





Universidad San Francisco de Quito

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Postgrados**

**ANÁLISIS MICROTOPOGRÁFICO DE LA SUPERFICIE RADICULAR, EN  
RELACIÓN AL GRADO DE RUGOSIDAD DE SU SUPERFICIE DESPUÉS DEL  
USO DE TRES TIPOS DE SCALER SÓNICOS Y ULTRASÓNICOS , OBSERVADOS  
MEDIANTE MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO: ESTUDIO *IN VITRO***

**JUAN FRANCISCO SILVA ROJAS**

**Mauricio Tinajero, Dr., Director de Tesis**

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de  
Especialista en Periodoncia

Quito, agosto de 2015

**Universidad San Francisco de Quito**

**Colegio de Postgrados**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**ANÁLISIS MICROTOPOGRÁFICO DE LA SUPERFICIE RADICULAR, EN  
RELACIÓN AL GRADO DE RUGOSIDAD DE SU SUPERFICIE DESPUÉS DEL  
USO DE TRES TIPOS DE SCALER SÓNICOS Y ULTRASÓNICOS , OBSERVADOS  
MEDIANTE MICROSCOPIO ELECTRÓNICO DE BARRIDO: ESTUDIO *IN VITRO***

**JUAN FRANCISCO SILVA ROJAS**

Mauricio Tinajero, Dr.  
Director de Tesis

.....

Germán Moreno, Dr.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Mónica Mancheno, Dra.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Francisco Andrade Marín, Dr.  
Miembro del Comité de Tesis

.....

Paulina Aliaga, Dra.  
Decana de la Escuela de Odontología

.....

Víctor Viteri, PhD.  
Decano del Colegio de Postgrados

.....

Quito, agosto de 2015

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Nombre: Juan Francisco Silva Rojas

C. I.: 1714824180

Fecha: Quito, agosto de 2015

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de tesis, se lo dedico con mucho cariño a mi familia, en especial a mis hijos: Juan Ignacio y Sebastián Francisco, esperando les sirva como ejemplo de perseverancia en cada una de las actividades y objetivos que se planteen en su vida, que comprendan que en base al estudio y al trabajo, pueden alcanzar todas las metas que se propongan, y sepan que el tamaño de los triunfos que alcancen en su futuro, serán acorde al tamaño de sus esfuerzos.

A mi esposa, Alexandra, quien ha sabido canalizar para bien, todas mis decisiones, inclusive las erradas.

A mis padres y hermanos también se los dedico con mucho cariño, va por ustedes.

## AGRADECIMIENTOS

Mi agradecimiento eterno e incondicional a mi Dios, por la vida que me ha regalado y porque en base a El todo es posible en la vida.

A mi padre, amigo y colega Milton por sus enseñanzas, porque de ti aprendí mucho y sigo aprendiendo, a mi madre, Lolita, por su amor y dedicación para conmigo, a ustedes, mis guías a lo largo de este camino, gracias por el ejemplo y los valores que han sabido inculcar en mí, lo cuales son un legado para mis hijos.

A mi compañera de vida, Alexandra, por ser tú, por estar en las buenas, en las malas, y en las peores.

Gracias también a todas las personas que directa o indirectamente han contribuido en la elaboración de esta Tesis, principalmente a mi maestro y tutor, Dr. Mauricio Tinajero por su ayuda desinteresada en todo momento.

## RESUMEN

**Introducción:** La instrumentación sónica y ultrasónica se considera en la actualidad una alternativa muy aceptada para eliminar los depósitos bacterianos adheridos, que causan la enfermedad periodontal, así como para obtener una superficie radicular aceptable.

**Objetivo:** evaluar la rugosidad y pérdida de sustancia radicular con diferentes dispositivos sónicos y ultrasónicos, mediante observaciones a 100x y 1000x de aumento, al MEB, durante 15 y 30 segundos de instrumentación. **Materiales y Métodos:** Un total de treinta piezas dentales se usó para este estudio in vitro, terceros molares indicados para la extracción, y escogidos mediante criterios de inclusión y exclusión, los cuales serán divididos mediante corte sagital, de coronal hasta apical, para tener dos superficies proximales, dos dispositivos piezoeléctricos; Piezoeléctrico Bonart-p3II, Piezoscaler digital DTE D1, y el scaler sónico STAR Titán; evaluados mediante MEB, para determinar cuál de estos diferentes dispositivos son los que provocan mayor pérdida de sustancia radicular. **Resultados:** En observaciones al MEB, las muestras tratadas con el scaler sónico STAR Titán mostraron mayor índice rugosidad y pérdida de sustancia que las muestras con ultrasonidos Bonart-P3II y DTE d1, en un tiempo de instrumentación de 15 segundos ( $p < 0,05$ ).

**Palabras clave:** Instrumentación sónica y ultrasónica, Piezoeléctrico, alisado radicular, in vitro.

## ABSTRACT

**Introduction:** The sonic and ultrasonic instrumentation is considered today a widely accepted alternative for removing deposits attached bacterial that cause periodontal disease as well as to obtain an acceptable root surface. **Objective:** To evaluate the roughness and loss of root substance with different sonic and ultrasonic devices by observations at 100x and 1000x magnification, SEM, for 15 to 30 seconds of instrumentation. **Materials and Methods:** A total of thirty teeth were used for this in vitro study, wisdom teeth indicated for extraction, and selected by criteria of inclusion and exclusion, which will be divided by sagittal, coronal to apical, to have two proximal surfaces, two piezoelectric devices; Bonart piezo-p3II, Piezoscaler digital DTE D1, and the sonic scaler STAR Titan; evaluated by SEM to determine which of these different devices are causing greater loss of root substance. **Results:** In SEM observation, the samples treated with the sonic scaler STAR Titan showed greater loss of substance roughness index and the samples sonicated and DTE P3II Bonart-d1, in a time of 15 seconds instrumentation ( $p < 0.05$ ).

**Keywords:** Sonic and ultrasonic instrumentation, Piezo, root planing, in vitro.



## TABLA DE CONTENIDOS

Resumen.....	7
Abstract.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	14
2. JUSTIFICACIÓN.....	17
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
4 OBJETIVOS.....	19
4.1. Objetivos General.....	19
4.2. Objetivos Específicos.....	19
5. HIPÓTESIS.....	19
6. MARCO TEÓRICO.....	20
6.1. Tratamiento de la enfermedad periodontal.....	20
6.2. Tratamiento periodontal no quirúrgico.....	21
6.3. Superficie radicular.....	23
6.4. Calculo dental.....	24
6.5. Fijación del cálculo a la superficie radicular.....	27
6.6. Instrumentos periodontales.....	29
6.6.1. Instrumentos manuales de raspado y alisado.....	30
6.6.2. Instrumentos mecánicos de raspado y alisado.....	32
6.6.2.1. Características de los dispositivos ultrasónicos.....	34
6.6.2.2. Características de los dispositivos sónicos.....	37
6.7. Mecanismo de acción de los dispositivos sónicos y ultrasónicos.....	39
6.8. Efecto de Cavitación de los Instrumentos Mecánicos.....	39
6.9. Instrumentos Manuales vs. Mecánicos.....	41
6.10. Eficacia entre diferentes instrumentos Mecánicos.....	42

6.10.1. Tipos de oscilación de las puntas activas.....	43
6.10.2. Parámetros de uso de dispositivos mecánicos.....	44
6.11. Ventajas y desventajas de los aparatos sónicos y ultrasónicos.....	45
7. MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
7.1 Tipo de Investigación.....	47
7.2. Muestras.....	48
7.2.1. Criterios de Inclusión.....	49
7.2.2 Criterios de Exclusión.....	49
7.3. Determinación de Variables.....	50
7.4. Metodología.....	51
7.4.1. Construcción de los cuerpos de Prueba.....	51
7.4.2. Grupos de estudio.....	52
7.4.3. División de los grupos de Prueba.....	53
7.4.4. Preparación de los fragmentos previo al análisis al MEB.....	57
7.4.5. Análisis de los fragmentos a través del MEB.....	60
7.4.6. Observación y obtención de las Microfotografías.....	62
7.5. Recolección de Datos.....	64
8. RESULTADOS.....	65
8.1. Informe Estadístico.....	68
8.2. Análisis de Desgaste de Rugosidad.....	69
9. DISCUSIÓN.....	71
10. CONCLUSIONES.....	76
11. RECOMENDACIONES.....	78
10. BIBLIOGRAFÍA.....	79
ANEXOS.....	84

## LISTA DE FIGURAS

Figura.1. Cálculo Supragingival.....	25
Figura.2. Evolución de placa bacteriana previa formación de cálculo.....	28
Figura.3. Cristalización del cálculo a partir de núcleos de calcificación.....	29
Figura.4. Tipos de Instrumentos manuales.....	30
Figura.5. Dispositivo Piezoeléctrico.....	35
Figura.6. Dispositivo Piezoeléctrico con patrón de movimiento lineal.....	35
Figura.7. Puntas de dispositivos magnetostrictivos.....	36
Figura.8. Patrón de vibración elíptico.....	36
Figura.9. Dispositivo Sónico.....	37
Figura.10. Patrón de vibración elíptico.....	38
Figura.11. Efecto de Cavitación.....	40
Figura.12. Esquema distribución de muestras.....	52
Figura.13. Instrumentación con Piezoeléctrico Bonart-p3II.....	54
Figura.14. Instrumentación con Piezo scaler digital DTE d1.....	55
Figura.15. Instrumentación con STAR Titán Sonic Scaler.....	56

Figura.16. Fragmento experimental de 2x2mm.....	57
Figura.17. Proceso de deshidratación de las muestras con etanol .....	58
Figura.18. Proceso de Ionización de atmosfera para baño de oro.....	59
Figura.19. Muestras una vez finalizado el metalizado en oro.....	60
Figura.20. Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) FEI - Quanta 400.....	61
Figura.21. Stage del MEB donde se colocan los Stubs.....	62
Figura.22. Enfoque de la imagen fotografiada.....	63

#### **LISTA DE TABLAS:**

Tabla 1. Comparación de los Dispositivos Mecánicos.....	38
Tabla 2. Parámetros de uso sugerido de los ultrasonidos.....	44
Tabla 3. Determinación de las variables.....	50
Tabla 4. Grupos de estudio.....	53
Tabla 5. Índice de Rugosidad y Perdida de sustancia dental.....	64
Tabla 6. Tabla de recolección de Datos 100x.....	65
Tabla 7. Tabla de recolección de Datos 1000x.....	67
Tabla 8. Distribución y Frecuencia de Puntuaciones 100x.....	70

Tabla 9. Distribución y Frecuencia de Puntuaciones 1000x.....	70
---	----

### **LISTA DE GRÁFICOS:**

Gráfico 1. Gráfico de recolección de datos a magnificación de 100x a 15 seg. ....	66
---	----

Gráfico 2. Gráfico de recolección de datos a magnificación de 100x a 30 seg. ....	66
---	----

Gráfico 3. Gráfico de recolección de datos a magnificación de 1000x a 15 seg. ....	67
--	----

Gráfico 4. Gráfico de recolección de datos a magnificación de 1000x a 30 seg. ....	68
--	----

### **ANEXOS:**

Anexo 1. Carta de aprobación del Comité de Bioética.....	84
--	----

Anexo 2. Cartas de donación de los terceros molares.....	86
--	----

Anexo 3. Acta de Entrega del Metalizado de muestras en CENCINAT.....	87
--	----

Anexo 4. Fotografías de Dispositivos y Materiales usados.....	89
---	----

## 1. INTRODUCCIÓN

Continua siendo de consideración la asociación entre enfermedad periodontal y la presencia de biofilm bacteriano sobre la superficie dental como uno de los problemas más frecuentes en nuestros pacientes luego de la caries dental, como bien se conoce la enfermedad periodontal como tal, afecta estadísticamente más a los adultos, según Pérez (2011), la prevalencia de enfermedad periodontal es muy alta en individuos de edad avanzada, afirmando que más del 90% de la población requiere alguna forma de intervención periodontal, es necesario indicar que la prevalencia de placa en la población escolar es muy amplia alcanzado valores entre en 85% y 92% de niños y jóvenes entre los 7 y 15 años de edad de acuerdo con el informe MSP 2010, (Raza, 2010) siendo la antesala de problemas más graves como la formación de cálculo en edades tempranas, si bien la composición de la placa es netamente bacteriológica su presencia causa daño a los tejidos periodontales, provocando destrucción de las principales estructuras de soporte del diente, como son hueso cortical y encía adherida (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

Para que la enfermedad periodontal se establezca, es necesario la existencia de tres factores básicos o principales: la susceptibilidad del huésped, la presencia de patógenos periodontales y la ausencia de bacterias consideradas beneficiosas (Jiménez, y colaboradores, 2012), quienes en conjunto desencadenan un nocivo proceso inflamatorio siendo más bien la consecuencia de una inadecuada interacción entre los mecanismos defensivos del huésped con la microflora oral.

La terapia básica periodontal, es el primer paso a ser desarrollado como tratamiento frente a inflamación de los tejidos de soporte (Newman, Takei, Klokkevold, 2010). Esta terapia consiste en la remoción de los depósitos bacterianos y cálculo, adherido a la superficie del diente, buscando de esta forma obtener una superficie radicular biológicamente aceptable, manteniendo una salud en los tejidos periodontales, tanto en el momento como a lo largo del tiempo, buscando controlar la formación de “biofilm” buscando de esta manera evitar la aparición de procesos inflamatorios.

Para procurar el restablecimiento de los tejidos periodontales afectados por la acumulación de placa bacteriana, la terapéutica recomendada exige la ejecución de procedimientos encaminados a eliminar el factor etiológico mediante un raspaje de las superficies radiculares, procedimiento que pretende con su ejecución la eliminación de placa y cálculos de las superficies radiculares tanto supragingivales como subgingivales (Lindhe, 2004). El procedimiento de raspaje generalmente complementado con el alisado radicular (Lindhe, 2004), que consiste en eliminar el cálculo residual y partes del cemento contaminado de las raíces para dejar una superficie lisa, dura y limpia.

De esta manera se convierte el desbridamiento subgingival meticuloso como un proceso largo y difícil, que incluye raspado y alisado radicular, ejecutado generalmente tanto con instrumentación manual en muchas ocasiones, como también instrumental mecánico del tipo sónico o ultrasónico, dispositivos estos que, como característica principal poseen el exigir menos resistencia y esfuerzo por parte del operador, así como brindar menos incomodidad para el paciente.

Estos aparatos mecánicos, sónicos y ultrasónicos, empleados en este tipo de procesos, buscan la eliminación del cálculo dental de forma más fácil, rápida y menos estresante tanto para el operador, como para el paciente; su empleo provoca de forma general, mayor confort durante el tratamiento periodontal (Lindhe, 2004) y un acortamiento en el tiempo clínico; razones estas que hacen que día a día aumente la demanda por parte de los profesionales odontólogos de práctica general y algunos especialistas, sin embargo de lo cual, su empleo está aún inmerso en discusiones basadas en los daños provocados por su aplicación sobre la estructura dentaria.

El propósito de este estudio, in vitro, es evaluar el efecto de la aplicación de estos dispositivos, ultrasónicos y sónicos, sobre la topografía de las superficies radiculares de terceros molares extraídos, mediante observaciones bajo microscopio electrónico de barrido.



## 2. JUSTIFICACIÓN

Los dispositivos o scalers tanto sónicos (neumáticos) como ultrasónicos, son instrumentos de mucha demanda y uso cotidiano, se ha constituido de forma más frecuente en parte del día a día de especialistas en periodoncia, profesionales odontólogos de práctica general e incluso por estudiantes de pregrado y postgrado en las diferentes universidades del país, como primera alternativa para la remoción de cálculo supra y subgingival.

Pese a esta demanda en cuanto a su empleo, la literatura al respecto revisada no se muestra concluyente, cuando se trata de evaluar las repercusiones que su uso provoca sobre la superficie dental radicular y coronal, donde su acción ha sido aplicada, mostrando cierta polémica en cuanto a los resultados de rugosidad que su empleo produce sobre las superficies dentales cuando estos dispositivos se encuentran en contacto. Desde el punto de vista de facilidad y economía de tiempo, la aplicación de los instrumentos mecánicos muestra ventajas indiscutibles sobre la instrumentación manual mediante curetas periodontales, desencadenando un innegable aumento de su empleo tanto a nivel público como privado. La ejecución de un análisis in vitro sobre las acciones que estos dispositivos provocan, asegura un mejor entendimiento e incluso plantea la ejecución de medidas a tomar al respecto a su empleo y cuidados. No es de extrañarse que un elevado porcentaje de odontólogos de práctica privada consideren el uso de este tipo de instrumentos como única alternativa de tratamiento periodontal, la facilidad en cuanto a su empleo y casi inexistente malestar para el paciente ha llevado a que el uso de estos dispositivos se generalice, sin embargo aún está poco claro su efecto en cuanto a agresividad en términos de rugosidad de la superficie dental radicular sobre la que ha sido aplicada.

