entre la superficie de los implantes dentales y el agua ultrafiltrada fue comparada estadísticamente usando análisis de varianza (ANOVA) y test de Tuckey. El nivel de significancia estipulado fue de 0.05. Los análisis estadísticos fueron realizados usando GraphPad Prism 6 (GraphPad Software, La Jolla, CA).



	TREEOSS	ROSTERDENT	ML	BIOMET	Q-IMPLANT
TREEOSS		p>0.05	p<0.05	p<0.05	p<0.05
ROSTERDENT			p>0.05	p<0.05	p<0.05
ML				p>0.05	p>0.05
BIOMET					p>0.05

**Figura 4.1.** Gráfico de barras para los ángulos medios de contacto obtenidos para las diferentes muestras de cada tipo de implante (ángulos en grados sexagesimales) con sus incertidumbres (dispersiones). Comparación estadística entre los implantes.

## 6. DISCUSIÓN

Estudios *in vitro* sugieren que los osteoblastos cultivados en superficies químicamente puras e hidrofílicas expresan niveles más altos de marcadores de diferenciación, tales como la fosfatasa alcalina y la osteocalcina en comparación con las superficies hidrofóbicas.<sup>18</sup> En concordancia, estudios *in vivo* también reportan el efecto positivo de la hidrofiliidad en la oseointegración.<sup>18,19,20</sup> El grado de hidrofiliización de un implante puede cuantificarse utilizando la medición del ángulo de contacto con el agua. Este último determina la humectabilidad del implante con agua y así el grado de contacto con el entorno hidrofílico.<sup>18</sup> Por lo tanto, a menor ángulo de contacto mayor humectabilidad e hidrofiliidad.

En el trabajo de Sartoretto y col.<sup>18</sup> se estudió el análisis del ángulo de contacto para la evaluación de la humectación. El objetivo de dicho estudio fue investigar el impacto de la oseointegración de dos diferentes marcas de implantes dentales comercialmente disponibles. Las superficies estudiadas fueron: superficie tratada con chorro de arena y grabado con ácido (Grupo 1) y superficie chorreada con arena y ácido, luego mantenida en una solución isotónica de cloruro de sodio al 0,9% (Grupo 2). El grupo 2 presentó un comportamiento superhidrofílico (ángulo de contacto  $<5^\circ$ ), mientras que la superficie de las muestras del Grupo 1 fue hidrofóbica (ángulo de contacto  $>90^\circ$ ).

En el trabajo de Strnad y col.<sup>21</sup> se estudió el efecto de los procesos de modificación de superficie de implante sobre la mojabilidad a partir de la valoración

del ángulo de contacto entre la superficie y una gota de agua pura por el método de la gota sésil. Para ello se prepararon muestras de discos de titanio Ti6A14V tratadas de la siguiente manera: arenado con 250 a 300 $\mu$ m de SiO<sub>2</sub>, doble grabado ácido con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y HCl a temperatura elevada a 60°, 80° y 100° durante 1,3,6,12 y 24 horas, pasivación que fue realizada en 30% de HNO<sub>3</sub> a temperatura ambiente y sus combinaciones. Se concluyó que el mejor tratamiento de superficie en cuanto a mojabilidad, fue arenado seguido de grabado ácido dual a 60° durante más de 24 hs, ya que se midió un ángulo de contacto de 46° determinando buenas propiedades de hidrofiliidad.

Rupp y col<sup>16</sup> en su trabajo también midió el ángulo de contacto, pero con técnicas de medición de ángulo dinámico (Placa de whilhelmy). Para este estudio se utilizaron muestras de prueba en forma de discos de 20x10x1mm<sup>3</sup> fabricadas con titanio comercialmente puro grado 2. Los grupos fueron los siguientes; **grupo 1**: superficie SLA estándar (arenada con granos gruesos grandes de 0.25-0.50 mm y grabada con ácido HCl/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>); **grupo 2**: Superficie SLA modificada comercialmente llamada SLActive (tiene el mismo procedimiento de chorro de arena y grabado como SLA pero enjuagado bajo protección N<sub>2</sub> y almacenado directamente en una solución isotónica de NaCl y nuevamente protegida por N<sub>2</sub>); **grupo 3**: superficie SL (superficie arenada con gránulos grandes de 0,25-0,50 mm correspondientes al proceso de arenado como superficie SLA pero sin grabado); **grupo 4**: superficie A (superficie grabada con HCl/H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, correspondiente al proceso de grabado de SLA pero sin arenado); **grupo 5**: superficie A modificada

(mismo procedimiento de grabado que superficie A pero con enjuague bajo  $N_2$  y directamente almacenado en una solución isotónica de NaCl) y **grupo 6**: superficie P (superficie pulida con un acabado espejo con una pasta de  $1\mu m$  de diámetro en aceite y finalmente con una suspensión de  $0.06\mu m$  de  $SiO_2$ ).

Los estudios indican que la microestructuración mediante chorro de arena y grabado con ácido (SLA) mejora las propiedades osteogénicas del titanio. La hidrofobicidad inicial no deseada, sin embargo, supuestamente reduce las interacciones primarias con el biosistema acuoso. Para mejorar la humectabilidad inicial y retener la microestructura SLA, se probó una nueva modificación de la superficie. Esta modificación difiere de SLA por su preparación después de grabado con ácido, que se realizó en condiciones de gases protectores después del líquido en lugar de almacenamiento en seco. La hipótesis de este trabajo fue que esta modificación sería la responsable del aumento de la humectabilidad debido a la prevención de contaminantes que ocurren durante el contacto aéreo. El resultado principal de las mediciones dinámicas de humectabilidad fue que la nueva modificación muestra un aumento de la energía libre de superficie y una hidrofiliidad incrementada con ángulos iniciales de contacto con el agua de  $0^\circ$  en comparación con  $139,9^\circ$  para SLA. Esta hidrofiliización se mantuvo incluso después de cualquier secado.

La empresa Kruss <sup>22</sup> utilizó un instrumento llamado DSA (Drop Shape Analysis System) 100, con el que se pudo medir el ángulo de contacto entre gotas de agua muy pequeñas medidas en picolitros y superficies de rosca donde se ven

valles y depresiones. De esta manera lograron medir el ángulo de contacto en la rosca del implante, generando información sumamente valiosa.

En este estudio, debido a limitaciones de los equipos disponibles en nuestro medio no fue posible realizar dicha medición en la rosca de los implantes, ya que solo se podía realizar el registro sobre superficie plana, por ello se realizó sobre la parte plana del ápice de los mismos.

De todas maneras, es de destacar que éste es el primer estudio que reporta el valor medio del ángulo de contacto de 5 implantes dentales comercialmente disponibles en nuestro medio. Afortunadamente los 5 implantes arrojaron valores de ángulos agudos. Por lo tanto dichos implantes comercialmente disponibles son hidrofílicos. Sin embargo, es importante aclarar que este dato por sí solo no es determinante del éxito clínico del implante. Así, la valoración conjunta de este dato y otras características del implante serían determinantes a la hora de elegir un implante dental para nuestro paciente.

## **7. CONCLUSIONES**

En el presente estudio se lograron alcanzar los objetivos propuestos de determinar el ángulo de contacto entre agua ultra filtrada y la superficie de cinco implantes dentales y al efectuar la comparación estadística de las medidas promedio obtenidas de las muestras se puede concluir que los mayores ángulos de contacto que se obtuvieron fueron en las marcas Q-implant y Biomet 3 i y luego ML, Tree-Oss y Rosterdent en orden decreciente. Si bien todas fueron

diferentes entre sí, todas las medidas fueron menores a 90°, lo cual determina la alta mojabilidad de todas las superficies estudiadas.

## 7. TRABAJOS QUE SURGEN A PARTIR DEL PRESENTE ESTUDIO

- Estudiar las muestras colocadas en soluciones de NaCl.
- Comparar las medidas de los ángulos de contacto obtenidos en relación a sangre.
- Hacer estudios *in vivo*

## 8. BIBLIOGRAFÍA

1. Parithimarkalaignan S, Padmanabhan T.V. Osseointegration: An Update (Review article) J Indian Prosthodont Soc (Jan-Mar 2013) 13(1):2–6.
2. Brånemark PI, Hansson BO, Adell R, Breine U, Lindström J, Hallén O, et al. Osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Experience from a 10-year period. Scand J Plast Reconstr Surg Suppl. 1977;16:1-132.
3. Adell R, Lekholm U, Rockler B, Brånemark PI. A 15-year study of osseointegrated implants in the treatment of the edentulous jaw. Int J Oral Surg. 1981;10(6):387-416

4. Branemark PI, Hansonn BO, Adell R, Breine U, Lindstrom J, Hallen O, Ohman A. Osseointegrated titanium implants in the treatment of the edentulous jaw, *Scand. J. Plast. Reconstr. Surg.* 11 (1977) 171–175.
5. Brånemark PI, Adell R, Breine U, Hansson BO, Lindström J, Ohlsson A. Intra-osseous anchorage of dental prostheses. I. Experimental studies. *Scand J Plast Reconstr Surg.* 1969;3(2):81-100.
6. Khan NS, Ramachandran M, Swaminathan SK, Krishnan V, Sundaram R. Osseointegration and more—A review of literature. *Indian Journal of Dentistry.* 2012;3(2):72-6
7. Albrektsson T, Branemark P.I., Hanson H.A., Lindstrom J., Osseointegrated titanium implants. Requirements for ensuring a long-lasting, direct bone anchorage in man, *Acta Orthop. Scand.* 52 (1981) 155–170.
8. Constantino A., Tesis de Magister en Implantología Oral, "Caracterización nanométrica de superficies lisas, ácido grabadas y anodizadas de titanio mediante microscopía de fuerza atómica (AFM) para aplicación en Implantología Odontológica, Facultad de Odontología, Universidad de La Plata, Año 2015.
9. Stanford CM, Schneider GB. Functional behaviour of bone around dental implants. *Gerodontology.* 2004;21(2):71-7.
10. Chug A, Shukla S, Mahesh L, Jadwani S. Osseointegration—Molecular events at the bone–implant interface: A review. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery, Medicine, and Pathology.* 2013;25(1):1-4.