### **3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El empleo de aparatología sónica y ultrasónica para el raspaje de la superficie radicular constituye un hecho innegable tanto a nivel de especialistas y más aun a nivel de odontólogos generalistas.

No existe literatura que demuestre de forma clara y específica las repercusiones a nivel dental en cuanto a la rugosidad de la superficie que se consigue con la aplicación de estos dispositivos, su empleo muchas veces realizado de forma indiscriminado deja entredicho una eliminación y lisura de las superficies pero en realidad estudios al respecto que midan el grado de lisura o rugosidad alcanzado tras su empleo no existe.

De ahí que este estudio plantea evaluar las superficies dentales radiculares cuando el empleo del dispositivo sónico (STAR Titán Sonic Scaler) y ultrasónicos (Piezo scaler digital DTE d1, Piezoeléctrico Bonart-p3II) son aplicados, seleccionando superficies dentales radiculares de dientes extraídos controlando todas las condiciones experimentales, evaluando las consecuencias de su acción mediante observaciones al Microscopio electrónico de Barrido.

## **4. OBJETIVO**

### **4.1. OBJETIVO GENERAL**

Evaluar el grado de rugosidad de la superficie radicular posterior a la instrumentación con diferentes dispositivos sónico y ultrasónico, mediante observaciones al Microscopio Electrónico de Barrido.

### **4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Establecer mediante observación al MEB el grado de rugosidad que se consigue con la aplicación de instrumental sónico o neumático (STAR Titán Sonic Scaler) a una velocidad controlada (2.300 y 6.300 ciclos por segundo).
- Establecer mediante observación al MEB el grado de rugosidad que se consigue con la aplicación de instrumental ultrasónicos (Piezo scaler digital DTE d1, Piezoeléctrico Bonart-p3II) a una velocidad controlada (25.000 y 42.000 ciclos por segundo).
- Comparar mediante observación al MEB el efecto sobre la rugosidad de la superficie dentaria radicular que se consigue con la aplicación de aparatología sónica y ultrasónica en dos períodos de tiempo diferentes (15 y 30 segundos).

## **5. HIPÓTESIS**

La instrumentación con scalers sónicos (neumáticos), causan menor rugosidad en la micro topografía de la superficie radicular que el dispositivo ultrasónico, de forma directamente proporcional al tiempo de contacto de la punta con la superficie dental.

## **6. MARCO TEÓRICO**

### **6.1. TRATAMIENTO DE LA ENFERMEDAD PERIODONTAL**

La enfermedad periodontal ha sido considerada como una patología inflamatoria multifactorial, que produce la destrucción de los tejidos de soporte de los dientes, por la presencia de placa bacteriana y cálculo (Lindhe, 2004). La terapia periodontal elegida en estos casos según Alves y colaboradores., (2004), se basa en la eliminación de los depósitos bacterianos presentes en la superficie de las raíces dentales afectadas, sin embargo una vez diagnosticada la enfermedad, existen básicamente dos fases para un tratamiento general de la enfermedad periodontal.

La fase I del tratamiento periodontal, busca alterar o eliminar la etiología bacteriana, así como los factores que contribuyen al desarrollo de la enfermedad (Newman, Takey, Klokkevold, 2010), esta fase también conocida como tratamiento causal o tratamiento no quirúrgico consta de una serie de eventos dentro de los cuales tenemos la información al paciente acerca de su realidad, instrucción y motivación sobre de las técnicas adecuadas de higiene oral son la base fundamental, acompañada de la eliminación de restauraciones defectuosas, coronas desadaptadas, y la eliminación total de cálculos mediante tartrectomía y alisado radicular (Lindhe, 2004).

La fase II del tratamiento periodontal, constituye una secuencia de la primera fase que busca controlar o eliminar la enfermedad periodontal, corrigiendo los problemas anatómicos que favorecen a la formación de la misma, que alteran la estética, o no permiten la colocación de prótesis correctamente, para mejorar el entorno y función como la colocación de implantes

dentales, todo esto realizando un corte o incisión intencional del tejido gingival (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

En la fase I del tratamiento periodontal, es decir la tartrectomía o raspado, se constituye en el procedimiento de elección, en el cual se eliminan la placa bacteriana y el cálculo, que de acuerdo a su ubicación, puede ser supragingival como subgingival, y es en esta última donde el alisado radicular se muestra como una técnica de instrumentación que precede al raspado, y está encaminada a la eliminación del cemento radicular blando o reblandecido hasta la obtención de una superficie dura (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

Según Lindhe, 2004, tanto el raspado como el alisado radicular pueden realizarse bajo la forma de procedimiento *cerrado* cuando se realiza una instrumentación subgingival sin desplazamiento intencional de la encía. O *abierto* cuando se exponen las superficies radiculares de los dientes afectados mediante el desplazamiento intencional de los tejidos gingivales.

## **6.2. TRATAMIENTO PERIODONTAL NO QUIRÚRGICO**

Consiste en el desbridamiento mecánico supragingival y subgingival, de una estructura dentaria colonizada por bacterias; ya sea con instrumentos manuales o mecánicos estas medidas están encaminadas directamente a reducir la carga bacteriana y a alterar la composición microbiana, para establecer un entorno que favorezca una óptima salud periodontal, al reducir la intensidad de la inflamación y mejorando la estabilidad del nivel de inserción periodontal (Petersilka, 2002).

La eliminación completa del cálculo subgingival mediante aparatos mecánicos sónicos y ultrasónicos, ha sido tratado de demostrar en varios estudios, para Egelberg, 1999 la eliminación completa del cálculo no es posible conseguir de forma predecible con la instrumentación subgingival ya que frecuentemente quedan pequeñas áreas de cálculos sin ser eliminadas, sin embargo en pacientes con periodontitis avanzada, la mejoría obtenida clínicamente con la instrumentación manual, ultrasónica y sónica es muy similar (Claffey, Polyzois, Ziaka, 2005)

Holbrook, (1994) demostró que la cantidad de cálculo eliminado es muy similar tanto con los instrumentos ultrasónicos y manuales, de igual forma la experiencia del operador juega un papel importante durante la instrumentación periodontal.

Una instrumentación excesiva produce rugosidades en la superficie subgingival, las que en gran medida favorecen a la retención de placa y cálculo, así como también hipersensibilidad por la eliminación excesiva del cemento (Fukazawa, 1994).

Un componente esencial de la terapia periodontal es la eliminación efectiva de la placa bacteriana de la superficie de la raíz enferma. (Meissner, 2006)

### **6.3. SUPERFICIE RADICULAR**

El cemento radicular es un tejido conectivo especializado calcificado no vascularizado que recubre las superficies radiculares de los órganos dentarios. Y constituye un componente importante junto con la encía, ligamento periodontal y hueso alveolar, de una estructura única y compleja como es el periodoncio normal (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

Al no contener vasos sanguíneos, ni linfáticos la superficie radicular, carece de irrigación, no experimenta remodelado ni resorción fisiológica, se caracteriza porque se deposita toda la vida; el cemento cumple con diferentes funciones, en él se insertan las fibras perforantes del ligamento periodontal, sella la superficie de la dentina radicular, cubre terminaciones de los túbulos dentinarios abiertos y ayuda en la reparación cuando ha existido un daño en la superficie radicular (Lindhe, 2004).

El objetivo principal del raspado y alisado sobre la superficie radicular, se basa en crear una superficie de la raíz biológicamente aceptable para la curación tejidos blandos circundantes y que sea lo suficientemente suave y lisa para facilitar los procedimientos de higiene oral y retardar la recolonización microbiana (Quirynen, 1990). Ya que el cemento de las raíces infectadas y expuestas al medio bucal muchas veces incluso con bolsas periodontales, sufre varios cambios que disminuyen la biocompatibilidad, incluyendo hipermineralización y la absorción de las endotoxinas bacterianas, la reinserción de los tejidos gingivales de las superficies radiculares se ve afectada, convirtiendo a la superficie de la raíz en una superficie poco compatible a los tejidos adyacentes, de ahí la importancia de ejecutar el raspado y alisado radicular (Khosravi, 2004).

La literatura disponible indica que un raspado completo, independientemente del tipo de instrumento que se use, retira la placa y cálculo de manera eficiente y produce una superficie radicular aceptable para la curación de los tejidos blandos (Jacobson, 1994), resultado que se podría alcanzar, incluso sin realizar el alisado radicular como paso final recomendado.

Existen opiniones diversas al respecto mientras algunos autores (Ladner y colaboradores, 1992) sostienen que el raspado con instrumentos de mano produce una superficie radicular más lisa que raspadores sónicos y ultrasónicos, sin embargo para Jotikasthira (1992) no existe diferencia entre los dos métodos, reportando incluso tras el raspado ultrasónico superior a la instrumentación manual, mejoras en cuanto a la suavidad de la superficie radicular y a la capacidad para eliminar el cálculo subgingival e incluso placa.

#### **6.4. CALCULO DENTAL**

El cálculo dental consta de una placa bacteriana mineralizada que se forma y se adhiere en las superficies de los dientes, así como en las prótesis dentales, de acuerdo con su ubicación pueden ser supragingivales o subgingivales, por su relación con el margen gingival (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

El cálculo supragingival se constituye en un elemento visible en la cavidad oral, ubicado hacia coronal del margen gingival, su coloración generalmente blanco amarillenta, su consistencia dura como la arcilla, puede desprenderse con facilidad de la superficie radicular, su localización en un único diente, en varias estructuras dentales, o incluso presentarse de forma generalizada en toda la boca (Newman, Takei, Klokkevold, 2010), generalmente en las superficies linguales



de los incisivos inferiores y las caras vestibulares de los molares superiores, como lo muestra la figura 1, la convierten en un elemento patológico altamente nocivo a las estructuras dentales.



**Figura.1.** Cálculo Supragingival.  
**Fuente:** Lindhe, 2004

Diferentes estudios han informado que la cantidad de sarro o calculo supragingival depositado sobre las superficies linguales de los dientes inferiores va disminuyendo conforme se distancia más de la línea media. (Davies, 1997) El cálculo subgingival en presencia de recesiones puede verse supragingivalmente y aunque mantendrá sus características propias se considera que actúa como supragingival. (Ramón, 2004).

Periodontalmente el cálculo supragingival es muy peligroso ya que aumenta la retención de placa bacteriana y provoca recesiones gingivales donde se acumula en grandes cantidades. (Ramón, 2004).

La localización del cálculo subgingival, bajo de la encía marginal, lo convierten en un elemento poco visible a primera vista en el examen físico de rutina, sin embargo su consistencia dura, densa y alta adherencia de forma firme a las superficies del cemento radicular (Newman, Takei,

Klokkevold, 2010), la convierten en una estructura que requiere ser eliminada para evitar consecuencias nocivas sobre las estructuras dentales.

Según Tan, (2004), el cálculo consta de componentes inorgánicos (70 al 90%) y orgánicos. Entre los principales componentes inorgánicos están el calcio 39%, el fósforo 19%, dióxido de carbono 1.9%, magnesio 0.8%., se han revelado la presencia de cuatro estructuras cristalinas principales dentro del contenido inorgánico; Hidroxiapatita, Whitlockita, Fosfato octacálcico y fosfato dicálcico dihidratado.

Para Lindhe (2004), generalmente se encuentran dos o más formas cristalinas en cada muestra de cálculo, donde la Hidroxiapatita y el Fosfato octacálcico son las más frecuentes.

El componente orgánico del cálculo consta de una mezcla de complejos proteína-polisacáridos, células epiteliales descamadas, leucocitos y varios tipos de microorganismos (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

La formación del cálculo o sarro supragingival es compleja e involucra procesos biológicos, físicos y químicos, siendo su principal elemento la placa mineralizada (Davies, 1997) en las etapas iniciales de su formación la absorción selectiva de proteínas salivales sobre la superficie del diente y la posterior unión y colonización de la película adquirida por parte de las bacterias se convierten en los elementos decisivos en su formación (Davies, 1997)

La biopelícula adquirida en asociación a bacterias periodonto patógenas *Porphyromonas gingivalis*, *Prevotella intermedia*, *Bacteroides forsythus*, *Fusobacterium. nucleatum*, *aggregatibacter actinomycetemcomitans* y la matriz inter bacteriana, proporcionan un entorno en el que la mineralización puede ocurrir con la formación resultante de cálculo (Kamma, 1995).

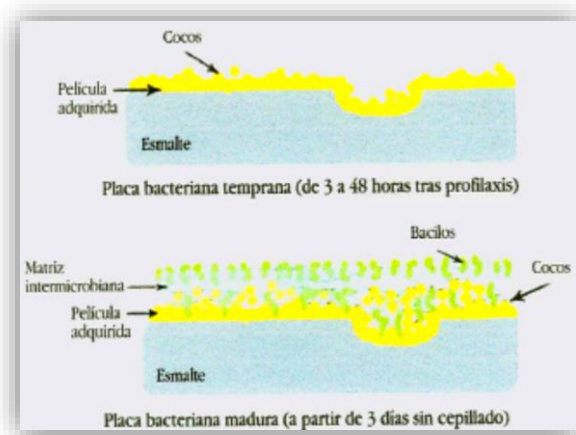
Según Davies, (1997), inicialmente, el proceso de mineralización del cálculo comienza en la matriz inter bacteriana, rica en minerales, sin embargo, como la placa se acumula, las capas cada vez más profundas de microorganismos, entran en una fase estacionaria y de muerte posteriormente y la mineralización se produce tanto por dentro como entre las bacterias, lo que sugiere que el proceso de mineralización es básica con períodos de mineralización que se intercalan con periodos en los que más depósitos de proteína salival y las bacterias se acumulan en la superficie (Davies, 1997).

Así mismo para Ramón Gil (2004) la mineralización del cálculo va a depender de la variación en la concentración de iones en la saliva y el líquido crevicular gingival, lo que determine que el cálculo se forme en capas, cada una de ellas con un contenido mineral distinto, que depende de la concentración de iones en el medio en el momento que se formó. Debido a que la concentración de sales minerales del líquido crevicular, varía menos en el tiempo, la distribución de las sales minerales en el cálculo subgingival es más regular que en el cálculo supragingival. Además el contenido mineral del cálculo subgingival es mayor que el del cálculo supragingival (Ramón, 2004).

## **6.5. FIJACION DEL CÁLCULO A LA SUPERFICIE RADICULAR**

El cálculo dental suele adherirse de forma firme a la superficie de la raíz, gracias a que se calcifica la película que se encuentra por debajo de la placa bacteriana, provocando un contacto íntimo con el cemento, que se suma a la existencia de irregularidades en la superficie radicular que contribuyen a que los cristales del cálculo penetren en su interior, quedando virtualmente trabados en el diente (Lindhe, 2004).

Inmediatamente después de la eliminación de la placa bacteriana, en la superficie dental se forma una película adquirida compuesta por mucoproteínas salivales, después de aproximadamente tres horas va a existir una colonización bacteriana sobre esta película, siendo los primeros en llegar los cocos y posteriormente microorganismos filamentosos, formando finalmente la placa bacteriana madura, como se muestra en la fig.2. (Ramón, 2004).



**Figura.2.** Evolución de placa bacteriana previa la formación del cálculo

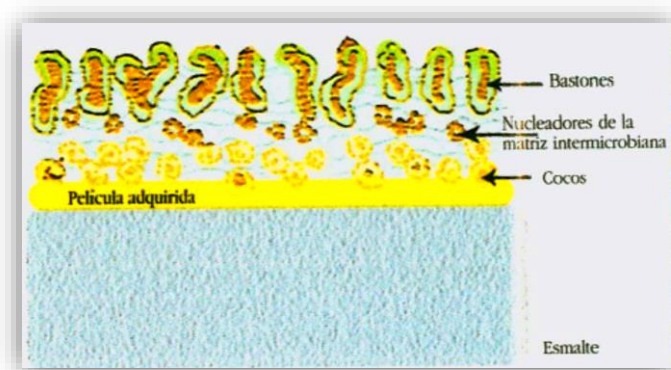
**Fuente:** Ramón, 2004

La placa bacteriana tiene la capacidad de concentrar de 2 a 20 veces más calcio que la saliva lo que forma un medio ideal para la precipitación de las sales que formaran el cálculo. (Ramón, 2004).