11. Muñevar Niño JC, Becerra Calixto A, Hernandez Diaz A M. Biología de las células Stem. Instituto Unidad de Investigación Básica Oral (U.I.B.O) Universidad El Bosque. Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca. Recibido: 21-04-2005 / Aceptado: 09-05-2005.
12. Brown Theodore L, H. Eugene LeMay, Jr., Bruce E. Bursten and Julia R. QUÍMICA. LA CIENCIA CENTRAL. Novena edición Pearson Education, México, 2004
13. Díaz Carolina Tesis doctoral Adherencia y colonización de *Pseudomonas fluorescens* sobre sustratos sólidos: influencia de la topografía y composición química de la superficie 2011 <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/2685>  
*Capítulo 4* – Evaluación de las propiedades *fisicoquímicas* de los sustratos.
14. Módulo IV: Metrología dimensional. Tema 17: Metrología del acabado superficial tecnología mecánica. Dpto. de Ingeniería Mecánica. Universidad del País Vasco – Euskal Herriko Unibertsitatea.
15. Jiménez de Pablo Estela. Determinación Experimental de Tensión Superficial del agua en cámara micro-reológica TITULACIÓN: Ingeniería Técnica Industrial, Mecánica Universidad Complutense de Madrid 2012.
16. Rupp, F., Scheideler, L., Olshanska, N., De Wild, M., Wieland, M., & Geis-Gerstorfer, J. (2006). Enhancing surface free energy and hydrophilicity through chemical modification of microstructured titanium implant surfaces. *Journal of Biomedical Materials Research Part A*, 76(2), 323-334.  
<https://www.olympus-ims.com/es/metrology/ols>

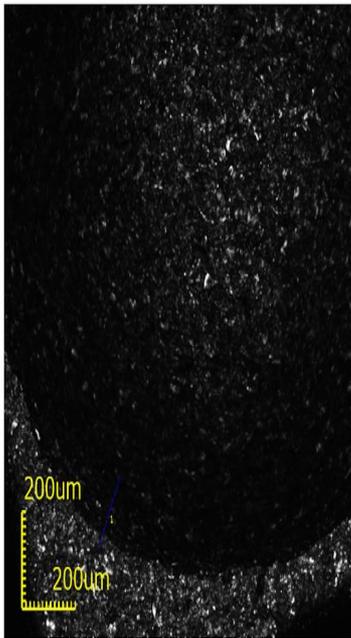
17. Sartoretto SC, Alves AT, Resende RF, Calasans-Maia J, Granjeiro JM, Calasans-Maia MD. Early osseointegration driven by the surface chemistry and wettability of dental implants. *J Appl Oral Sci.* 2015 May-Jun; 23(3):279-87
18. Buser D, Broggini N, Wieland M, Schenk RK, Denzer AJ, Cochran DL, et al. Enhanced bone apposition to a chemically modified SLA titanium surface. *J Dent Res.* 2004;83:529-33.
19. Lang NP, Salvi GE, Huynh-Ba G, Ivanovski S, Donos N, Bosshardt DD. Early osseointegration to hydrophilic and hydrophobic implant surfaces in humans. *Clin Oral Implants Res.* 2011;22:349-56.
20. Strnad G., Chirila N., Petrovan C., Russu O. Contact Angle Measurement on Medical Implant Titanium Based Biomaterials. 9th International Conference Interdisciplinarity in Engineering INTER-ENG 2015: 8-9 October 2015, Tirgo Mures, Rumania.
21. CBK. Characterization of microscopically small surfaces on dental implants by using contact angles measurements on picoliter drops. 22453 Hamburg, Germany: Kruss GmbH; 2009.

## 9. ANEXOS

### IMPLANTE DENTAL TREEOSS (muestra 1)

3oss1

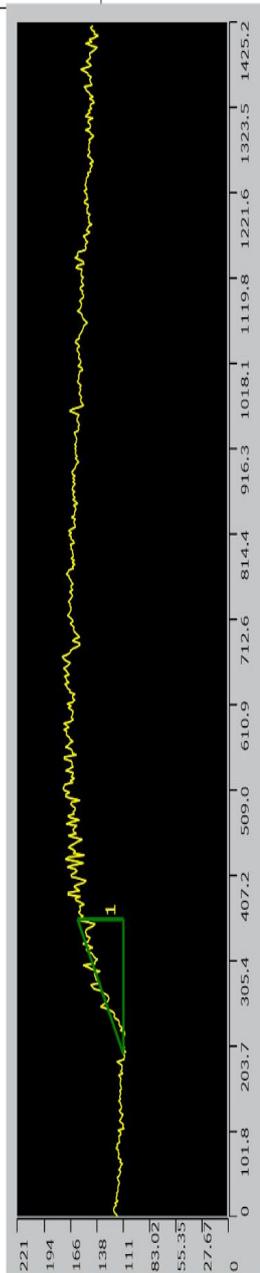
LEXT



3oss1x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

oss 1

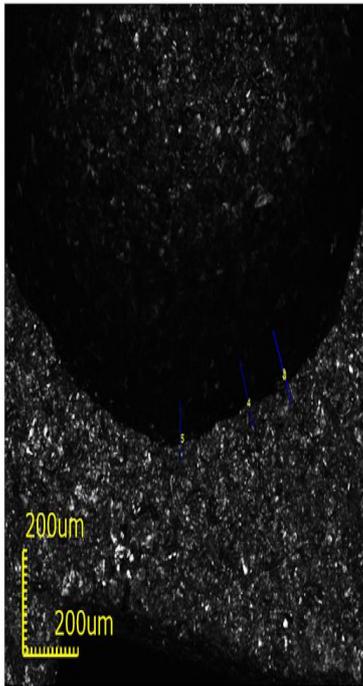
No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	159.792	48.336	166.943	16.830	3oss1x10
Count	1	1	1	1	1	1
Average		159.792	48.336	166.943	16.830	-
Min.		159.792	48.336	166.943	16.830	-
Max.		159.792	48.336	166.943	16.830	-
Range		0.000	0.000	0.000	0.000	-
σ		0.000	0.000	0.000	0.000	-
3σ		0.000	0.000	0.000	0.000	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-



016

**IMPLANTE DENTAL TREEOSS (muestra 2)**

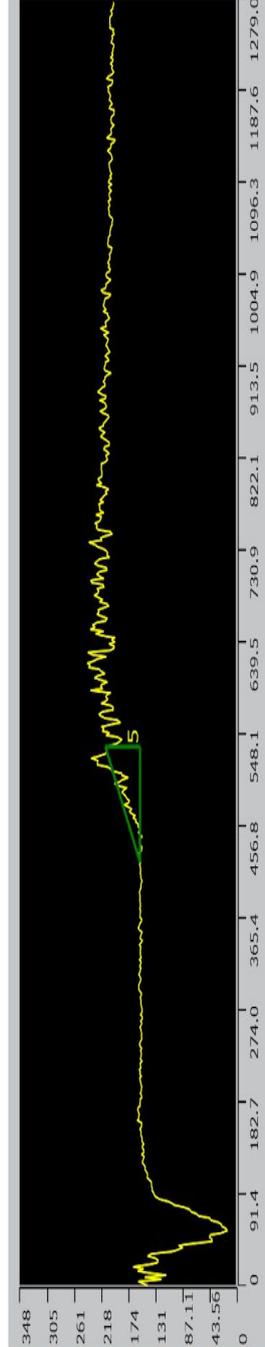
Report Title



3oss2x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

Comment  
 prueba

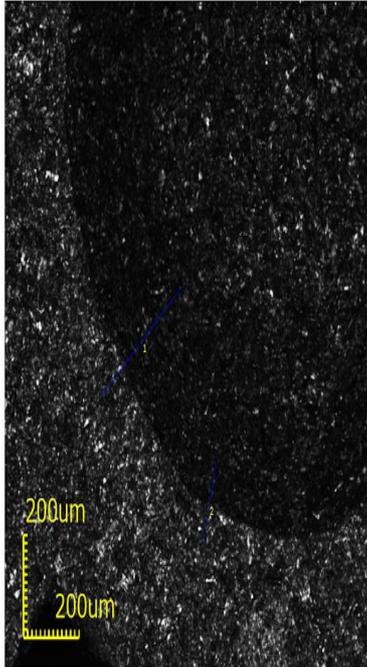
No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
✓ 1		144.812	71.235	161.384	26.193	3oss2x10
✓ 2		143.563	63.281	156.892	23.787	3oss2x10
✓ 3		152.302	65.675	165.859	23.326	3oss2x10
✓ 4		138.570	71.652	155.999	27.343	3oss2x10
✓ 5		114.851	55.854	127.712	25.934	3oss2x10
Count	5	5	5	5	5	
Average		138.820	65.539	153.569	25.317	-
Min.		114.851	55.854	127.712	23.326	-
Max.		152.302	71.652	165.859	27.343	-
Range		37.451	15.798	38.147	4.016	-
σ		14.272	6.495	14.980	1.700	-
3σ		42.816	19.484	44.941	5.099	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-



016

**IMPLANTE DENTAL TREEOSS (muestra 3)**

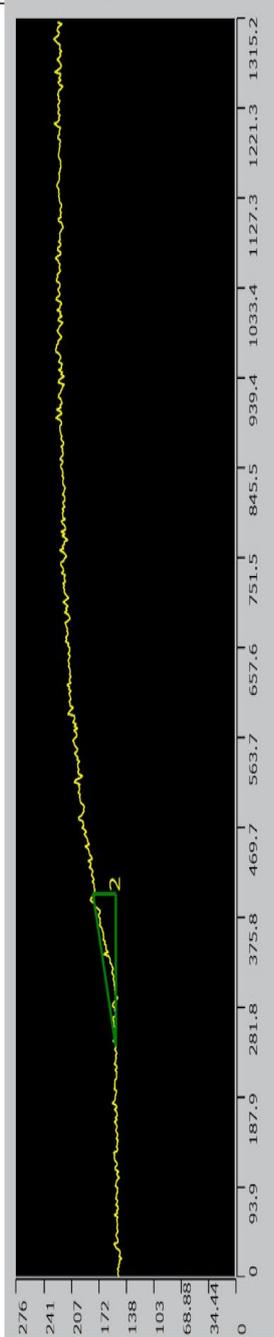
3oss3



3oss3x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

muy delgada-verificar

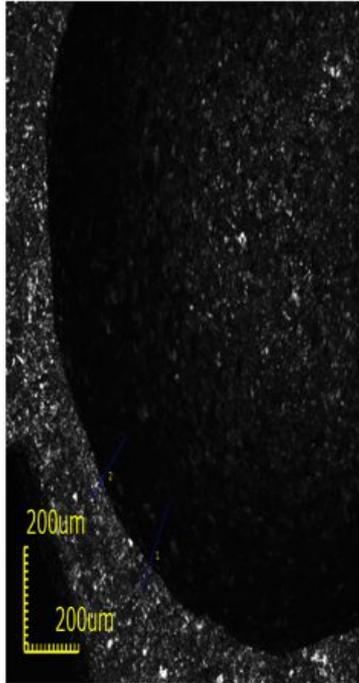
No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	351.311	63.520	357.007	10.249	3oss3x10
<input checked="" type="checkbox"/>	2	159.792	28.755	162.359	10.201	3oss3x10
Count		2	2	2	2	2
Average		255.552	46.138	259.683	10.225	-
Min.		159.792	28.755	162.359	10.201	-
Max.		351.311	63.520	357.007	10.249	-
Range		191.518	34.765	194.648	0.048	-
σ		135.424	24.583	137.637	0.034	-
3σ		406.272	73.749	412.911	0.101	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-