La formación del cálculo se define por núcleos de calcificación, en la cual la mineralización comienza en forma de pequeños núcleos calcificados, que van creciendo hasta unirse y formar una estructura calcificada macroscópica (cálculo), estos núcleos de calcificación se encuentran en dos lugares principalmente.

- 1) En la placa bacteriana, a partir de la matriz intermicrobiana que contienen lipoproteínas que atraen a los iones de calcio. Y

- 2) En los restos de bacterias muertas en la capa profunda de la placa, la calcificación de las bacterias muertas se debe a que estas cesan los sistemas dependientes del ATP de control de calcio intracelular, dejando su interior supersaturado de iones de P que se unirán rápidamente al Ca extracelular, formando sales de calcio.



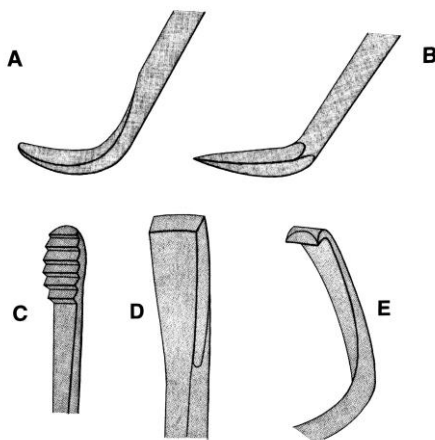
**Figura.3.** Cristalización del cálculo a partir de núcleos de calcificación  
**Fuente:** Ramón, 2004

## 6.6. INSTRUMENTOS PERIODONTALES

Los instrumentos periodontales están diseñados para propósitos específicos de acuerdo a lo cual su diseño, en forma general existe instrumental para localización y medición de bolsas periodontales conocidas como las sondas periodontales; instrumentos para localizar depósitos de cálculo y caries entre los que se encuentran los exploradores periodontales; instrumentos para la remoción del cemento radicular alterado por el cálculo y endotoxinas donde encontramos los instrumentos de raspado, alisado radicular y curetaje (Newman, Takei, Klokkevold, 2010), encontrando dentro de este grupo instrumentos manuales y mecánicos (Lindhe, 2004).

### 6.6.1. INSTRUMENTOS MANUALES DE RASPADO Y ALISADO:

Los instrumentos manuales de raspado y alisado radicular, se clasifican generalmente en cinco tipos hoces, curetas, limas, azadones y cincelos (Shigeru, 2005), como lo muestra la figura 4.



**Figura.4.** Tipos de instrumentos manuales a) Cureta, b) Hoz, c) Lima, d) Cincel, e) Azadon.

**Fuente:** Newman, Takei, Klokkevold, 2010

Los raspadores en forma de hoz cuentan una superficie plana y dos bordes cortantes que convergen en un extremo puntiagudo, diseñado especialmente para la remoción de cálculos supragingivales es un instrumento fuerte para evitar su fractura. (Shigeru, 2005).

Las curetas en los últimos tiempos, se constituyen en el instrumento más usado, diseñado para remover cálculos subgingivales profundos y el cemento alterado mediante alisado. Cada extremo activo posee un filo a ambos lados de la hoja y una punta redondeada. Con su parte activa delgada puede adaptarse y proporcionar un buen acceso en las bolsas profundas, sin generar trauma en los tejidos blandos (Shigeru, 2005).

Existen dos tipos básicos de curetas, las curetas universales y las curetas para áreas específicas (Newman, Takei, Klokkevold, 2010). Las curetas universales cuentan con bordes cortantes que

se pueden insertar en casi todas las áreas, si el operador modifica y adapta su apoyo digital, el punto de apoyo y la posición de su mano (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

Las curetas de Gracey, diseñadas por el mismo investigador, en la década de 1930 (Shigeru, 2005), se constituyen en el instrumental representativo y específico dentro de este grupo de instrumento, de forma tradicional se constituyen en un juego de siete instrumentos, diseñados y adaptados para áreas anatómicas específicas dentro del arco dentario (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

Dentro de sus características principales que los instrumentos de raspado y alisado radicular cuentan es la existencia de un solo borde activo o cortante en cada hoja, que presenta generalmente un ángulo de corte de  $70^\circ$ , con un diseño que permite una mejor adaptación a la superficie radicular (Carranza, 2007) donde es aplicado.

El uso de apoyos, durante la instrumentación con las curetas Gracey, es imprescindible, estos apoyos generalmente intraorales o extraorales resultan básicos y fundamentales, para sujetar cada instrumento en forma estable durante el recorrido sobre la superficie dentaria a trabajar, que resulta importante para mantener una presión constante del instrumento durante todo el trayecto con el borde cortante, que generalmente se lo realiza mediante movimientos repetidos por varias veces, hasta alcanzar su objetivo principal de tener una superficie radicular lisa (Carranza, 2007).

Los raspadores en forma de azadones se utilizan para el raspado de los rebordes o anillos de cálculos, la hoja en su parte activa se encuentra flexionada en un ángulo de  $99^\circ$ , y el borde

cortante tiene un bisel en 45° para la remoción del cálculo subgingival que se encuentra en la base de la bolsa (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

Los cinceles, diseñados para las superficies proximales, en dientes espaciados, se utilizan normalmente en la parte anterior de la boca y, por lo tanto, el área de adaptación es limitada (Shigeru, 2005).

Las limas son instrumentos únicos usados para el acabado de las superficies radiculares, carecen de bordes cortantes, sin embargo su parte activa está recubierta de un polvo muy fino de diamante, se adaptan muy bien a diferentes partes de la raíz y más aún en el área de furcaciones (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

#### **6.6.2. INSTRUMENTOS MECÁNICOS DE RASPADO Y ALISADO**

El ultrasonido fue introducido en el área dental por primera vez en la década del 50, y específicamente para el tratamiento periodontal mediante raspadores ultrasónicos por Zinner en 1955; sufriendo muchos cambios desde entonces, actualmente nuevos dispositivos compactos y simples han sustituido a las unidades grandes y pesadas iniciales, la punta única, voluminosa y universal, ha sido reemplazada por una variedad específica de puntas más delgadas (Bains, 2008).

En la década de 1960, McCall informa acerca de la instrumentación ultrasónica como un método aceptable para la eliminación de la placa y del cálculo, ya que (Kinane 2005), a principios de 1990, se produjo un cambio de paradigma y la instrumentación ultrasónica se constituyó en la



primera opción para el tratamiento periodontal y se convirtió en una indicada modalidad terapéutica, esto debido a constantes estudios comparativos entre la instrumentación sónica y ultrasónica, en los cuales se determina que ambos métodos pueden proporcionar igualmente superficies biológicamente compatibles para la fijación de los tejidos gingivales, y que la decisión sobre cuál de estas técnicas de desbridamiento es la mejor para cada situación es dada por el periodoncista. (Silva, 2012).

Para 1998, la *Clinical Research Associates* mediante un estudio, evalúa clínicamente las tecnologías magnetostrictivas y piezoeléctricas utilizados durante la práctica de los higienistas dentales, concluye que los instrumentos ultrasónicos probados realizan adecuadamente en la eliminación del sarro, el instrumento piezoeléctrico es el que mejor efecto produjo en la eliminación del cálculo produjo (Clinical Research Associates, 1998).

Un avance técnico en aparatos ultrasónicos en los últimos años ha permitido su mayor uso y difusión entre los clínicos, evolución tecnológica que ha sido posible gracias a las propiedades piezoeléctricas de algunos cristales o metales (Melo, 2008) quien considera que el operador necesita menos tiempo para realizar el tratamiento periodontal cuando se usa la instrumentación ultrasónica para el raspado y alisado de la superficie radicular, en comparación con el uso de instrumentos manuales, adicionalmente los dispositivos actuales desarrollan menos calor y, por consiguiente, la posible incomodidad causada por instrumentación de la superficie de la raíz también es menor.

### **6.6.2.1. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS ULTRASÓNICOS:**

Los instrumentos ultrasónicos, están divididos en dos unidades, magnetostrictivas y piezoeléctricas, en ambos tipos, la alternancia de corriente eléctrica genera oscilaciones en los materiales de la pieza de mano que hacen vibrar la punta del raspador (Newman, Takei, Klokkevold, 2010).

Dependiendo del fabricante, estas vibraciones ultrasónicas en la punta de los instrumentos ya sea piezoeléctrico o magnetostrictiva, generan frecuencias entre los 20.000 a 45.000 ciclos por segundo (cps), también llamado Herzt (Hz), y los intervalos de amplitud varían entre 10 y 100  $\mu\text{m}$ . (Shigeru, 2005).

En el aparato piezoeléctrico, el transductor está completamente contenido en la pieza de mano y no está conectado a la punta activa. La punta activa es pequeña y se inserta fácilmente en la pieza de mano, con una llave, (como lo muestra la figura 5) y mediante presión del pedal de pie, la corriente eléctrica alterna aplicada a cristales reactivos produce cambios dimensionales que son transmitidos a la punta activa como vibraciones ultrasónicas, y de esta forma se convierte la energía eléctrica en energía mecánica. (Shigeru, 2005),



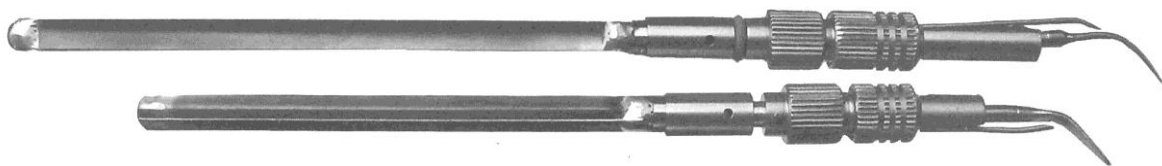
**Figura.5.** Dispositivo Piezoeléctrico  
**Fuente:** Juan Francisco Silva (2014)

En las unidades piezoeléctricas el patrón de vibración de la punta es lineal o hacia adelante y atrás, lo que significa que ambos costados de la punta son los que están más activos (Newman, Takei, Klokkevold, 2010), como lo muestra la figura 6.



**Figura.6.** Dispositivo piezoeléctrico con patrón de vibración lineal  
**Fuente:** Reynolds Elizabeth, 2007

En los dispositivos magnetostrictivos, una serie de barras metálicas planas o una varilla de materiales ferromagnéticos actúan como transductor. Este transductor magnetostrictivo viene unido a la punta activa, constituyendo una sola pieza que se inserta en la pieza de mano (Shigeru, 2005), como lo muestra la figura 7.



**Figura.7.** Puntas de dispositivo magnetostrictivo.

**Fuente.** Nugent Anne, 2012

Con el paso de la corriente eléctrica, un serpentín dentro de la pieza de mano reacciona con el campo magnético, expandiéndose y contrayéndose de acuerdo con la corriente alterna. Estas expansiones y contracciones rápidas producen vibraciones que se transmiten a la punta activa. Esta fluctuación en el campo electromagnético hace que la punta vibre en un movimiento elíptico 360°. (Shigeru, 2005).

En las unidades magnetostrictivas el patrón de vibración de la punta es elíptico, lo que significa que los costados de la punta están activos y funcionan cuando se les adapta a la superficie del diente (Newman, Takei, Klokkevold, 2010). Como lo muestra la figura 8.



**Figura.8.** Patrón de vibración elíptico

**Fuente:** Reynolds Elizabeth, 2007

A diferencia del patrón de movimiento lineal del piezoeléctrico, este movimiento elíptico del magnetoestrictivo permite que cualquier porción del inserto pueda adaptarse a la superficie del diente. (Lea. 2002).

#### 6.6.2.2. CARACTERÍSTICAS DE LOS DISPOSITIVOS SÓNICOS:

Las unidades sónicas constan de una pieza de mano, formada por una varilla hueca, un rotor y diferentes anillos de goma que se inserta en una línea de aire comprimido, las puntas activas intercambiables son diferentes y con diseño especial; en relación con las unidades ultrasónicas, proporciona menos poder para eliminar el cálculo (Newman, Takei, Klokkevold, 2010), como lo muestra la figura 9.



**Figura.9.** Dispositivo Sónico  
**Fuente.** Juan Francisco Silva (2014)

Los aparatos sónicos utilizan vibraciones mecánicas, más que eléctricas, en la punta activa, que vibra gracias al aire comprimido de los equipos dentales con frecuencias que oscilan entre 2.000 y 6.000 Hz. El aire comprimido es obligado a pasar a través de la varilla hueca en la pieza de mano, el aire escapa a través de los orificios y hace vibrar el rotor, lo que a su vez hace vibrar




toda la varilla. El movimiento de trabajo de un aparato sónico es generalmente elíptico (Shigeru, 2005), como lo muestra la figura 10.



**Figura.10.** Patrón de vibración elíptico

**Fuente:** Petersilka and Flemmig, 2004

Para Silva, (2012), la tecnología piezoeléctrica funciona mediante la adaptación de uno de los dos lados de la punta, mientras que cualquier lado de la punta magnetoestrictiva puede adaptarse a la superficie dental. La punta piezoeléctrica se mueve en forma lineal, mientras que las puntas magnetoestrictivas y de aparatos sónicos lo hacen en un movimiento elíptico, como se muestra a continuación en la (Tabla I), así como la diferencia entre el mecanismo de acción y la frecuencia de acuerdo al tipo de unidad.

Tipo de unidad	Mecanismo de acción	Frecuencia: Ciclo/seg.	Tipo de movimiento	Tipos de puntas
<b>Magnetoestrictivo</b>	Cambio en el campo electromagnético en la varilla ferromagnética causa vibraciones rápidas	25.000 a 42.000 Hz.	Elíptico u Orbital	
<b>Piezoeléctrico</b>	Corrientes eléctricas alternas aplicadas al transductor de cristal crea un cambio dimensional que provoca vibraciones rápidas	25.000 a 50.000 Hz	Lineal	
<b>Instrumento sónico</b>	Las vibraciones son generadas por aire de la unidad dental	3.000 a 8.000 Hz	Elíptico u Orbital	

**Tabla No. 1** Comparación de los dispositivos mecánicos

**Fuente:** Silva, 2012

## **6.7. MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS DISPOSITIVOS SÓNICOS Y ULTRASÓNICOS**

Los dispositivos sónicos y ultrasónicos dentales se usan para la eliminación de la placa y el cálculo de las superficies de los dientes, más aún el mecanismo principal por el cual estos dispositivos eliminan el material adherente sobre las superficies del diente es a través de la acción mecánica de astillado de la punta oscilante cuando está en contacto con la superficie del diente (Shigeru, 2005).

Sin embargo, esta punta oscilante también puede causar daños en la superficie de los dientes, especialmente en áreas donde la visibilidad es limitada, en donde el exceso de instrumentación puede ser una constante (Kawashima, 2007).

El agua que sale de la punta de los ultrasonidos tiene tres efectos que pueden alterar la fisiología del biofilm de la placa, en primer momento provocar una acción Microcorriente acústica del flujo de agua causada por las ondas ultrasónicas. Una acción de turbulencia acústica creada por el rápido movimiento de la punta que resulta en un efecto de remolino del agua. Y finalmente la cavitación es la formación de burbujas que implosionan y crean una turbulencia adicional (Silva, 2012).

## **6.8. EFECTO DE CAVITACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS MECÁNICOS**

Todas las puntas están diseñadas para operar en un campo húmedo con agua rociada hacia el extremo de la punta, dentro de las gotas de agua de este rociador, hay pequeñas burbujas de

vacío que se rompen rápidamente liberando energía, en un proceso conocido como cavitación (Shigeru 2005).

La cavitación es un fenómeno físico que se produce cuando un flujo de agua está expuesto a vibraciones ultrasónicas; mediante el cual se libera oxígeno y hay la formación de un rocío "spray" alrededor del instrumento, las microgotas formadas producen implosión y por lo tanto tiene un efecto de arrastre o barrido. (Newman, Takey, Klokkevold, 2010), tal como se muestra en la figura No. 11.



**Figura.11.** Efecto de cavitación  
**Fuente:** [www.wh.com](http://www.wh.com)

La actividad cavitacional podría tener un efecto adverso sobre las bacterias dentro de la placa dental, alterando su pared celular bacteriana, mediante la energía que se libera, sin embargo, se ha encontrado que utilizando sólo la cavitación sin el toque de la punta de activa no es suficiente para eliminar el cálculo de la superficie dental, y que un contacto directo entre la punta vibratoria y el cálculo es necesario, por lo tanto, actualmente se acepta de forma general que la energía mecánica producida por la punta vibratoria, junto con la cavitación es responsable de la eliminación de depósitos (Bains 2008).



## 6.9. INSTRUMENTOS MANUALES VS. MECÁNICOS

Desde siempre, los instrumentos manuales fueron la primera opción de los profesionales, se creía que estos instrumentos producen una superficie lisa de la raíz; más aún, se requiere considerable destreza manual para su funcionamiento eficaz (Nardi 2012).

Tunkel (2002), manifiesta que el objetivo del tratamiento de raspado y alisado es crear una superficie de la raíz aceptable biológicamente mediante la eliminación de cálculo y la biopelícula bacteriana, que se puede lograr ya sea con instrumentos de mano o con los dispositivos de motor. Sin embargo, para Gagnot, (2004), ambas formas de tratamiento pueden resultar en la pérdida involuntaria de sustancias de la superficie de la raíz.

Walmsley (2008), sugirió que los raspadores ultrasónicos producen resultados clínicos similares a los obtenidos con instrumentos manuales, en gran medida debido a su facilidad de uso, eficiencia, y los diferentes diseños de puntas disponibles para el acceso a las diferentes áreas anatómicas.

Wilkins, (2010) dió a conocer que el raspado y alisado radicular ultrasónico tienen la misma eficacia que la instrumentación manual en la eliminación de biopelícula y en la creación de una superficie biológicamente compatible en la raíz tratada.

Por otra parte, los instrumentos manuales necesitan más tiempo de trabajo y no pueden llegar a lo más profundo de la superficie radicular, para Dahiya (2011) la instrumentación manual, se limita a bolsas periodontales con una profundidad de más de 4 mm.

### **6.10. EFICACIA ENTRE DIFERENTES INSTRUMENTOS MECÁNICOS:**

Durante la década de los noventa, se comparó los efectos de los dispositivos magnetostrictivos y los instrumentos ultrasónicos piezoeléctricos, en cuanto a su eficacia para eliminación de cálculo y lisura de la superficie radicular después del tratamiento, los autores concluyeron que el instrumento piezoeléctrico produce una superficie de la raíz más suave que el magnetostrictivo. (Cross-Poline. 1995).

Años más tarde Busslinger y cols. (2001) realizan un estudio in vitro comparando dispositivos magnetostrictivos y piezoeléctricos con respecto al tiempo necesario para la instrumentación, la eliminación del sarro y la rugosidad de la superficie de la raíz. Llegando a la conclusión que no encontraron diferencias estadísticamente significativas en la eliminación de cálculo al comparar estas modalidades de tratamiento, sin embargo el estudio también mostró que de los instrumentos utilizados, el dispositivo magnetostrictivo produjo una superficie de la raíz más suave.

Cuando se compara con la unidad magnetostrictivo, el dispositivo piezoeléctrico se encontró que era más eficiente en la eliminación del sarro subgingival y proporcionó una superficie de la raíz más suave. (Tunkel. 2002).

Folwaczny en el 2004, manifiesta que existe evidencia contradictoria en la zona de la raíz y de la lisura de la superficie con estudios que muestran evidencia entre ambas tecnologías, piezoeléctricas y magnetostrictivas. (Folwaczny. 2004).

Los instrumentos utilizados para el raspado y alisado de las superficies radiculares no deberían causar daños en exceso, o eliminar cantidades imprudentes de estructura de la raíz, Por lo tanto,

el instrumento ideal debe permitir la eliminación de todas las sustancias extrañas de las superficies de la raíz sin efectos iatrogénicos. (Kawashima, 2007).

Lea, (2009) ratifica que el daño a las superficies radiculares de los dientes se puede producir durante el raspado ultrasónico tanto con piezoeléctrico y raspadores ultrasónicos magnetostrictivos, aún no está claro qué instrumento provoca más daño o cómo su mecanismo de acción conduce a tales daños.

Las dimensiones de defectos en la superficie radicular, resultante de la instrumentación con raspadores ultrasónicos, son independientes de si la punta del aparato es magnetostrictiva o piezoeléctrico. (Lea. 2009).

Estudios recientes han demostrado que las endotoxinas en la enfermedad periodontal, se encuentran en la superficie de la raíz, y no dentro del cemento radicular. Siendo este el caso, la idea en relación con raspado y alisado radicular es que la extracción excesiva de cemento con el fin de eliminar las endotoxinas es innecesaria. (Nardi, 2012).

Independientemente de las diferentes terapias con ultrasonidos, y para definir qué tipo de tecnología disponible sería la mejor, es necesario utilizar un plan de tratamiento mínimamente invasivo. (Silva, 2012).

#### **6.10.1. TIPOS DE OSCILACION DE LAS PUNTAS ACTIVAS**

Las puntas de los dispositivos piezoeléctricos oscilan de una forma principalmente longitudinal, mientras que las puntas de los instrumentos magnetostrictivos tienen un movimiento más elíptico. Sin embargo, investigaciones recientes han sugerido que ambos diseños de instrumento oscilan con un patrón elíptico similar (Lea y cols., 2009).

Las puntas ultrasónicas fueron diseñadas originalmente para un raspado superficial, la eliminación del cálculo supragingival y la remoción de manchas. (Nardi 2012).

Recientemente, los instrumentos mecánicos han sido modificados para tener puntas de menor diámetro y más longitud de trabajo, proporcionando así un mejor acceso a los sitios más profundos y a una instrumentación subgingival más eficiente. (Nardi 2012).

### 6.10.2 PARÁMETROS DE USO DE DISPOSITIVOS MECÁNICOS

Durante la instrumentación con los dispositivos mecánicos sea sónicos o ultrasónicos es muy importante usar un punto de apoyo sea intra o extra oral, así como una ligera cantidad de presión lateral, lo suficiente como para mantener el control de instrumento., tomando en cuenta que una de las preocupaciones durante la instrumentación periodontal es la extirpación innecesaria de la superficie de la raíz mientras se esfuerza por eliminar los depósitos, Flemmig en 1998 recomienda los siguientes parámetros en cuanto a la angulación, presión lateral del instrumento y ajuste de potencia de los mismos:

PIEZOELÉCTRICO		
Angulación de la punta	Presión lateral	Ajuste de potencia
0°	0.5 N a 2 N	Baja - Media
45°	0.5 N o 1 N	Baja
	0.5 N	Media
90°	0.5 N	Baja
MAGNETOESTRICTIVO		
Angulación de la punta	Presión lateral	Ajuste de potencia
0°	2 N	Baja
45°	0.5 N	Madia

Tabla No. 2 Parámetros de uso sugerido de instrumentos ultrasónicos Piezoeléctricos y Magnetoestrictivos (según Flemmig y colaboradores)

Fuente: Silva, 2012

Para evitar daños en las raíces durante el raspado y alisado radicular con el dispositivo ultrasónico, Bains, en 2008 ratifica que debe ser usado a 0,5 N de presión lateral, a baja o media potencia, y la punta activa cerca de cero grados de angulación con relación al diente.

La potencia, controla la longitud del golpe de la punta, pero mantiene la misma frecuencia. Cuanto mayor sea la potencia, más largo es el golpe y el impacto en el cálculo es más poderoso, de hecho, la potencia clínica es la capacidad para eliminar los depósitos en relación al golpe, tipo de movimiento (elíptica o lineal) y la angulación de la punta a la superficie de depósito o diente. (Dentsply. 2000).

El aumento de la presión disminuye las vibraciones mecánicas, la acción de astillado, y en última instancia la eficacia de los ultrasonidos y el aumento de la potencia genera mayor formación de aerosoles, que se traduce en una reducción de enfriamiento de agua y la posibilidad de producir una hipersensibilidad dentinaria al paciente. (Bains 2008).

#### **5.14. VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS APARATOS SÓNICOS Y ULTRASÓNICOS**

Según Melo (2008) los aparatos sónicos y ultrasónicos presentan como ventajas el hecho de permitir al operador menos tiempo para realizar el tratamiento periodontal, en comparación con el instrumental manual, según el autor los dispositivos actuales desarrollan menos calor y el efecto irrigador ayuda a eliminar los residuos y las impurezas.

Para Shigeru (2005) el menor dolor para el paciente durante la instrumentación sumado a la menor fatiga del operador, menor cansancio y más confort para el paciente constituirían las ventajas más reales de los aparatos sónicos y ultrasónicos.

Sin embargo al referirse a las Puntas Slim, Guentsch (2008) destacan el hecho de permitir con su uso la posibilidad de alcanzar zonas de furcas y bolsas más profundas.

Shigeru (2005) refieren el posible daño en la superficie de la raíz, producido por los instrumentos sónicos y ultrasónicos en comparación con los manuales.

La contaminación por el aerosol, que pueden estar suspendidos en el aire hasta por 30 minutos después de usar los dispositivos mecánicos, incluso después de concluido el procedimiento periodontal es una desventaja que Bains (2008) refieren, que se suma al hecho del sobrecalentamiento durante la instrumentación del tratamiento subgingival, especialmente si no existe una correcta irrigación (Shigeru, 2005).

Las posibles fracturas de prótesis dentales de cerámica y la percolación de las restauraciones de resina compuesta han sido reportados mediante ecografía post tratamiento por Melo (2008), que se asocian a la dificultad para insertar cierto tipo de puntas voluminosas en la profundidad de las bolsas periodontales (Shigeru, 2005) que se complementa con la limitación existente en cuanto a la sensibilidad táctil, que no se consigue con los instrumentos sónicos y ultrasónicos (Santos, 2008).

## **7. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **7.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Se plantea la ejecución de una investigación de tipo experimental pues todas las variables evaluadas fueron controladas por el investigador responsable y estudiadas paralelamente en un determinado momento para observar los cambios, In vitro porque fue ejecutado en dientes extraídos previamente y sometidos a procedimientos controlados y que finalmente serán evaluados mediante microscopio electrónico de barrido. MEB, comparativo por que se compararon diferentes protocolos e instrumentación para la ejecución de remoción de cálculo (Piezoeléctrico Bonart-p3II, Piezoscaler digital DTE d1 y scaler de aire sónico pieza de mano: STAR Titán K-Plus) aplicados en dos diferentes periodos de tiempo de 15 y 30 segundos respectivamente.

## 7.2. MUESTRA

Este estudio conto con la aprobación del Comité de Bioética de la Universidad San Francisco de Quito, (código de aprobación: 2014-143PG), como un estudio exento, debido a que es un estudio in vitro, sin intervención directa ni contacto con seres humanos, por lo cual es de riesgo mínimo, cumpliendo así con los estándares técnicos y éticos que el comité exige de acuerdo a las normas internacionales de protección de sujetos humanos y responsabilidad en la investigación.

Un total de treinta dientes humanos multi-radiculares: terceros molares indicados para la extracción, que presentaron sus superficies radiculares intactas en su totalidad, fueron incluidas en este estudio, siendo obtenidos mediante donación. (En anexo documento de aprobación del comité y carta firmada por el donante) Fueron almacenados para su posterior escogimiento en un recipiente de cristal conteniendo suero fisiológico, en un lugar fresco y sin exposición directa a la luz.



### **7.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN**

- Dientes humanos multi-radiculares, donados de forma voluntaria previa extracción por indicación terapéutica
- Dientes con la superficie radicular intacta, extraídos por no más de un mes previo a iniciar el estudio
- Dientes libres de caries radicular
- Dientes libres de restauraciones sobre cemento radicular
- Dientes libres de pigmentaciones radiculares, asociadas a tratamientos endodónticos, traumatismos o demás.

### **7.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN**

- Dientes uniradiculares,
- Dientes con caries radicular,
- Dientes con reabsorción externa radicular (abfracciones)
- Dientes con restauraciones sobre cemento radicular
- Dientes con anomalías de forma a nivel de cemento radicular.
- Dientes con pigmentaciones
- Diente con raíces dentales dilaceradas.

### 7.3. DETERMINACIÓN DE VARIABLES

Variables	Conceptualización	Determinantes	Indicadores	Escala
<b>raspado</b>	Acción ejecutada sobre la superficie dental radicular con el propósito de eliminar cálculo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Operador.</li> <li>* Tiempo de contacto.</li> <li>* Humedad de medio ambiente.</li> <li>* Temperatura del medio ambiente.</li> <li>* cantidad de cálculo presente</li> </ul>	Lisura de la superficie dental radicular establecida mediante pruebas mediciones de fotografías obtenidas al MEB	Nominal Cuantificable Micras
<b>Protocolos de remoción</b>	Procesos seguidos en la práctica clínica para remover cálculo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>* sistema ultrasónico o sónico de remoción</li> <li>* Número de contactos de la punta raspadora sobre la superficie dental radicular.</li> </ul>		
<b>tiempo</b>	Unidad de medida de duración o separación de ciertos acontecimientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 15 seg</li> <li>• 30 seg</li> </ul>		

**Tabla No. 3** Determinación de variables

**Fuente:** Juan Francisco Silva, 2015

## **7.4. METODOLOGÍA**

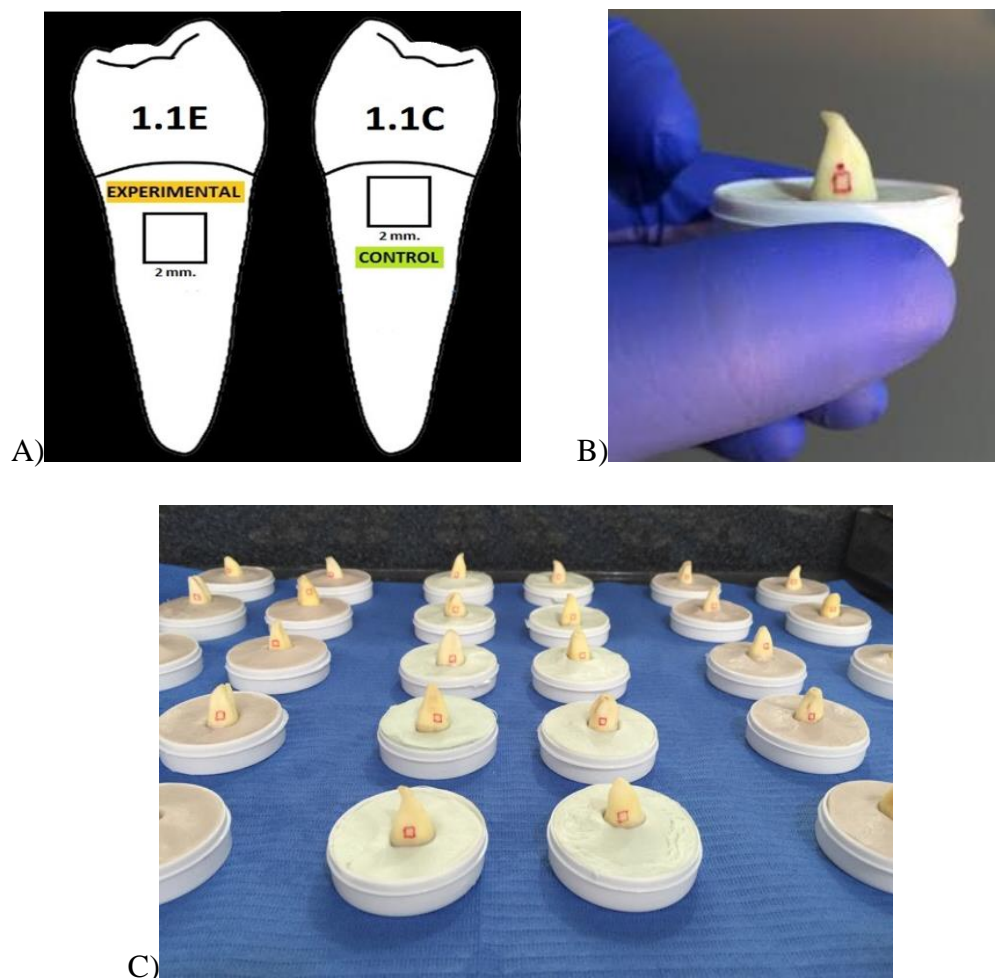
### **7.4.1. CONSTRUCCIÓN DE CUERPOS DE PRUEBA**

Un total de 30 piezas dentales multi-radiculares, terceros molares, erupcionados indicados para extracción, con sus correspondientes raíces, fueron seleccionados meticulosamente siguiendo los criterios de inclusión y exclusión expuestos en el estudio.