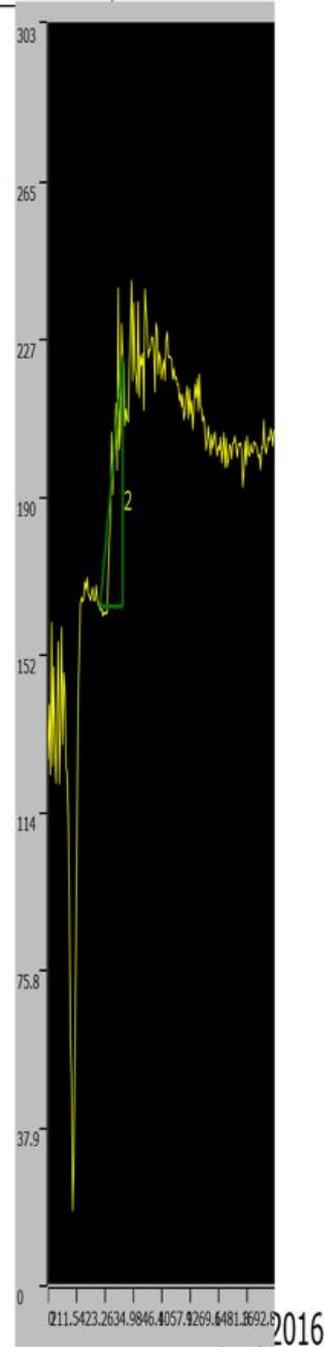
016

**IMPLANTE DENTAL TREEOSS (muestra 4)**

3 OSS 04



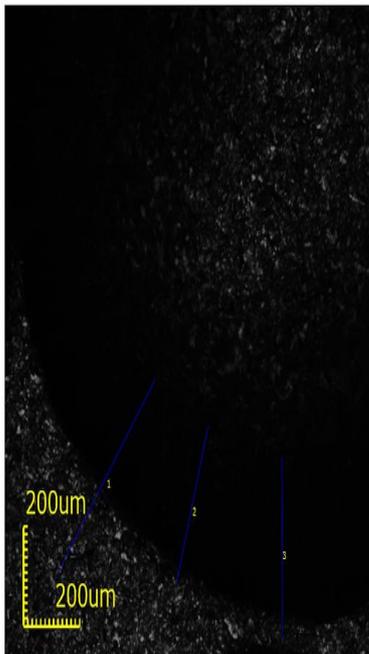
3oss4x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off



No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	194.747	69.026	206.618	19.516	3oss4x10
<input checked="" type="checkbox"/>	2	168.779	60.375	179.253	19.683	3oss4x10
Count	2	2	2	2	2	
Average		181.763	64.700	192.935	19.600	-
Min.		168.779	60.375	179.253	19.516	-
Max.		194.747	69.026	206.618	19.683	-
Range		25.968	8.651	27.365	0.167	-
σ		18.362	6.117	19.350	0.118	-
3σ		55.086	18.352	58.050	0.353	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

**IMPLANTE DENTAL TREEOSS (muestra 5)**

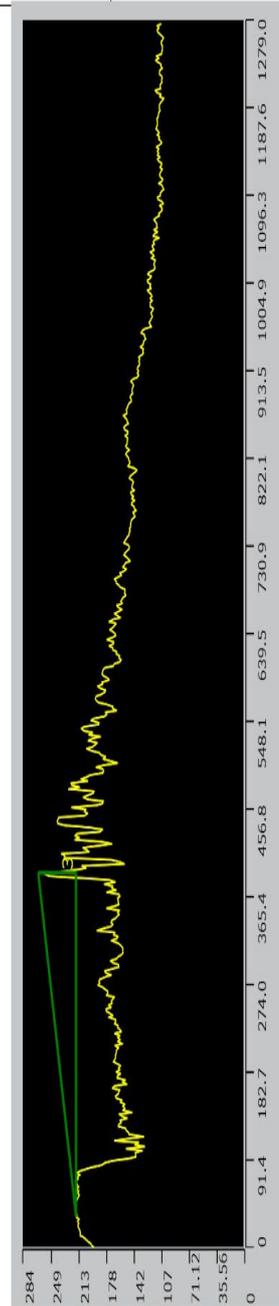
3OSS 5



3oss5x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

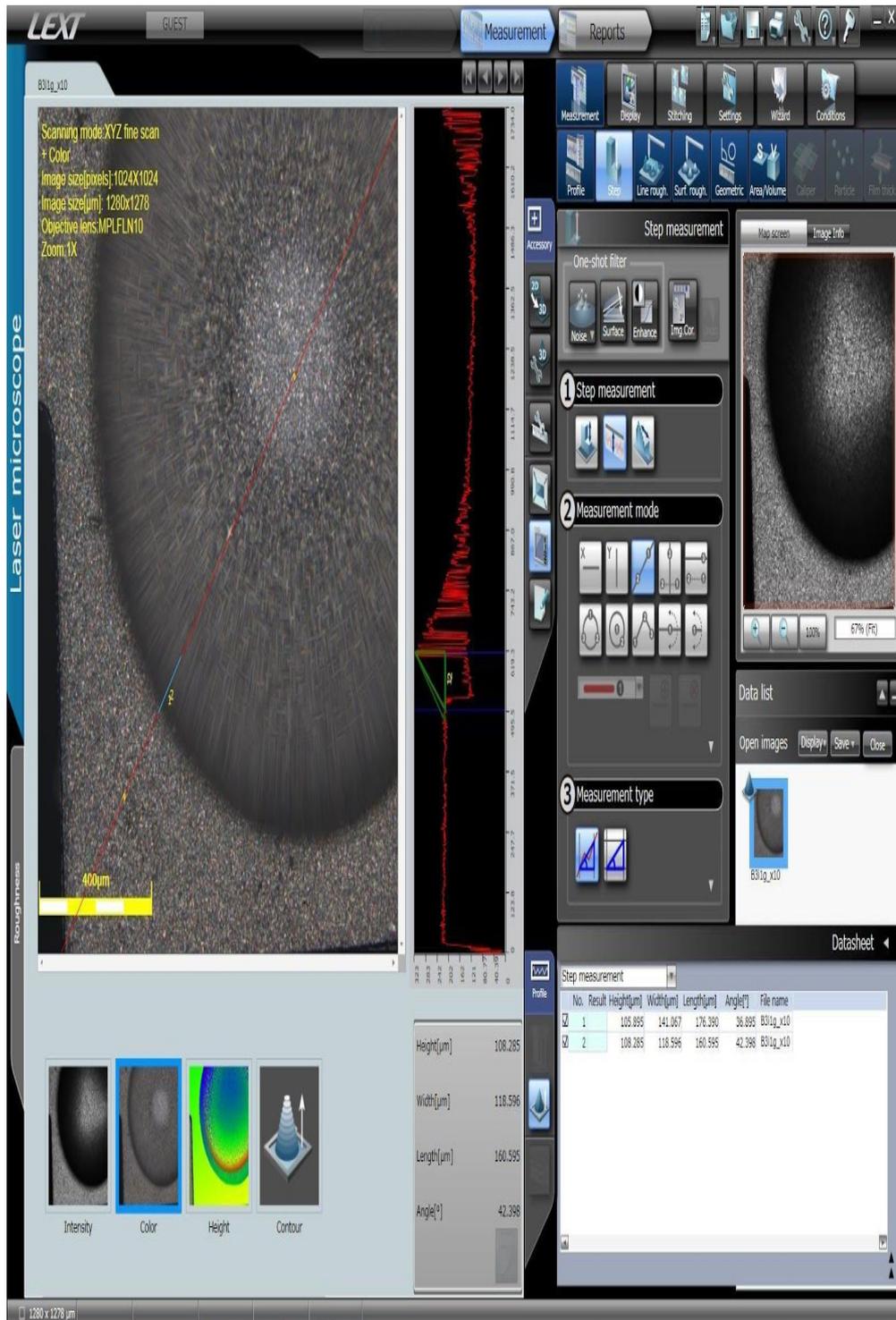
PRESENTA EVAPORACIÓN

No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	506.841	36.442	508.150	4.112	3oss5x10
<input checked="" type="checkbox"/>	2	328.323	34.887	330.172	6.065	3oss5x10
<input checked="" type="checkbox"/>	3	358.284	48.772	361.589	7.752	3oss5x10
Count		3	3	3	3	3
Average		397.816	40.033	399.970	5.977	-
Min.		328.323	34.887	330.172	4.112	-
Max.		506.841	48.772	508.150	7.752	-
Range		178.518	13.885	177.978	3.639	-
σ		95.599	7.607	94.994	1.821	-
3σ		286.798	22.822	284.983	5.464	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-