Todas las piezas dentales, fueron mantenidas en una humedad constante, para evitar su desecación, empleando saliva artificial SALIVSOL, solución que fue cambiada a cada 5 días durante la realización del estudio.

Cada uno de los terceros molares fue separado mediante un corte sagital con un disco de diamante y un contrángulo multiplicador Kavo Concept 1:2 a 80.000 rpm, desde coronal hasta apical permitiendo obtener un total de 60 superficies proximales, cada superficie en este estudio fue considerada como fragmento. De esta manera 30 fragmentos formaron parte del grupo experimental y los 30 fragmentos contralaterales correspondientes fueron empleados como grupo control. En cada fragmento experimental, fue dibujada un área de trabajo de 2x2 mm., de forma cuadrada mediante marcador permanente, dejando delimitada una superficie estandarizada donde posteriormente se realizó la aplicación de los instrumentos probados.

De esta manera fueron conformados 3 grupos experimentales cada uno constituido por 10 superficies, identificando adecuadamente cada superficie según el grupo perteneciente, tal como lo muestra la (Fig.12, A, B y C).



**Fig. 12** A) Esquema que demuestra la distribución de las muestras, B) Área de 2x2mm. Lista para ser trabajada C) Muestras divididas en grupos para ser trabajadas  
**Fuente:** Juan Francisco Silva (2014)

#### 7.4.2. GRUPOS DE ESTUDIO

Así entonces, los grupos establecidos fueron 6, con 10 fragmentos cada uno, 3 grupos experimentales, uno por cada instrumento: **Piezoeléctrico Bonart-p3II**, **Piezoscaler digital DTE D1**, y el **Scaler neumático STAR TITAN Sonic Scaler**, y 3 grupos de control. Los fragmentos de cada grupo experimental, a su vez fueron divididos de forma aleatoria en 2 subgrupos, para dos tiempos de instrumentación de 15 y 30 segundos respectivamente, dejando

establecidos finalmente 5 fragmentos para cada tiempo, siguiendo un protocolo previamente establecido, mientras que los fragmentos considerados para el control debidamente identificados y guardando la concordancia entre los de control y experimental fueron una vez obtenidos conservados sirviendo para su análisis de comparación. La distribución de los grupos de prueba quedó establecida como la tabla

4 lo demuestra cada uno con 10 fragmentos (n:10).

	Piezoeléctrico Bonart-p3II	Piezoscaler digital DTE d1	Scaler STAR Titán Sonic
30 fragmentos Experimentales divididos en 15 y 30 seg.	G1a: 5 fragmentos de 15 seg.	G2a: 5 fragmentos de 15 seg.	G3a: 5 fragmentos de 15 seg.
	G1b: 5 fragmentos de 30 seg.	G2b: 5 fragmentos de 30 seg.	G3b: 5 fragmentos de 30 seg.
30 fragmentos de control	G4: 10 fragmentos contralaterales debidamente identificados	G5: 10 fragmentos contralaterales debidamente identificados	G6: 10 fragmentos contralaterales debidamente identificados

**Tabla 4.** Grupos de estudio  
**Autor:** Juan Francisco Silva, 2014

#### 7.4.3. DIVISIÓN DE LOS GRUPOS DE PRUEBA

Para la conformación de los grupos tanto experimentales como de control fueron seleccionadas sesenta muestras, las mismas que siguiendo los parámetros y criterios de inclusión, mencionados anteriormente, fueron asignadas de forma aleatoria, un total de diez muestras para cada grupo, seis grupos en total, quedando conformado de la siguiente manera:

**Grupo 1:** Con 10 fragmentos que recibieron instrumentación con Piezoeléctrico Bonart-p3II, con dos subdivisiones el G1a: conformado por 5 fragmentos donde el instrumental fue aplicado durante 15 segundos, y el G1b: conformado por 5 fragmentos donde el instrumental fue aplicado durante 30 segundos, el ajuste de potencia y velocidad se realizó siguiendo las recomendaciones del fabricante, es decir en nivel medio correspondiente al nivel S (scaling) con flujo de agua también a nivel medio, hasta alcanzar un flujo acuoso estable, con una angulación de la punta activa de 0° en relación al eje longitudinal de la superficie radicular, con una frecuencia de trabajo entre 15 y 20 KHz. (generador de vibración piezoeléctrico), procediéndose a realizar movimientos de raspaje radicular en dirección ápico coronales, destacándose que todos los tratamientos fueron ejecutados por un único operador entrenado y calibrado en estas acciones.

Fig.13



**Fig. 13.** Instrumentación con Piezoeléctrico Bonart-p3II,  
**Fuente:** Juan Francisco Silva (2015)

**Grupo 4:** Con 10 fragmentos obtenidos correspondientes al colateral de cada fragmento perteneciente al G1, fragmentos que una vez cortados fueron lavados bajo agua corriente e inmediatamente almacenados identificándolos adecuadamente.

**Grupo 2:** Con 10 fragmentos que recibieron instrumentación con **Piezo scaler digital DTE d1**, con dos subdivisiones el G2a: conformado por 5 fragmentos donde el instrumental fue aplicado durante 15 segundos, y el G2b: conformado por 5 fragmentos donde el instrumental fue aplicado durante 30 segundos, siguiendo las recomendaciones del fabricante para procedimientos de raspado y alisado radicular, es decir ajuste de potencia en nivel medio correspondiente a nivel 5, de igual forma el ajuste agua se lo realiza a nivel medio hasta alcanzar un flujo acuoso constante, la punta activa (punta periodontal PD1) con una angulación de 0° en relación al eje longitudinal de la superficie radicular, con una frecuencia de trabajo entre 15 y 20 KHz (generador de vibración piezoeléctrico), procediendo a realizar movimientos de raspaje radicular en dirección ápico coronales. Fig.14



**Fig. 14.** Instrumentación con **Piezo scaler digital DTE d1**,  
**Fuente:** Juan Francisco Silva (2015)

**Grupo 5:** Con 10 fragmentos obtenidos correspondientes al colateral de cada fragmento perteneciente al G2, fragmentos que una vez cortados fueron lavados bajo agua corriente e inmediatamente almacenados identificándolos adecuadamente.

**Grupo 3:** Con 10 Fragmentos que recibieron instrumentación con **Piezo scaler STAR Titán Sonic Scaler**, con dos subdivisiones el G3a: conformado por 5 fragmentos donde el instrumental fue aplicado durante 15 segundos, y el G3b: conformado por 5 fragmentos donde el instrumental fue aplicado durante 30 segundos, siguiendo las recomendaciones del fabricante para procedimientos de raspado y alisado radicular, con ajuste de potencia en nivel alto, de igual forma el ajuste agua se lo realiza a nivel medio hasta alcanzar un flujo acuoso constante, la punta activa con una angulación de 0° en relación al eje longitudinal de la superficie radicular, a 30 libras de presión (generador de vibración neumática), procediendo a realizar unos movimientos de raspaje radicular en dirección ápico coronal. Fig. 15



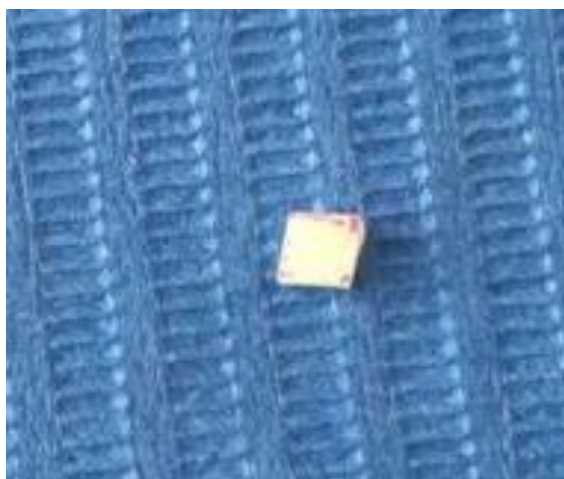
**Fig. 15.** Instrumentación con STAR Titán Sonic Scaler,  
**Fuente:** Juan Francisco Silva (2015)



**Grupo 6:** Con 10 fragmentos obtenidos correspondientes al colateral de cada fragmento perteneciente al G23 fragmentos que una vez cortados fueron lavados bajo agua corriente e inmediatamente almacenados identificándolos adecuadamente.

#### **7.4.4. Preparación de los Fragmentos previo análisis al MEB**

Una vez realizadas las aplicaciones de los diferentes instrumentos a ser evaluados, cada uno de los fragmentos de 2x2mm. (Fig.16), tanto de los grupos control como experimentales fueron colocados en recipientes totalmente herméticos limpios y estériles e inmediatamente después sometidos, a un baño de oro para ser observados al MEB, para lo cual primeramente las muestras fueron deshidratadas mediante etanol, a un porcentaje del 50%, durante una hora, aumentando el porcentaje a 60%, 70%, 80%, 90%, 99%, de forma progresiva hasta alcanzar una hora de contacto de cada fragmento con estas sustancias. A seguir las muestras fueron colocadas en el liofilizador, a una temperatura de -66 grados centígrados y una presión de 10mTorr por un período de 24 horas. (Fig. 17. A, B y C)



**Fig. 16.** Fragmento experimental de 2x2mm.,  
**Fuente:** Juan Francisco Silva (2015)



A)

**Fig. 17. A)** Proceso de deshidratación de las muestras mediante etanol  
**Fuente:** (CENCINAT) de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE (2015)



B)

**B)** Colocación de las muestras en bandejas para ser liofilizadas a -66 grados

**C)** Liofilizador iL.ShinBiobase Freeze Dryer – (ESPE)

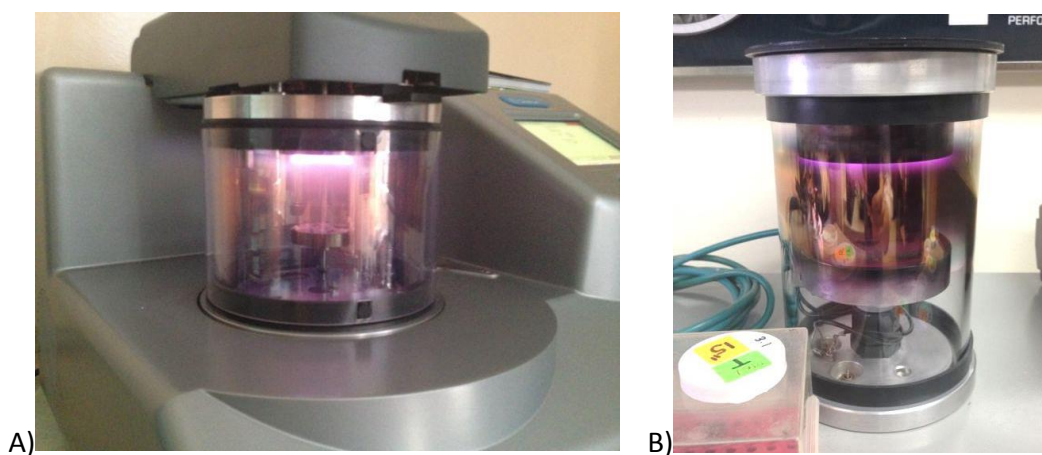


C)

**Fuente:** (CENCINAT) de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE (2015)

Todo el procedimiento del metalizado de las muestras, se realizó conjuntamente con el Dr. Alexis Debut, PhD Jefe del Laboratorio de Caracterización de Nanomateriales Centro de Nanociencia y Nanotecnología (CENCINAT) de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE (adjunto informe en ANEXOS). Empleando para este proceso el Liofilizador iL.ShinBiobase Freeze Dryer y el Sputter coating Hummer 6.2 y Quorum Q105.

Cada fragmento tanto los pertenecientes a los grupos experimentales como de control, fueron fijados sobre platinas circulares conocidos como “stubs” con un pegamento a base de carbón, siendo colocadas a seguir sobre un “stage”, para inmediatamente todas las muestras ser llevadas al equipo recubridor de oro (Sputter coating Hummer 6.2 y Quorum Q105R), equipo que funciona con ionización de atmósfera observada como un destello de color fucsia, como se observa en la fig.18. A, B y C.



**Fig. 18. A)** Proceso de Ionización de la atmosfera para baño de oro  
**B)** Destello de color fucsia

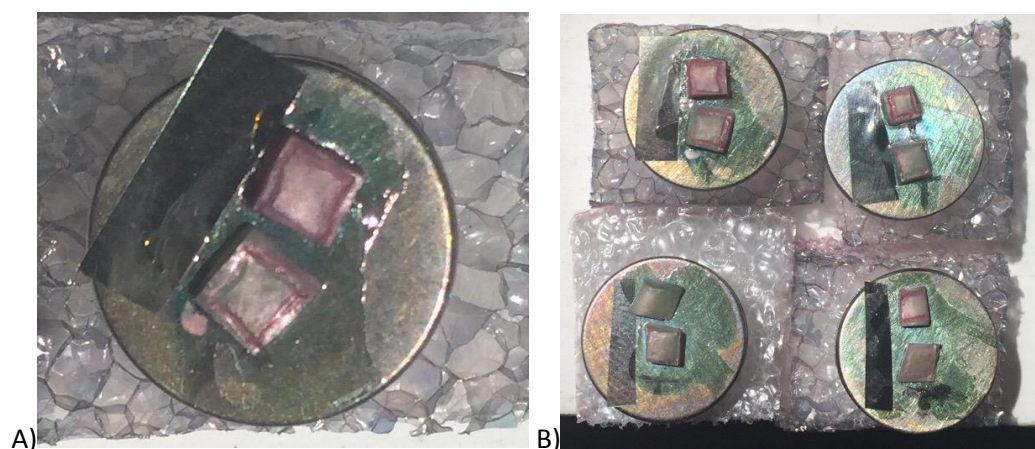
**Fuente:** (CENCINAT) de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE (2015)



**C)** Sputter coating Hummer 6.2 y Quorum Q105R

**Fuente:** (CENCINAT) de la Universidad de las Fuerzas Armadas – ESPE (2015)

Una vez revestidos los fragmentos durante varios segundos, tiempo necesario para cubrir cada superficie, se obtuvo una delgada capa de oro de aproximadamente 20nm, de espesor, lo suficiente para obtener una imagen nítida de la microfotografía, esta capa de recubrimiento es esencial para garantizar la conductibilidad de la muestra y permitir la observación a través del MEB para obtener imágenes nítidas. Fig. 19 A y B.

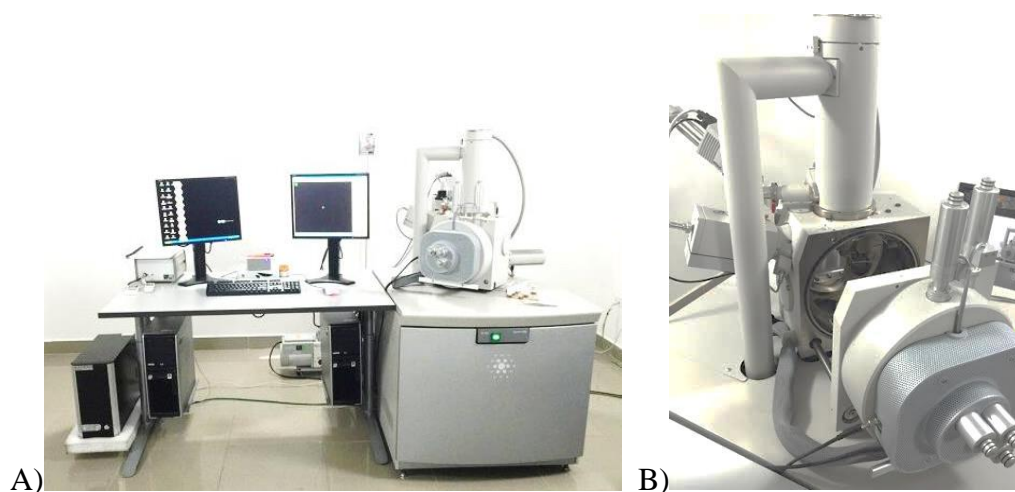


**Fig. 19.** A) Muestras una vez finalizado el metalizado en oro  
B) Muestras en sus “Stubs” listas para ser observadas al MEB  
**Fuente:** Juan Francisco Silva (2015)

#### 7.4.5. Análisis de los fragmentos a través del MEB

El microscopio electrónico de barrido “MEB” es un instrumento altamente especializado y diseñado para hacer visible objetos que el ojo no es capaz de distinguir, con luz suficiente, utilizado para magnificar la imagen de un objeto de tamaño diminuto, por la acción de un haz de aproximadamente 6 millones de electrones por segundo, que inciden sobre las muestras, este microscopio cuenta con un poder de resolución de 1 a 0.5nm y una magnificación que va desde de 47x a 1.000.000x.