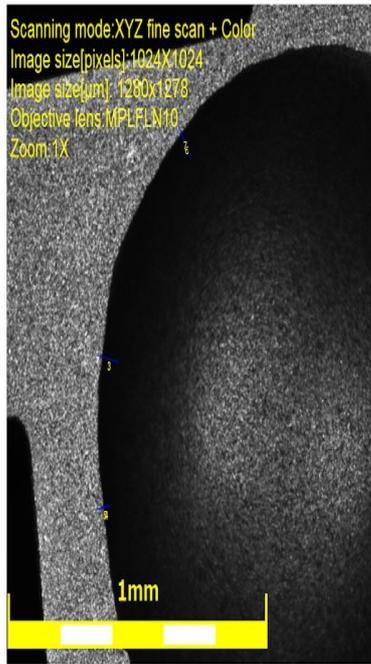
016

**IMPLANTE DENTAL BIOMET 3! (muestra 1)**



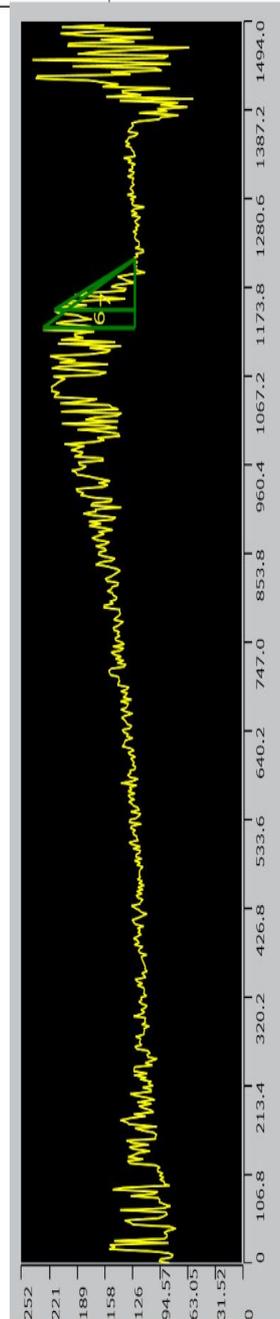
**IMPLANTE DENTAL BIOMET 3 I (muestra 2)**

Report Title



B3i2g\_x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[μm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

Comment  
 prueba



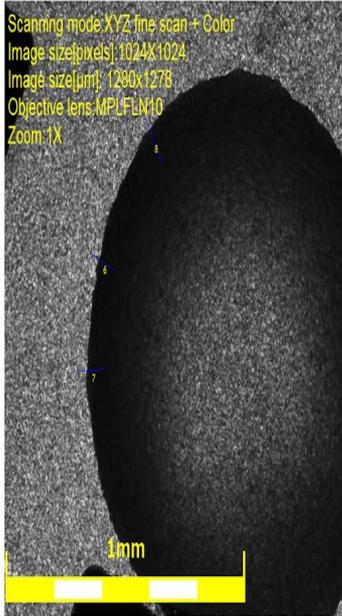
No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
Count	7	7	7	7	7	7
Average		94.912	69.803	118.236	54.386	-
Min.		77.775	41.257	88.040	45.315	-
Max.		104.947	100.017	142.229	62.056	-
Range		27.172	58.760	54.189	16.741	-
σ		11.422	20.027	20.399	5.264	-
3σ		34.265	60.082	61.197	15.793	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Datasheet don't have enough space to display 7 measurement records. To show all measurement records increase space for datasheet.

016

**IMPLANTE DENTAL BIOMET 3I (muestra 3)**

B3i3g x10



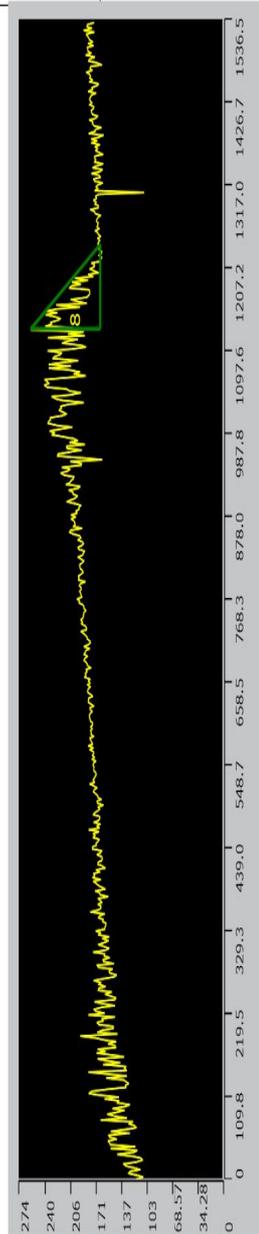
Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[μm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10  
 Zoom: 1X

B3i3g\_x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[μm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

Comment  
 prueba

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
Count	8	8	8	8	8	8
Average		88.979	113.749	144.593	38.572	-
Min.		70.593	88.765	116.373	33.957	-
Max.		119.429	168.779	206.760	42.091	-
Range		48.836	80.014	90.387	8.134	-
σ		18.347	34.712	38.514	2.846	-
3σ		55.042	104.137	115.542	8.539	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

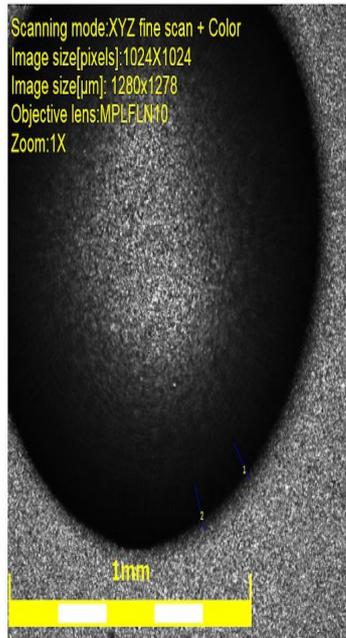
Datasheet don't have enough space to display 8 measurement records. To show all measurement records increase space for datasheet.



016

**IMPLANTE DENTAL BIOMET 3I (muestra 4)**

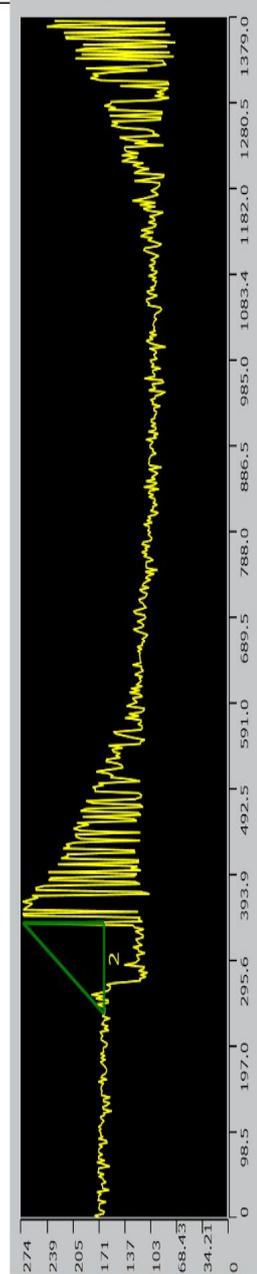
Report Title



B3i4g2\_x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[μm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

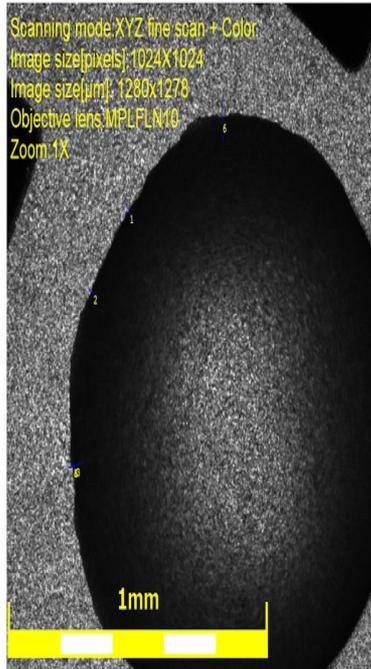
Comment  
 prueba

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	117.958	96.125	152.165	50.823	B3i4g2_x10
<input checked="" type="checkbox"/>	2	107.231	103.615	149.113	45.983	B3i4g2_x10
Count	2	2	2	2	2	
Average		112.595	99.870	150.639	48.403	-
Min.		107.231	96.125	149.113	45.983	-
Max.		117.958	103.615	152.165	50.823	-
Range		10.727	7.490	3.052	4.841	-
σ		7.585	5.296	2.158	3.423	-
3σ		22.756	15.889	6.474	10.269	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-



**IMPLANTE DENTAL BIOMET 3 I (muestra 5)**

B3i5g2 x10



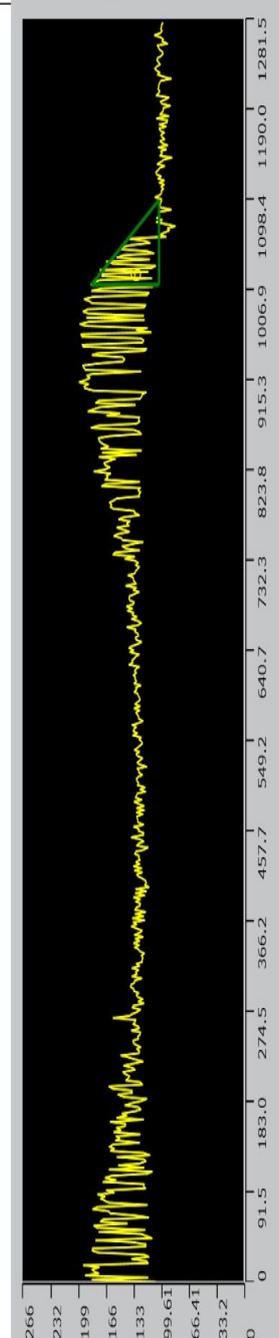
Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[μm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10  
 Zoom: 1X

B3i5g2\_x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[μm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

Comment  
 prueba

No.	Result	Height[μm]	Width[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
Count	6	6	6	6	6	6
Average		83.478	52.474	99.761	57.176	-
Min.		63.564	37.506	73.805	43.749	-
Max.		148.950	84.890	159.192	69.336	-
Range		85.386	47.383	85.387	25.587	-
σ		32.829	17.720	33.400	8.316	-
3σ		98.488	53.159	100.201	24.947	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

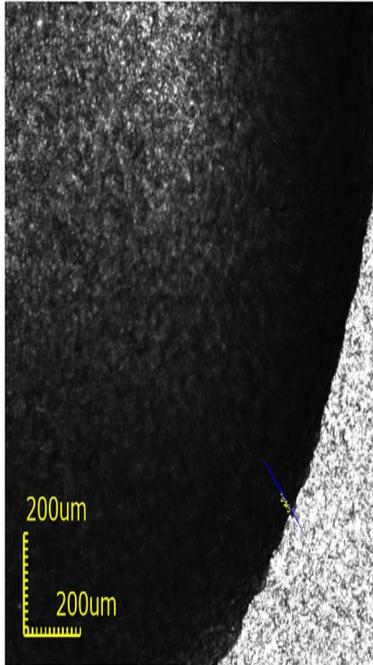
Datasheet don't have enough space to display 6 measurement records. To show all measurement records increase space for datasheet.



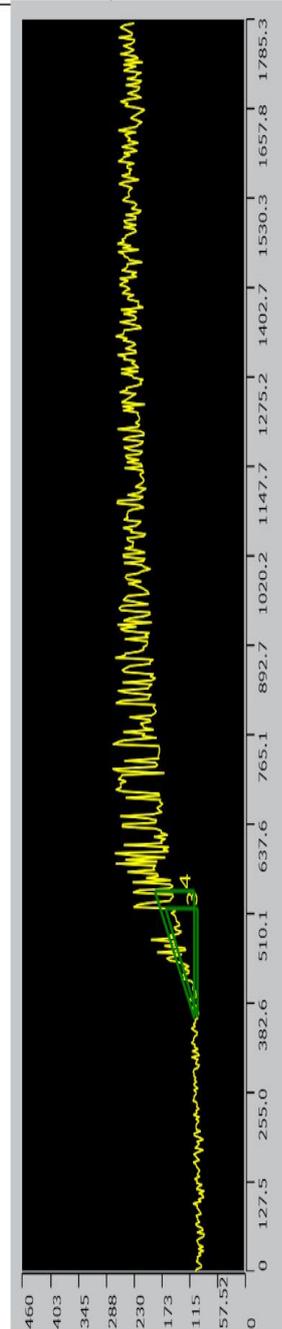
016

**IMPLANTE DENTAL ML (muestra 1)**

ML1142



muestraML1142\_x10\_01  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

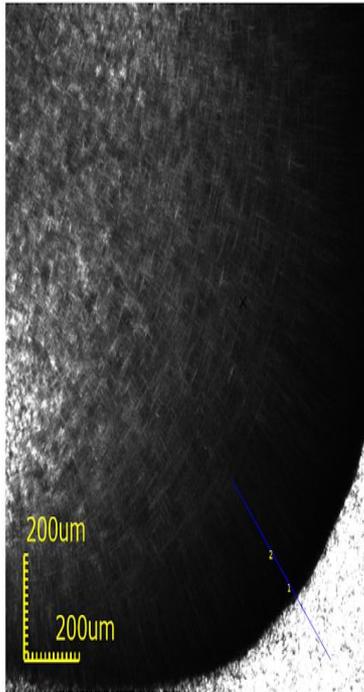


No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	154.799	82.289	175.311	27.994	muestraML1142
<input checked="" type="checkbox"/>	2	149.805	78.135	168.958	27.545	muestraML1142
<input checked="" type="checkbox"/>	3	154.799	66.538	168.493	23.260	muestraML1142
<input checked="" type="checkbox"/>	4	181.015	81.663	198.583	24.282	muestraML1142
Count	4	4	4	4	4	
Average		160.104	77.156	177.836	25.770	-
Min.		149.805	66.538	168.493	23.260	-
Max.		181.015	82.289	198.583	27.994	-
Range		31.209	15.750	30.090	4.735	-
$\sigma$		14.138	7.311	14.177	2.353	-
$3\sigma$		42.413	21.933	42.530	7.060	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

016

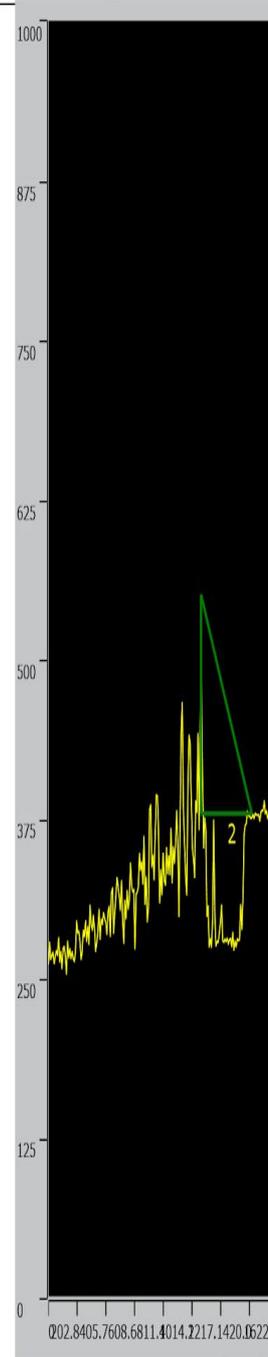
**IMPLANTE DENTAL ML (muestra 2)**

ML1142 02



muestraML1142\_x10\_02  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

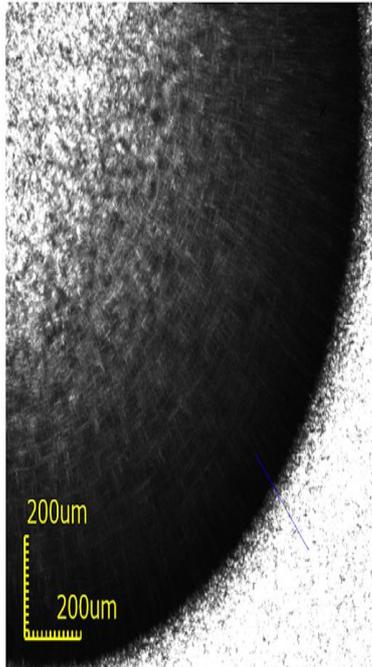
esta muestra tiene zona evaporada, se considera el máximo de intensidad y el metal



No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	428.824	206.141	475.798	25.674	muestraML1142_
<input checked="" type="checkbox"/>	2	358.812	171.644	397.754	25.565	muestraML1142_
Count	2	2	2	2	2	2
Average		393.818	188.893	436.776	25.620	-
Min.		358.812	171.644	397.754	25.565	-
Max.		428.824	206.141	475.798	25.674	-
Range		70.012	34.496	78.045	0.109	-
$\sigma$		49.506	24.393	55.186	0.077	-
$3\sigma$		148.518	73.178	165.558	0.232	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

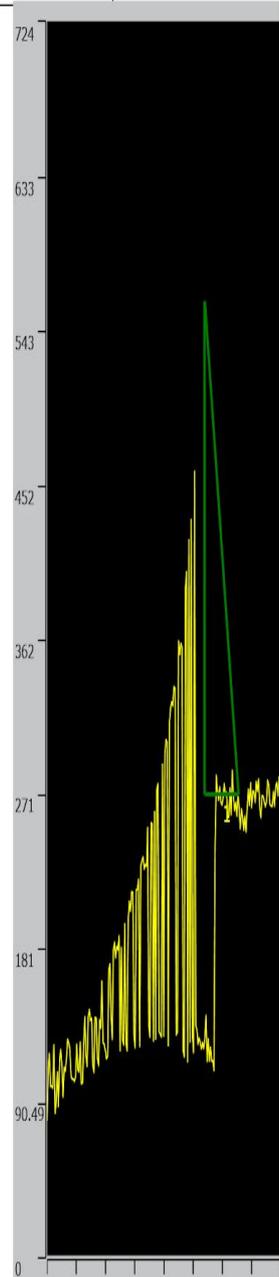
**IMPLANTE DENTAL ML (muestra 3)**

ML1142 03



muestraML1142\_x10\_03  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

muestra con zona de evaporación

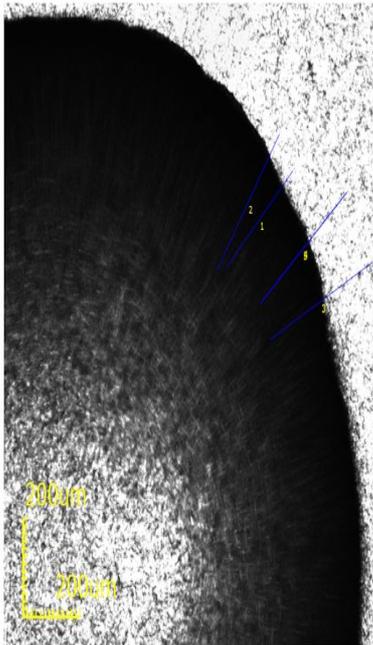


No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input type="checkbox"/>	1	260.045	288.643	388.507	47.984	muestraML1142_
Count	0	0	0	0	0	0
Average	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-
Min.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-
Max.	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-
Range	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-
$\sigma$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-
$3\sigma$	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance	0	0	0	0	0	-
Standard	0	0	0	0	0	-
Lower tolerance	0	0	0	0	0	-

0.26.3452.6678.9905.2131.4357.7584.0810.2016

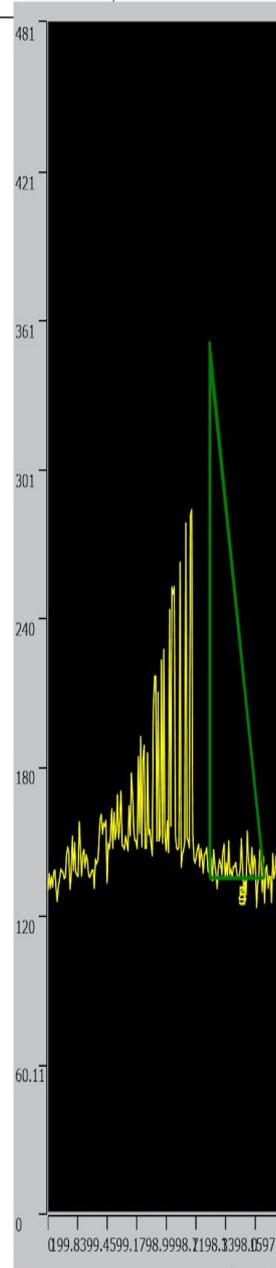
**IMPLANTE DENTAL ML (muestra 4)**

ML1124 03



muestraML1142\_x10\_04  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

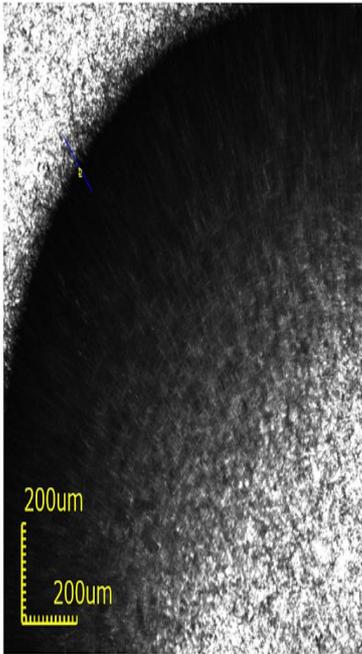
Muestra con zona de evaporación  
 Criterio igualdistancia sobre la gota y sobre el metal