Así entonces, para el análisis de los fragmentos se utilizó el Microscopio Electrónico de Barrido MEB de alto vacío (marca FEI COMPANY, modelo QUANTA 400, año 2005), (Fig. 20. A y B)., instalado en el Laboratorio de Criminalística y Ciencias Forenses de la Policía Nacional en la ciudad de Quito, bajo dirección del Teniente de Policía Carlos Izurieta R. MBA, Jefe de Microscopía Electrónica.



**Figura 20. A)** Microscopio Electrónico de Barrido (MEB) FEI - Quanta 400.  
**B)** Cámara de alto vacío del microscopio

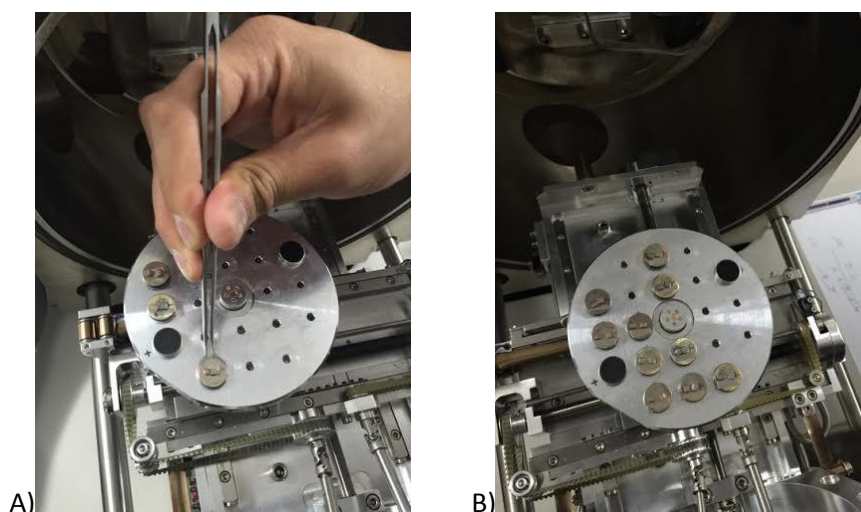
**Fuente:** Laboratorio de Criminalística de la Policía Nacional-Quito

El microscopio electrónico de barrido es un tipo de microscopio que para la observación de imágenes utiliza un haz de electrones, los cuales cargan eléctricamente una muestra y gracias a la conductividad de estas por acción previa del metalizado, los electrones primarios que son los que proceden de la sonda del microscopio rebotan sobre las muestras y con la ayuda de varios detectores permite obtener imágenes de alta resolución.

Las muestras para que puedan ser observadas ingresan en una recámara, en cuyo interior se localiza un “stage” en donde se pueden colocar hasta veinte “stubs”, esta recámara a su vez



es colocada en el interior de una cámara de alto vacío, del MEB. La placa o “stage” corresponde a cada uno de los grupos de estudio, (fig. 19. A y B). El tiempo de activación de esta cámara es de cinco minutos aproximadamente, tiempo en el cual se carga la imagen para proceder con la ubicación de las muestras, que conjuntamente con parámetros de observación entre los cuales están spot size, alto voltaje, brillo, contraste, working distance, entre otros, los cuales permiten obtener imágenes nítidas de las muestras observadas.



**Fig. 21. A)** Stage del MEB donde se colocan los “stubs”

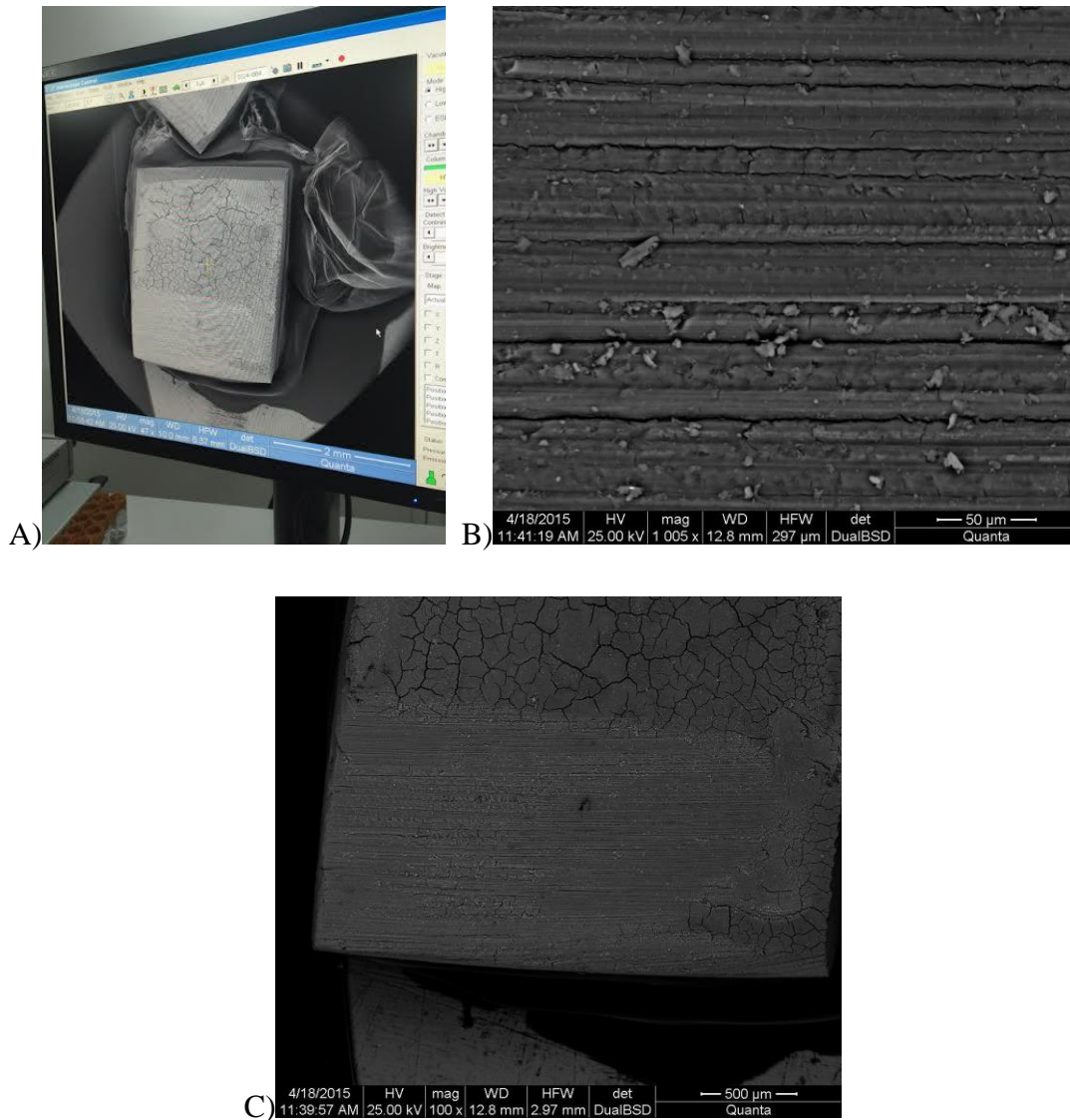
**B)** Stage donde constan las muestras de cada grupo

**Fuente:** Laboratorio de Criminalística de la Policía Nacional-Quito (2015)

#### 7.4.6. Observación y Obtención de Microfotografías

De esta manera cada una de las muestras tanto control como experimental fue analizadas con magnificaciones de 100x, 1000x y 5000x. Obteniéndose 3 microfotografías por cada muestra dando un total de 180 imágenes nítidas, todo el estudio. Para la toma de las microfotografías en el MEB, se necesitó un tiempo de exposición, de entre 10 y 15 segundos por cada imagen que al ser enfocada manualmente inmediatamente fue capturada la imagen de la muestra. (Fig. 22 A, B y C).

Cada imagen obtenida de cada uno de los fragmentos presentó una magnificación de 100x y 1000x, estas imágenes fueron debidamente identificadas según el grupo y reservadas para posterior análisis de cada una de estas.



**Figura 20.** A) Enfoque de la imagen lista para ser fotografiada B) Fotografía con magnificación de 1000x. C) Fotografía con magnificación de 100x.

**Fuente:** Laboratorio de Criminalística de la Policía Nacional-Quito (2015).

## 7.5. RECOLECCIÓN DE DATOS

Con el propósito de obtener un resultado cuantitativo de las imágenes obtenidas de cada una de las muestras observadas tanto experimentales y de control, fue ejecutado un análisis visual por parte de un solo examinador, calibrado, entrenado, con conocimientos sobre periodoncia, cegados en cuanto al conocimiento de los grupos y los tratamientos ejecutados, examinador que siguiendo el criterio de clasificación estándar como es el índice de rugosidad y pérdida de sustancia del diente RLTSI descrito por Lie y Leknes en 1985, (Jotihasthira 1992) emitió una puntuación para cada uno de los fragmentos de cada uno de los grupos. Tabla N. 5.

Los valores emitidos por el evaluador fueron recolectados en tablas previamente diseñadas para posteriormente ser llevadas para al análisis estadístico correspondiente.

	ÍNDICE DE RUGOSIDAD Y PERDIDA DE SUSTANCIAS DEL DIENTE (IRPSD)
0:	Superficie radicular suave y uniforme, sin marcas de la instrumentación y sin pérdida de sustancia dental.
1:	Áreas locales ligeramente rugosas o acanaladas limitados al cemento.
2:	Áreas locales definitivamente acanaladas donde el cemento es extirpado por completo, aunque la mayor parte del cemento aún está presente.
3:	Una considerable pérdida de sustancia dental con marcas de instrumentación en la dentina. El cemento es eliminado por completo en grandes áreas, o que tiene un número considerable de lesiones de la instrumentación.

**Tabla No. 5.** Índice de Rugosidad y Pérdida de Sustancia dental según Lie y Leknes  
**Fuente:** Juan Francisco Silva, 2015

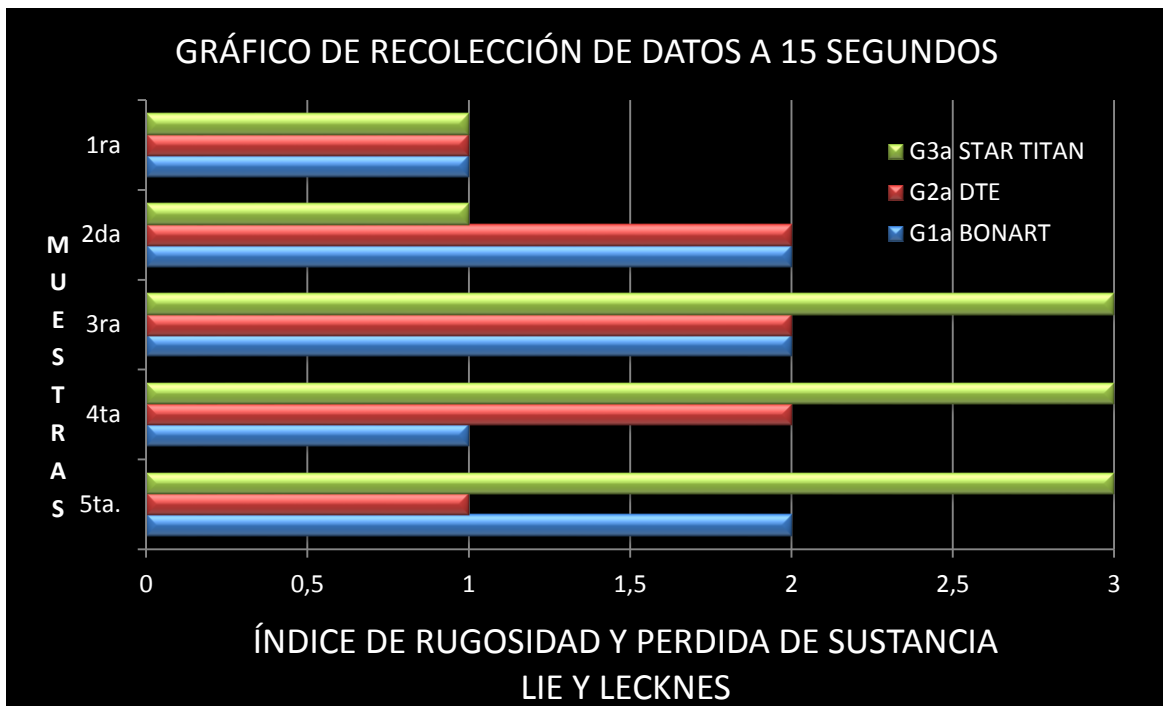


## 8. RESULTADOS

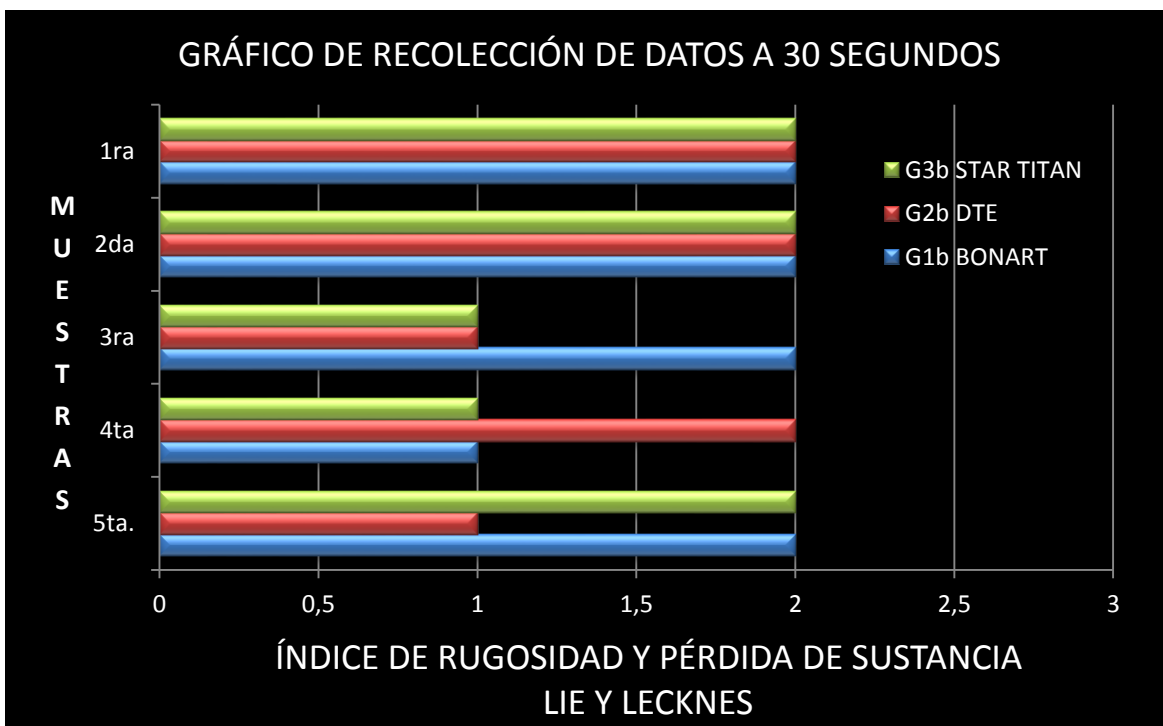
Una vez realizada la observación de las fotografías por parte del examinador entrenado para tal propósito, y siguiendo el criterio de clasificación estándar como es el índice de rugosidad y pérdida de sustancia del diente RLTSI descrito por Lie y Leknes en 1985, (Jotihasthira 1992) (tabla No.5.), se entregó la clasificación en tablas elaboradas con anterioridad, quedando del siguiente modo:

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 100x						
No. de muestras	Piezoelectrico Bonart-p3II		Piezoscaler digital DTE d1		Scaler STAR Titán Sonic	
	15 Seg. G1a	30 Seg. G1b	15 Seg. G2a	30 Seg. G2b	15 Seg. G3a	30 Seg. G3b
	Rugosidad y perdida de sustancias	Rugosidad y pérdida de sustancias	Rugosidad y pérdida de sustancias	Rugosidad y pérdida de sustancias	Rugosidad y pérdida de sustancias	Rugosidad y pérdida de sustancias
1. <sup>a</sup>	2	2	1	1	3	2
2. <sup>a</sup>	1	1	2	2	3	1
3. <sup>a</sup>	2	2	2	1	3	1
4. <sup>a</sup>	2	2	2	2	1	2
5. <sup>a</sup>	1	2	1	2	1	2

**Tabla No. 6.** Tabla de recolección de datos con una magnificación de 100x al MEB  
**Fuente:** Juan Francisco Silva, 2015



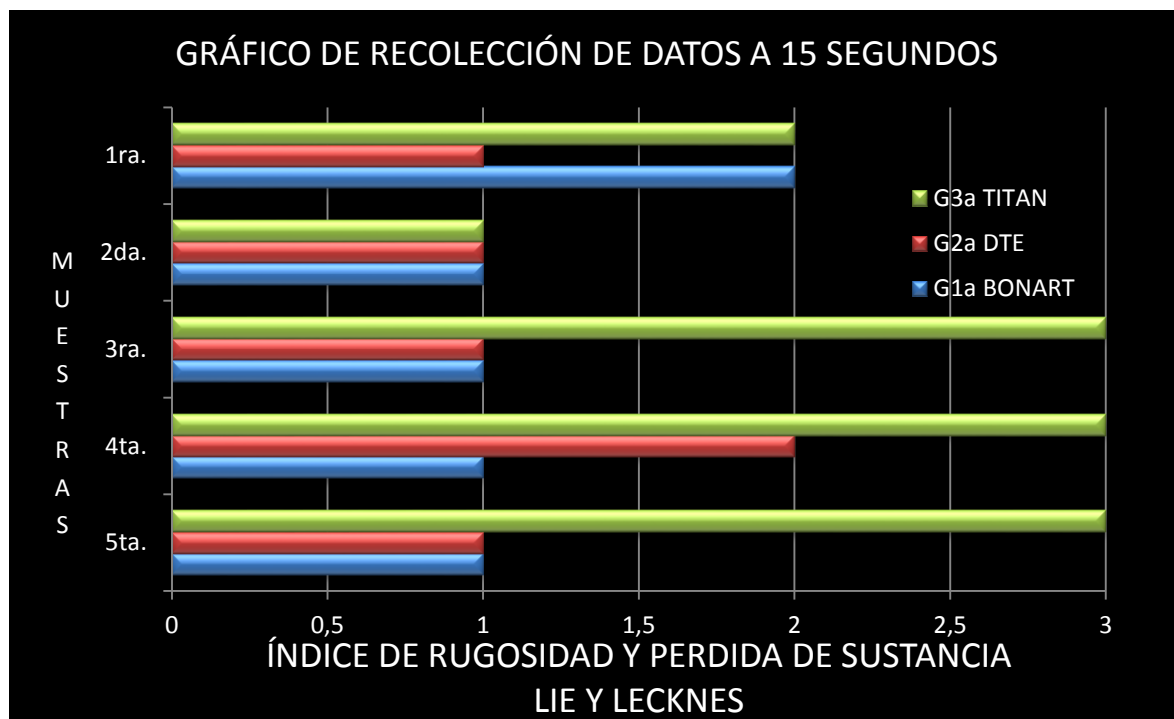
**Gráfico No. 1.** Gráfico de recolección de datos con una magnificación de 100x 15 seg.  
**Fuente:** Juan Francisco Silva, 2015



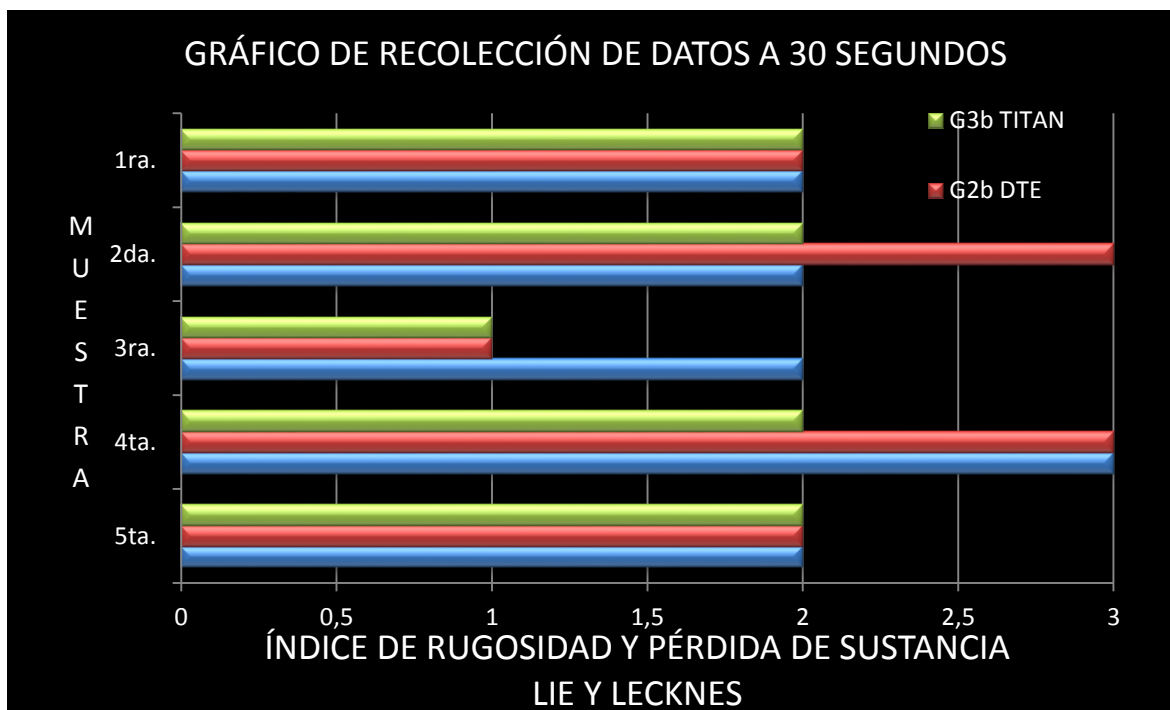
**Gráfico No. 2.** Gráfico de recolección de datos con una magnificación de 100x 30 seg.  
**Fuente:** Juan Francisco Silva, 2015

TABLA DE RECOLECCIÓN DE DATOS 1000x						
No. de muestras	Piezoelectrico Bonart-p3II		Piezoscaler digital DTE d1		Scaler STAR Titán Sonic	
	15 Seg. G1a	30 Seg. G1b	15 Seg. G2a	30 Seg. G2b	15 Seg. G3a	30 Seg. G3b
	Rugosidad y pérdida de sustancias	Rugosidad y pérdida de sustancias	Rugosidad y pérdida de sustancias	Rugosidad y pérdida de sustancias	Rugosidad y pérdida de sustancias	Rugosidad y pérdida de sustancias
1. <sup>a</sup>	1	2	1	2	3	2
2. <sup>a</sup>	1	3	2	3	3	2
3. <sup>a</sup>	1	2	1	1	3	1
4. <sup>a</sup>	1	2	1	3	1	2
5. <sup>a</sup>	2	2	1	2	2	2

**Tabla No. 7.** Tabla de recolección de datos con una magnificación de 1000x al MEB  
**Fuente:** Juan Francisco Silva, 2015



**Gráfico No. 3.** Gráfico de recolección de datos con una magnificación de 1000x 15 seg.  
**Fuente:** Juan Francisco Silva, 2015



**Gráfico No. 4.** Gráfico de recolección de datos con una magnificación de 1000x 30 seg.  
**Fuente:** Juan Francisco Silva, 2015

### 8.1. INFORME ESTADÍSTICO

Este estudio evaluó el desgaste y la rugosidad radicular después del tratamiento de raspado y alisado con 3 tipos de dispositivos, tanto sónico como ultrasónicos, para terapia periodontal como son: (piezoeléctrico Bonart-p3II, digital d1 Piezoscaler DTE y Sonic Scaler STAR TITAN) en dos diferentes períodos de tiempo a 15 y 30 segundos de instrumentación. Los datos de este estudio fueron cualitativos y debido a esto, se aplicaron pruebas no paramétricas para la ejecución de análisis inferencial de los datos.

Se utilizó la prueba Krukall-Wallis complementado por el test de Dunn para comparar los grupos en diferentes períodos de evaluación, mientras que se utilizó la prueba de Mann-Whitney para la evaluación dentro de cada grupo variando el período de instrumentación de la superficie radicular. El software GraphPad Prism 5 (San Diego, CA, EE.UU.) fue utilizado para la

aplicación de todas las pruebas estadísticas de este estudio, y que se aplicaron con un nivel de confianza del 95%.

### **8.3. ANÁLISIS DE DESGASTE DE RUGOSIDAD**

Al analizar las imágenes con un aumento de 100x se encontró que no hubo diferencias entre los grupos en relación con el patrón de desgaste y rugosidad en ninguno de los tipos de instrumentos evaluados. Tampoco hubo diferencias dentro de cada grupo al comparar los diferentes tiempos de instrumentación. Sin embargo al analizar las imágenes a ampliaciones superiores (1000x), las muestras tratadas con el scaler sónico STAR Titán mostraron mayor grado de desgaste y rugosidad que las muestras tratadas con el piezoeléctrico Bonart-P3II y el Piezoscaler digital DTE d1, en un tiempo de instrumentación de 15 segundos ( $p < 0,05$ ), al aumentar el tiempo de instrumentación a 30 segundos, no se mantuvo esta diferencia sobre los otros grupos de instrumentación.

Con el aumento de tiempo de instrumentación hubo un aumento estadísticamente significativo en la rugosidad y el desgaste de los grupos instrumentados con el piezoeléctrico Bonart-P3II y Piezoscaler digital DTE d1 ( $p < 0,05$ ). Las Tablas 8 y 9 muestran la distribución y la frecuencia de los resultados de rugosidad y la abrasión en todos los grupos y períodos de evaluación a 100x y 1000x, respectivamente.

Tiempo	Grupos/Resultados	0	1	2	3
15 segundos	Piezoeléctrico Bonart-p3II	0(0%)	2(40%)	3(60%)	0(0%)
	Piezoscaler digital DTE d1	0(0%)	2(40%)	3(60%)	0(0%)
	Scaler STAR Titán Sonic	0(0%)	2(40%)	0(0%)	3(60%)
30 segundos	Piezoeléctrico Bonart-p3II	0(0%)	1(20%)	4(80%)	0(0%)
	Piezoscaler digital DTE d1	0(0%)	2(40%)	3(60%)	0(0%)
	Scaler STAR Titán Sonic	0(0%)	2(40%)	3(60%)	0(0%)

**Tabla No. 8.** Distribución y frecuencia de las puntuaciones de rugosidad y desgaste en todos los grupos y períodos de evaluación (Aumento 100x).

**Fuente:** Juan Francisco Silva, 2015

Tiempo	Grupos/Resultados	0	1	2	3
15 segundos	Piezoeléctrico Bonart-p3II	0(0%)	4(80%)	1(20%)	0(0%)
	Piezoscaler digital DTE d1	0(0%)	4(80%)	1(20%)	0(0%)
	Scaler STAR Titán Sonic	0(0%)	1(20%)	1(20%)	3(60%)
30 segundos	Piezoeléctrico Bonart-p3II	0(0%)	0(0%)	4(80%)	1(20%)
	Piezoscaler digital DTE d1	0(0%)	1(20%)	2(40%)	2(40%)
	Scaler STAR Titán Sonic	0(0%)	1(20%)	4(80%)	0(0%)

**Tabla No. 9.** Distribución de las puntuaciones y la rugosidad de la frecuencia y el desgaste en todos los períodos de evaluación y grupos (ampliación 1000X)

**Fuente:** Juan Francisco Silva, 2015

## 9. DISCUSIÓN

Las observaciones de este estudio indican que el desgaste y la rugosidad radicular después del tratamiento de raspado y alisado con dos tipos de dispositivos, ultrasónicos, (Bonart-p3II, DTE-d1) y un dispositivo sónico (STAR Titán-S) para terapia periodontal, en dos diferentes períodos de tiempo a 15 y 30 segundos de instrumentación. Al ser analizadas al MEB con un aumento de 100x se encontró que no hubo diferencias entre los grupos en relación con el patrón de desgaste y rugosidad en ninguno de los tipos de instrumentos evaluados. Tampoco hubo diferencias dentro de cada grupo al comparar los diferentes tiempos de instrumentación. Sin embargo Al analizar las imágenes a ampliaciones superiores (1000x), las muestras tratadas con el scaler sónico STAR Titán mostraron mayor grado de desgaste y rugosidad que las muestras tratadas con el piezoeléctrico Bonart-P3II y el Piezoscaler digital DTE d1, durante los primeros 15 segundos de instrumentación, pero al aumentar el tiempo de instrumentación a 30 segundos, no se mantuvo esta diferencia sobre los otros grupos de instrumentación.

Con el aumento de tiempo de instrumentación a 30 segundos hubo un aumento estadísticamente significativo en la rugosidad y el desgaste de los grupos instrumentados con el piezoeléctrico Bonart-P3II y Piezoscaler digital DTE d1.

Estos resultados coinciden con estudios previos de Jotikasthira, NE, en 1992, quien realiza un estudio comparativo in vitro, entre diferentes dispositivos sónicos, ultrasónicos, con el objetivo de comparar la eficacia entre cada uno de ellos, sobre incisivos mandibulares, al ser observados al MEB concluyen que los dispositivos sónicos equipados con puntas en forma de cureta, eliminan el cálculo más completamente que los instrumentos ultrasónicos con inserciones en forma de sonda, sin embargo, los ultrasonidos causan menos rugosidad y menos eliminación de sustancia dental que los escaladores sónicas.

Los resultados en este estudio no concuerdan con los estudios de Jacobson L. 1994, quien realiza un estudio in vitro, para comparar la textura de la superficie radicular después del uso de scalers sónicos (TITAN-S), ultrasónicos, y curetas periodontales, sobre 48 dientes humanos divididos en 6 grupos, y se evaluó la textura de la superficie al MEB, de acuerdo a los resultados, concluyen que tanto las curetas como los dispositivos sónicos producen grandes ranuras y remueven mayor cantidad de cementos a un magnitud de 30x, mientras que no se detectó alteración de la superficie radicular después de la instrumentación con los ultrasonidos a una magnitud de hasta 500x.

Busslinger, A, 2001, comparan la eficacia entre ultrasonidos magnetostrictivos, piezoeléctricos y curetas manuales, sobre 30 dientes extraídos por enfermedad periodontal, los resultados revelan que el índice de cálculo remanente fue similar en los tres grupos, sin embargo a la observación al MEB, concluyen que las curetas manuales provocan más pérdida de sustancia dental pero dejan las superficies más lisas. Y el ultrasonido piezoeléctrico fue más eficiente que



le magnetostrictivo para eliminación de cálculo, pero deja la superficie radicular más áspera. Datos que relativamente coinciden con nuestra investigación.

Kawashima, H, 2007, en un estudio in vivo, compara la efectividad de dos dispositivos ultrasónicos piezoeléctricos y curetas manuales en raspado y alisado radicular, sobre 15 pacientes con enfermedad periodontal avanzada y dientes programados para extracción, conformando 3 grupos experimentales con 10 dientes cada uno para cada instrumento.

Concluye no existe diferencia estadísticamente significativa, en cuanto a la remoción de cálculo, pero los ultrasonidos producen una superficie radicular lisa con una pérdida mínima de sustancia dental en relación a las curetas manuales, en nuestro resultado el uso de los dispositivos a mayor tiempo produce mayor pérdida de sustancia.

Santos, F.A, 2008, realiza un estudio para determinar eficacia entre diferentes dispositivos ultrasónicos, piezoeléctricos, magnetostrictivos y curetas manuales sobre la superficie radicular, en 14 pacientes con enfermedad periodontal y 35 dientes indicados para extracción, los resultados al MEB muestran que entre los dispositivos ultrasónicos no existe diferencia estadísticamente significativa en pérdida de sustancia, pero las curetas dejaron la superficie radicular más áspera y con más pérdida de sustancia dental.