No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1		295.051	210.193	362.265	35.466 muestraML1142_
<input checked="" type="checkbox"/>	2		342.055	198.421	395.440	30.117 muestraML1142_
<input checked="" type="checkbox"/>	3		383.816	234.347	449.704	31.407 muestraML1142_
<input checked="" type="checkbox"/>	4		363.813	208.654	419.400	29.835 muestraML1142_
<input checked="" type="checkbox"/>	5		368.814	216.331	427.578	30.394 muestraML1142_
Count	5	5	5	5	5	
Average		350.710	213.589	410.877	31.444	-
Min.		295.051	198.421	362.265	29.835	-
Max.		383.816	234.347	449.704	35.466	-
Range		88.765	35.925	87.438	5.631	-
$\sigma$		34.526	13.270	33.393	2.325	-
$3\sigma$		103.579	39.809	100.180	6.976	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

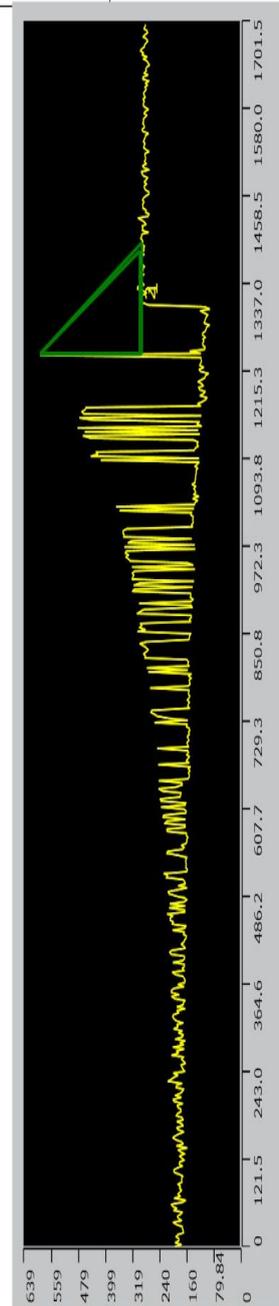
**IMPLANTE DENTAL ML (muestra 5)**

ML1142 05



muestraML1142\_x10\_05\_B  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

con zona invertido por evaporación

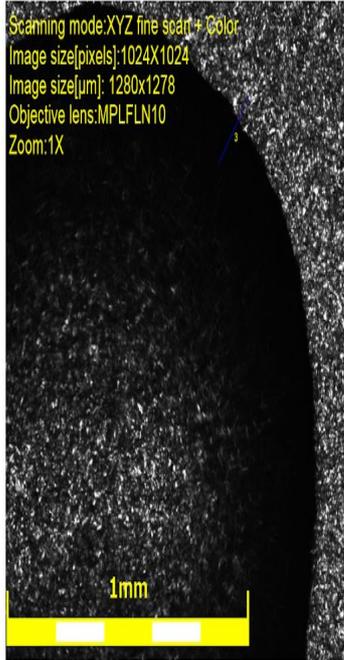


No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	153.550	300.427	337.393	62.928	muestraML1142
<input checked="" type="checkbox"/>	2	142.315	294.025	326.657	64.172	muestraML1142
Count	2	2	2	2	2	
Average		147.933	297.226	332.025	63.550	-
Min.		142.315	294.025	326.657	62.928	-
Max.		153.550	300.427	337.393	64.172	-
Range		11.235	6.402	10.737	1.244	-
$\sigma$		7.945	4.527	7.592	0.880	-
$3\sigma$		23.834	13.580	22.776	2.639	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

016

**IMPLANTE DENTAL Q-IMPLANT (muestra 1)**

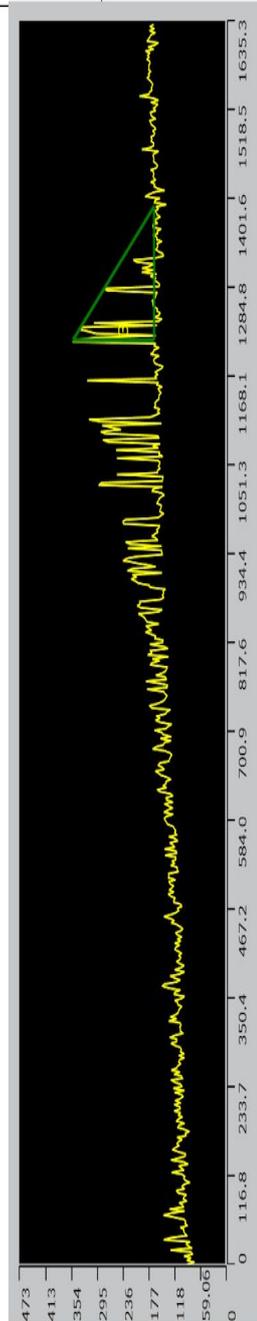
Report Title



Q1g\_x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[μm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

Comment  
 prueba

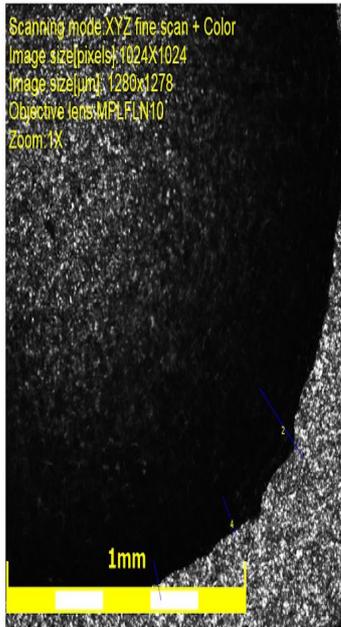
No.	Result	Width[μm]	Height[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	138.774	221.029	260.982	57.877	Q1g_x10
<input checked="" type="checkbox"/>	2	118.771	172.043	209.058	55.381	Q1g_x10
<input checked="" type="checkbox"/>	3	176.021	186.358	256.345	46.634	Q1g_x10
Count	3	3	3	3	3	
Average		144.522	193.143	242.128	53.297	-
Min.		118.771	172.043	209.058	46.634	-
Max.		176.021	221.029	260.982	57.877	-
Range		57.251	48.985	51.924	11.243	-
σ		29.055	25.188	28.733	5.904	-
3σ		87.165	75.563	86.200	17.712	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-



016

**IMPLANTE DENTAL Q-IMPLANT (muestra 2)**

Report Title

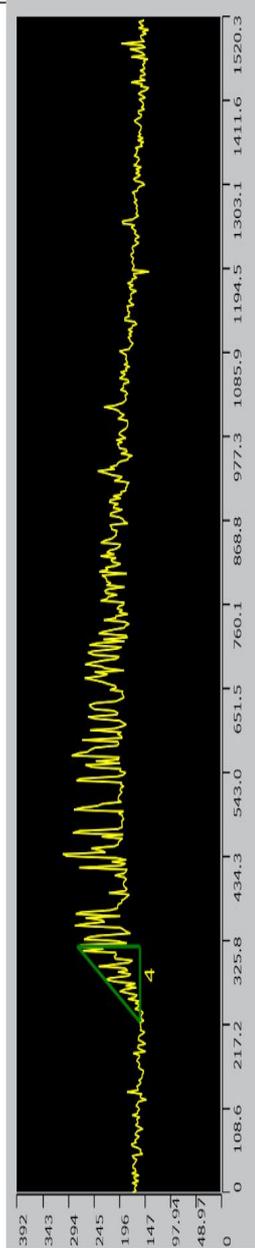


Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024x1024  
 Image size[μm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10  
 Zoom: 1x

Q2g\_x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024x1024  
 Image size[μm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

Comment  
 prueba

No.	Result	Width[μm]	Height[μm]	Length[μm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	128.583	140.939	190.781	47.625	Q2g_x10
<input checked="" type="checkbox"/>	2	218.788	169.077	276.506	37.697	Q2g_x10
<input checked="" type="checkbox"/>	3	83.641	112.071	139.842	53.265	Q2g_x10
<input checked="" type="checkbox"/>	4	97.373	120.227	154.713	50.996	Q2g_x10
Count		4	4	4	4	4
Average		132.096	135.579	190.460	47.396	-
Min.		83.641	112.071	139.842	37.697	-
Max.		218.788	169.077	276.506	53.265	-
Range		135.147	57.007	136.664	15.568	-
σ		60.776	25.424	61.221	6.869	-
3σ		182.329	76.273	183.663	20.606	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

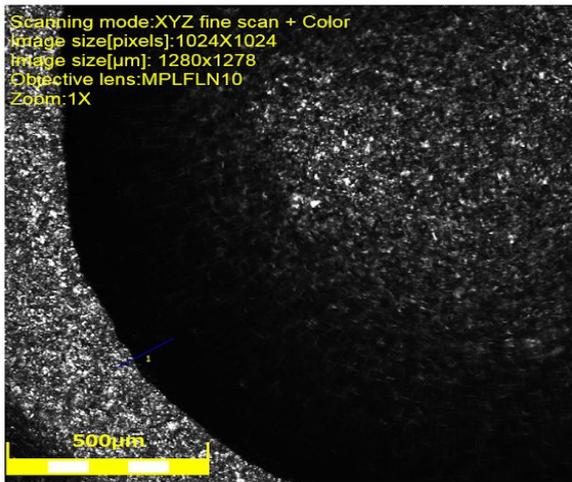


016

**IMPLANTE DENTAL Q-IMPLANT (muestra 3)**



**Report Title**

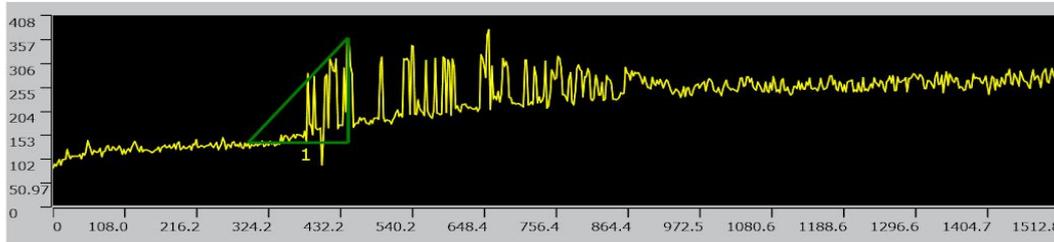


User ID: GUEST  
 User name: GUEST  
 Description: GUEST USER

Q3g\_x10  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

CRITERIO: entran todos los picos debajo del triángulo, para fijar el vértice en el punto sobre el metal

No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	148.776	224.740	269.522	56.496	Q3g_x10
Count	1	1	1	1	1	1
Average		148.776	224.740	269.522	56.496	-
Min.		148.776	224.740	269.522	56.496	-
Max.		148.776	224.740	269.522	56.496	-
Range		0.000	0.000	0.000	0.000	-
σ		0.000	0.000	0.000	0.000	-
3σ		0.000	0.000	0.000	0.000	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-



**IMPLANTE DENTAL Q-IMPLANT (muestra 4)**

Scanning mode: XYZ line scan  
+ Color  
Image size [pixels]: 1024x1024  
Image size [µm]: 1280x1278  
Objective lens: MPLFLN10  
Zoom: 1X

400µm

Intensity Color Height Contour

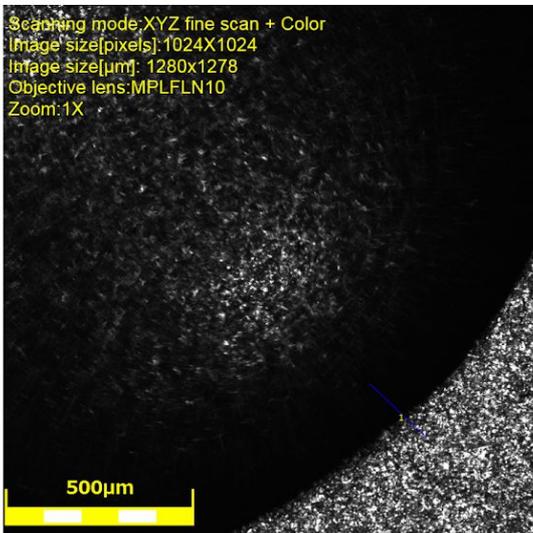
No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
1		153.777	172.842	231.347	48.341	Q4g_x10
2		231.290	85.474	246.578	20.282	Q4g_x10
3		83.764	92.687	124.930	47.895	Q4g_x10
4		21.254	59.426	63.112	70.320	Q4g_x10
5		148.557	133.942	200.024	42.038	Q4g_x10

Width[µm] 148.557  
Height[µm] 133.942  
Length[µm] 200.024  
Angle[°] 42.038

**IMPLANTE DENTAL Q-IMPLANT (muestra 5)**



Q5 x10

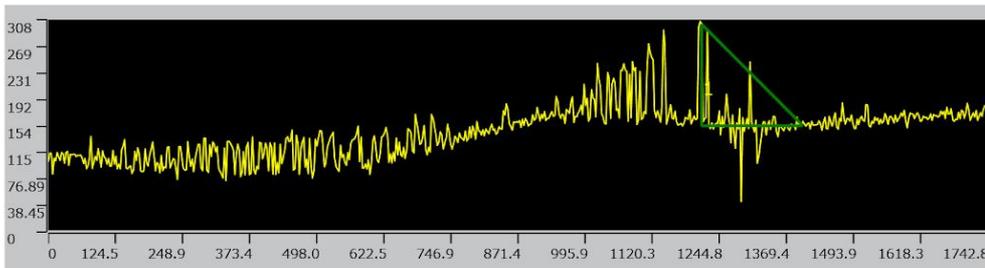


User ID: GUEST  
User name: GUEST  
Description: GUEST USER

Q5g\_x10  
[Acquisition parameters]  
Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
Image size[pixels]: 1024X1024  
Image size[µm]: 1280x1278  
Objective lens: MPLFLN10x  
Zoom: 1x  
DIC: Off

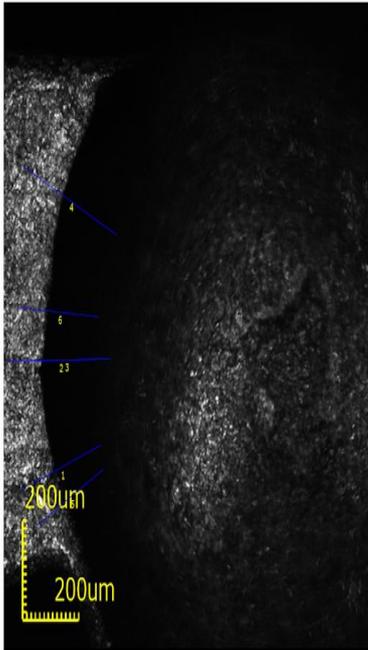
Comment

No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	187.532	148.443	239.173	38.364	Q5g_x10
Count	1	1	1	1	1	1
Average		187.532	148.443	239.173	38.364	-
Min.		187.532	148.443	239.173	38.364	-
Max.		187.532	148.443	239.173	38.364	-
Range		0.000	0.000	0.000	0.000	-
σ		0.000	0.000	0.000	0.000	-
3σ		0.000	0.000	0.000	0.000	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

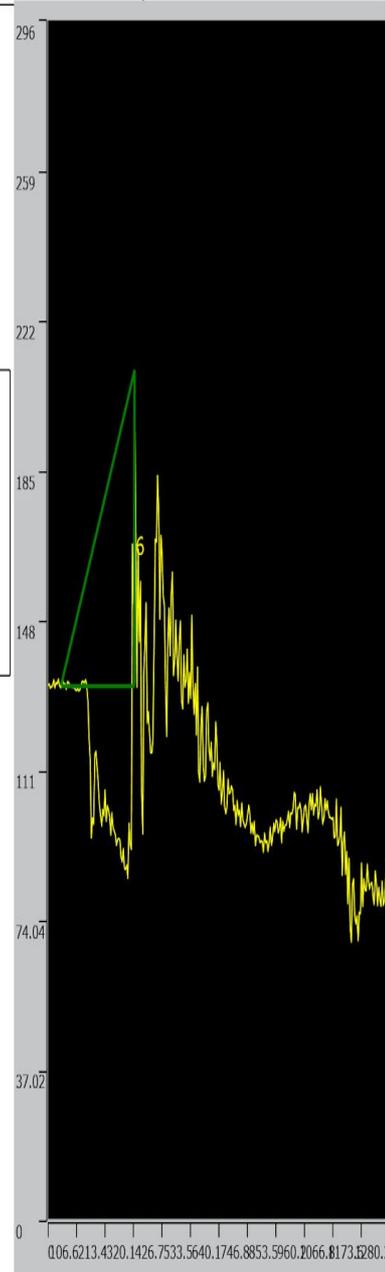


**IMPLANTE DENTAL ROSTERDENT (muestra 1)**

RD1



rd1g-10x  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

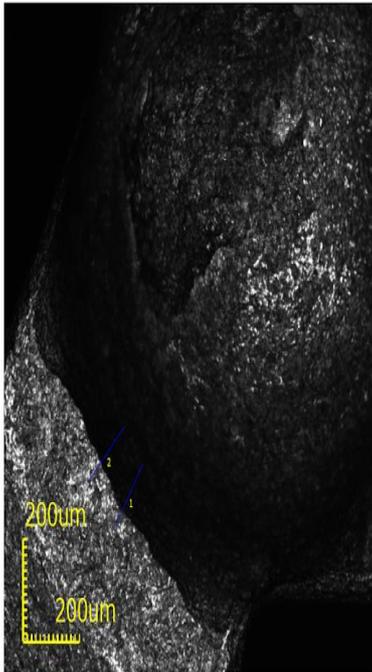


No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
Datasheet don't have enough space to display 6 measurement records. To show all measurement records increase space for datasheet.						
Count	6	6	6	6	6	6
Average		308.387	85.888	320.585	15.617	-
Min.		253.794	69.834	267.193	11.301	-
Max.		355.081	127.387	377.221	19.737	-
Range		101.268	57.553	110.029	8.436	-
σ		41.447	21.317	42.629	3.239	-
3σ		124.342	63.952	127.886	9.718	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

**IMPLANTE DENTAL ROSTERDENT ( muestra 2)**

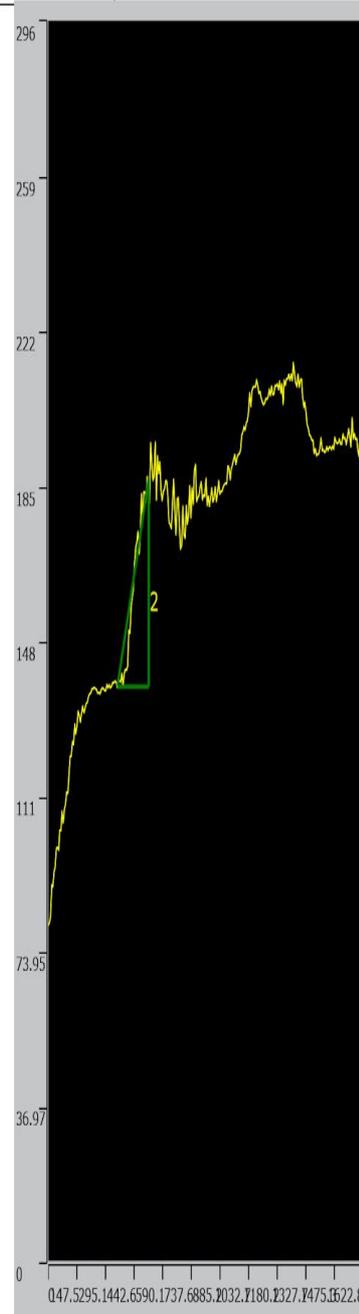
RD2

**LEXT**



rd2g-10x  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

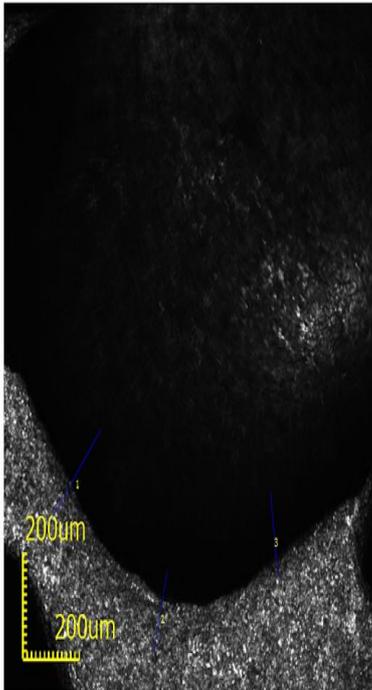
Rugosidad dependiente de la dirección. No uniforme ni isotrópica. Tienen una marca de corte en el centro



No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	152.302	48.879	159.953	17.793	rd2g-10x
<input checked="" type="checkbox"/>	2	161.278	49.717	168.767	17.133	rd2g-10x
Count		2	2	2	2	2
Average		156.790	49.298	164.360	17.463	-
Min.		152.302	48.879	159.953	17.133	-
Max.		161.278	49.717	168.767	17.793	-
Range		8.976	0.838	8.814	0.660	-
$\sigma$		6.347	0.593	6.232	0.467	-
$3\sigma$		19.041	1.779	18.697	1.400	-
Tolerance		Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

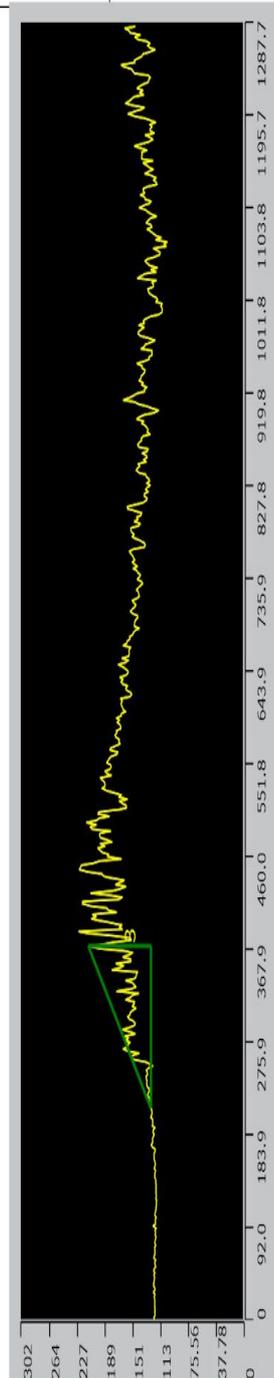
**IMPLANTE DENTAL ROSTERDENT (muestra 3)**

RD3



rd3g-10x  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

proceso de evaporación. Gotas pequeñas por la superficie expuesta del implante

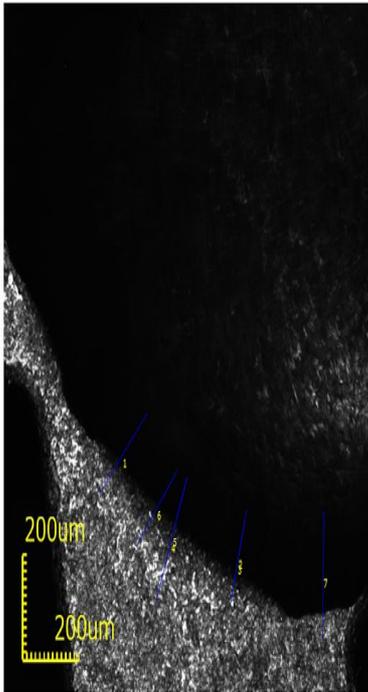


No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	245.042	115.921	271.078	25.317	rd3g-10x
<input checked="" type="checkbox"/>	2	157.296	95.928	184.239	31.377	rd3g-10x
<input checked="" type="checkbox"/>	3	161.041	85.153	182.168	27.868	rd3g-10x
Count	3	3	3	3	3	
Average		187.793	99.001	212.495	28.188	-
Min.		157.296	85.153	182.168	25.317	-
Max.		245.042	115.921	271.078	31.377	-
Range		87.747	30.767	88.910	6.060	-
σ		49.615	15.612	50.745	3.043	-
3σ		148.845	46.836	152.235	9.128	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

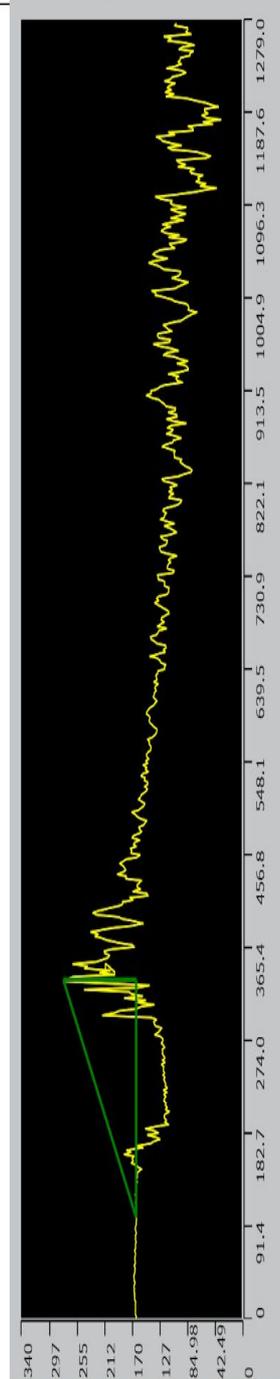
016

**IMPLANTE DENTAL ROSTERDENT (muestra 4)**

RD 4



rd4g-10x  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off



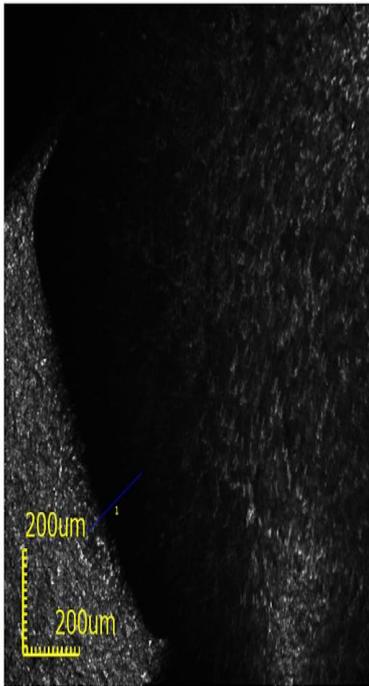
No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
Count	7	7	7	7	7	7
Average		213.027	118.465	244.243	28.842	-
Min.		164.786	81.889	184.011	23.686	-
Max.		255.917	158.824	301.195	34.576	-
Range		91.132	76.935	117.184	10.890	-
$\sigma$		32.298	29.458	40.379	3.806	-
$3\sigma$		96.893	88.373	121.138	11.419	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-

Datasheet don't have enough space to display 7 measurement records. To show all measurement records increase space for datasheet.

016

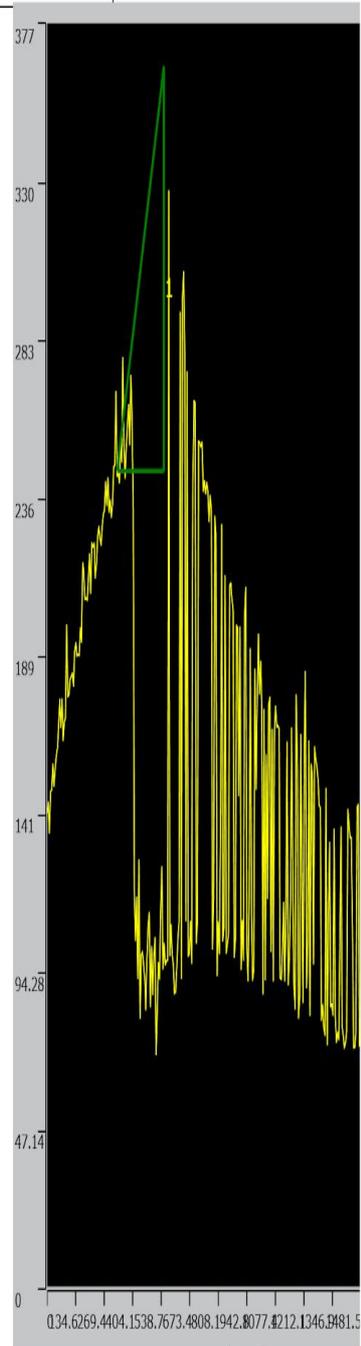
**IMPLANTE DENTAL ROSTERDENT (muestra 5)**

RD5



rd5g-10x  
 [Acquisition parameters]  
 Scanning mode: XYZ fine scan + Color  
 Image size[pixels]: 1024X1024  
 Image size[µm]: 1280x1278  
 Objective lens: MPLFLN10x  
 Zoom: 1x  
 DIC: Off

.....



No.	Result	Width[µm]	Height[µm]	Length[µm]	Angle[°]	File name
<input checked="" type="checkbox"/>	1	220.038	120.680	250.959	28.743	rd5g-10x
Count	1	1	1	1	1	1
Average		220.038	120.680	250.959	28.743	-
Min.		220.038	120.680	250.959	28.743	-
Max.		220.038	120.680	250.959	28.743	-
Range		0.000	0.000	0.000	0.000	-
$\sigma$		0.000	0.000	0.000	0.000	-
$3\sigma$		0.000	0.000	0.000	0.000	-
Tolerance	Off	Off	Off	Off	Off	Off
Upper tolerance		0	0	0	0	-
Standard		0	0	0	0	-
Lower tolerance		0	0	0	0	-