Quinche, F., 2008, realiza un estudio in vivo, comparativo, entre instrumentación manual y ultrasónica (BONART) para la remoción de cálculo y pérdida de sustancia radicular por un

periodo de tiempo de 60 segundos. En pacientes con enfermedad periodontal tratados en la USFQ. Concluye que no existe diferencia estadísticamente significativa entre ambos métodos para la remoción de cálculo; que el uso de curetas dejó gran pérdida de sustancia dental, incluso dejando dentina expuesta; y que con el uso de piezoeléctricos microscópicamente se observan mínimos efectos colaterales en cuanto a la pérdida de sustancia radicular, por lo cual mira a la instrumentación ultrasónica como un sustituto valioso de los instrumentos manuales para la tartrectomía convencional.

Discrepando relativamente con nuestros resultados sobre el ultrasonido BONART, ya que se demostró en el presente estudio que en 30 segundos de instrumentación, estos dispositivos ultrasónicos, generan mayor pérdida de sustancia radicular.

En nuestro estudio se evaluó el desgaste y la rugosidad radicular después del tratamiento de raspado y alisado con 2 tipos de dispositivos, ultrasónicos, (Bonart-p3II, DTE-d1) y un dispositivo sónico (STAR Titán-S) para terapia periodontal, en dos diferentes períodos de tiempo a 15 y 30 segundos de instrumentación. Al ser analizadas al MEB con un aumento de 100x se encontró que no hubo diferencias entre los grupos en relación con el patrón de desgaste y rugosidad en ninguno de los tipos de instrumentos evaluados. Tampoco hubo diferencias dentro de cada grupo al comparar los diferentes tiempos de instrumentación. Sin embargo al analizar las imágenes a ampliaciones superiores (1000x), las muestras tratadas con el scaler sónico STAR Titán mostraron mayor grado de desgaste y rugosidad que las muestras tratadas con el piezoeléctrico Bonart-P3II y el Piezoscaler digital DTE d1, en un tiempo de

instrumentación de 15 segundos. Esta diferencia entre los grupos no se mantuvo a los 30 segundos de instrumentación.

Con el aumento de tiempo de instrumentación hubo un aumento estadísticamente significativo en la rugosidad y el desgaste de los grupos instrumentados con el piezoeléctrico Bonart-P3II y Piezoscaler digital DTE d1.

Cabe indicar que en la bibliografía disponible, no se encontraron estudios que compare el dispositivo sónico (TITAN), con los ultrasónicos (BONART y DTE), en dos tiempos determinados, la mayoría de estudios compara el uso del piezoeléctrico con dispositivos magnetostrictivos e incluso con instrumentación manual. Dentro de los cuales son varios autores los que concluyen que el uso del ultrasonido piezoeléctrico, produce resultados más satisfactorios con relación a la rugosidad de la superficie radicular y provoca menor daño sobre la misma, al ser comparado con ultrasonidos magnetostrictivos y dispositivos sónicos.

En concordancia con los datos obtenidos en el presente estudio, durante los primeros 15 segundos.

## 9. CONCLUSIONES

Dentro de las limitaciones de este estudio y de acuerdo con los resultados obtenidos en el mismo, hemos podido concluir que:

- Independientemente del dispositivo usemos para eliminar el cálculo subgingival, así como el cemento radicular reblandecido, es visible que estos dispositivos sean sónicos o ultrasónicos, eliminan sustancia radicular relativamente considerable, a mayor tiempo de instrumentación.
- A una magnificación de 100x, no existe diferencia estadísticamente significativa entre los dispositivos ultrasónicos DTE d1 y BONART-p3II, y el dispositivo sónico STAR TITAN, en cuanto a la pérdida de sustancia y rugosidad de superficie, en los diferentes tiempos 15 y 30 segundos.
- A una magnificación de 1000x, el dispositivo sónico STAR TITAN, presentó en mayor pérdida de sustancia dental, y una superficie radicular más rugosa, durante los primeros 15 segundos de instrumentación, en comparación con los dispositivos ultrasónicos DTE d1, y BONART-p3I.
- A una magnificación de 1000x, y a 30 segundos de instrumentación, los dispositivos ultrasónicos DTE d1, y BONART-p3II. Presentan un aumento estadísticamente significativo en la rugosidad y pérdida de sustancia, comparado con el grupo instrumentado con el dispositivo sónico STAR TITAN.

- No existe diferencia estadísticamente significativa entre ambos dispositivos ultrasónicos DTE d1 y BONART-p3II, en cuanto a la pérdida de sustancia y rugosidad de superficie al ser observadas en el MEB, tanto a 100x, como a 1000x magnificación, en los primeros 15 segundos de trabajo.
- A mayor tiempo de trabajo con los ultrasonidos DTE d1 y BONART-p3II, presentan mayor pérdida de sustancia, al ser comparados con el dispositivo sónico STAR TITAN.
- La rugosidad y pérdida de sustancia que se produce sobre las superficies radiculares está directamente relacionado con el tiempo de instrumentación, futuras investigaciones en este campo serían de mucha importancia para confirmar estos hallazgos obtenidos en este estudio in vitro, especialmente en el tiempo de instrumentación.

## **10.- RECOMENDACIONES:**

La elección de los instrumentos o dispositivos que usemos en la práctica cotidiana, siempre será controvertida, en este estudio se demuestra que los dispositivos ultrasónicos causan menor daño sobre las superficies radiculares, en cuanto a la pérdida de sustancia y rugosidad de las mismas, en comparación con dispositivos sónicos, por lo cual se recomienda no usar estos últimos dispositivos, para la terapia básica periodontal. Por el contrario y no obstante a lo explicado anteriormente, apoyados en los resultados obtenidos en esta tesis, se sugiere introducir en la práctica clínica diaria el uso del ultrasonido piezoeléctrico en el tratamiento de raspado y alisado radicular, como parte de la terapia periodontal no quirúrgica.

## 11.- REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. PEREZ, O.R., Sánchez, H.H.A., Corona, Z.A. Prevalencia y severidad de enfermedad periodontal crónica en adolescentes y adultos. *Oral Año* 12. Núm. 39. 2011. 799-804
2. RAZA, A. Ximena, Estudio epidemiológico nacional de salud bucal en escolares menores de 15 años del Ecuador, 2010, Quito-Ecuador.
3. JIMÉNEZ, F., Encabo, M.J., Vander Wolf, C., Cervantes, N., Aresti, A., Aragonese, J:M. (2012) Raspado y alisado radicular en el tratamiento de la periodontitis crónica. Revisión de literatura. *Odontología Vital* 16:29-38
4. ALVES RV, Machion L, Casati MZ, Nociti Jr FH, Sallum AW, Sallum EA: Attachment loss after scaling and root planing with different instruments – a clinical study. *J Clin Periodontol* 2004; 31: 12–15. r Blackwell Munksgaard, 2004.
5. NEWMAN M., Takei H., Klokkevold P., *Carranza, Periodontología clínica*. Décima edición, Editorial McGrawHill Impreso en México D.F. 2010.
6. DAVIES Robin. M., Roger P. Ellwood Anthony R . Volpe & Margaret E. Petrone Supragingival calculus and periodontal disease *Periodontology* 2000, Vol. 15, 1997, 74-83 Printed in Denmark.
7. RAMON V, Calculo dental y control químico de su formación “Periodoncia para el higienista dental” *Periodoncia y Osteointegración Volumen 14 No.4 Octubre-Diciembre* 2004.
8. KAMMA, J.; Nakou, M. and Manti, F.: Predominant microflora of severe, moderate and minimal periodontal lesions in young adults with rapidly progressive periodontitis. *J. Periodontol. Res.* (1995); 30: 66-72.
9. LINDHE, Jan. *Periodontología Clínica e Implantología Odontológica*, 4ta. Edición Editorial médica Panamericana Edición 2005, Buenos Aires – Argentina
10. PETERSILKA GJ, Ehmke B, Flemming T. Antimicrobial effects of mechanical debridement. *Periodontology* 2000 2002.
11. EGELBERG J. *Periodontics in: The scientific way. Synopses of clinical studie*, 3er. Ed. Malmot, Sweden; Odontoscienc, 1999.

12. CLAFFEY N., Ioannis polyzois, Paraskevi ziaka Revisión de los tratamientos periodontales quirúrgicos y no quirúrgicos, *Periodontology 2000 (Ed Esp)*, Vol. 11, 2005, 35-44
13. HOLBROOK TE, Low SB. Power-driven scaling and polishing instruments. In: *Clark's clinical dentistry JW*, vol. 3. Philadelphia: JB Lippincott, 1994: 1-24.
14. FUKAZAWA E, Nishimura K. Superficial cemental curettage: Its efficacy in promoting improved cellular attachment on human root surfaces previously damage by periodontitis. *J Periodontol* 1994; 65: 168-176
15. QUIRYNEN M, Mareciial M, Busscher HJ, Weerkamp AH, Darius PL, Van Streenberghe D. The influence of surface free energy and surface roughness on early plaque formation. *J Clin Periodontol* 1990; 17: 138-44.
16. KHOSRAVI M, Bahrami ZS, Atabaki MSJ, Shokrgozar MA, Shokri F: Comparative effectiveness of hand and ultrasonic instrumentations in root surface planing in vitro. *J Clin Periodontol* 2004; 31: 160–165. r Blackwell Munksgaard, 2004.
17. JACOBSON L, Blomlof J, Lindskog S: Root surface texture after different scaling modalities. *Scand J Dent Res* 1994; 102: 156-60. © Munksgaard, 1994.
18. LADNER JR, Lin PP, Beck FM, Mitchell JR, Horton JE. *An SEM study of root surfaces following planing by hand and two distinct types of ultrasonic instruments*. *J Dent Res* 1992; 71: 224: Special Issue. Abstract No. 947.
19. JOTIKASTHIRA NE, Lie T, Leknes KN. Comparative in vitro studies of sonic, ultrasonic and reciprocating instruments. *J Clin Periodontol* 1992; 19: 560-9.
20. TAN B, Gillam DG, Mordan NJ, Galgut PN. A preliminary investigation into the ultrastructure of dental calculus and associated bacteria. *J Clin Periodontol* 2004; 31: 364–369 doi: 10.1111/j.1600-051X.2004.00484.x. r Blackwell Munksgaard, 2004.
21. CARRANZA, F. *Periodontología Clínica, Instrumentos de periodoncia*. Octava Edición. edit. McGraw-Hill Interamericana. Pág. 460-501. 2007



22. SHIGERU O., Nitta H., Setoguchi T., Izumi Y. y Ishikawa I. Conceptos actuales y avances de la instrumentación periodontal manual y mecánica *Periodontology 2000 (Ed Esp)*, Vol. 11, 2005, 45-58
23. BAINS, V. K. Ranjana Mohan, Rhythm Bains Application of ultrasound in periodontics: Part II *Journal of Indian Society of Periodontology* - Vol 12, Issue 3, Sep-Dec 2008.
24. SILVA B. L., Kathleen O. Hodges, RDH, MS; A Comparison of Dental Ultrasonic Technologies on Subgingival Calculus Removal: A Pilot Study *The Journal of Dental Hygiene* Vol. 86 • No. 2 • Spring 2012
25. KINANE DF, Attström R; European Workshop in Periodontology group B. Advances in the pathogenesis of periodontitis. Group B consensus report of the fifth European Workshop in Periodontology. *J Clin Periodontol*. 2005;32(Suppl 6):130–131.
26. Clinical Research Associates, Automated Scaler Comparison: CRA Conclusions. 1998. Available from: [www.cliniciansreport.com](http://www.cliniciansreport.com)
27. REYNOLDS E. Efficiency and Effectiveness in Ultrasonic Scaler Academy of Dental Therapeutics and Estomatology, 2007. [www.ineedce.com](http://www.ineedce.com)
28. LEA SC,. Technology, ultrasonics and dentistry. *Dent Update*. 2002.
29. WALMSLEY A.D, Lea SC, Landini G, Moses AJ (2008). Advances in power driven pocket / root instrumentation. *J Clin Periodontol* 35(Suppl 8):22-28.
30. KAWASHIMA H, Sato S, Kishida M, Ito K (2007). A comparison of root Surface instrumentation using two piezoelectric ultrasonic scalers and a hand scaler in vivo. *J Periodontal Res* 42:90-95.
31. MELO Filho AB, Mori M, Jardini MAN, Landim KT, Solis ACO Effect of ultrasonic instrumentation on the bond strength of crowns cemented with zinc phosphate cement to natural teeth. An in vitro study *Braz Oral Res* 2008; 22 (3):270-4
32. NARDI G.M., RDH, DHA Roberto Di Giorgio, MD, DDS Silvia Sabatini, RDH, DHA Effectiveness of tips for delicate micro-ultrasonic root planing comparing to tips for traditional ultrasonic root planing *Annali di Stomatologia* 2012;

33. NUGENT G., A., RDH, MPH Understanding power scaling inserts and tips *RDH* | March 2012 [www.rdhmagazine.com](http://www.rdhmagazine.com).
34. DAHIYA P, Kamal R, Gupta R, Pandit N. Comparative evaluation of hand and power-driven instruments on root Surface characteristics: A scanning electron microscopy study. *Contemp Clin Dent*. 2011 Apr; 2(2):79-83.
35. CROSS–POLINE GN, Stach DJ,. Effects of curet and ultrasonics on root surfaces. *Am J Dent*. 1995.
36. LEA S.C., B. Felver, G. Landini, and A.D. Walmsley. Ultrasonic Scaler Oscillations and Tooth-surface Defects *J Dent Res* 88(3):229-234, 2009.
37. BUSSLINGER A, Lampe K, A comparative in vitro study of a magnetostrictive and a piezoelectric ultrasonic scaling instrument. *J Clin Periodontol*. 2001.
38. FOLWACZNY M, Merkel U, “Influence of parameters on root surface roughness following treatment with a magnetostrictive ultrasonic scaler: an in vitro” study. *J Periodontol*. 2004.
39. GUENTSCH A, Preshaw PM. The use of a linear oscillating device in periodontal treatment: a review. *J Clin Periodontol* 2008; 35: 514–524. doi: 10.1111/j.1600-051X.2008.01234.x.
40. WILKINS EM. La pratica clinica dell’igienista dentale, PICCIN 2010.
41. MEISSNER G, Oehme B, Strackeljan J, Kocher T. In vitro calculus detection with a moved smart ultrasonic device. *Journal of Clinical Periodontology* 2006; 33: 130–134. doi: /j r Blackwell Munksgaard 2006.
42. TUNKEL, J., Heinecke, A. & Flemmig, T. F. (2002) A systematic review of efficacy of machine-driven and manual subgingival debridement in the treatment of chronic periodontitis. *Journal of Clinical Periodontology* 29 (Suppl. 3), 72–81.
43. GAGNOT, G., Mora, F., Poblete, M. G., Vachey, E., Michel, J. F. & Cathelineau, G. (2004) Comparative study of manual and ultrasonic instrumentation of cementum surfaces: influence of lateral pressure. *International Journal of Periodontics and Restorative Dentistry* 24, 137–145.

44. LEA SC, Felver B, Landini G, Walmsley AD (2009). Three-dimensional analyse of ultrasonic scaler oscillations. *J Clin Periodontol* 36:44-50.
45. [www.wh.com](http://www.wh.com)
46. SANTOS, F. A.; Pochapski M. T.; Leal, P. C.; Gimenes-Sakima, P. P.; Marcantonio, E. Comparative study on the effect of ultrasonic instruments on the root surface in vivo *Clin Oral Invest* (2008) 12:143–150.
47. FLEMMIG TF, Petersilka GJ, Mehl A, “The effect of working parameters on root surface removal using a piezoelectric ultrasonic scaler in vitro”. *J Periodontol*. 1998.
48. Dentsply Professional. Product catalog and reference. Philadelphia: Dentsply Professional; 2000.
49. JOTIKASTHIRA N. E., Lie T and Leknes K. N. Comparative in vitro studies of sonic, ultrasonic and reciprocating scaling instruments, *J Clin Periodontol* 1992
50. QUINCHE F., “Análisis comparativo entre raspado y alisado radicular utilizando piezoeléctrico y curetas Gracey en dientes indicados para la extracción vistos al Microscopio Electrónico de Barrido”, USFQ, 2008.

# ANEXOS

Aprobación Protocolo 2014-144T  
Noviembre 18, 2014



**Comité de Bioética. Universidad San Francisco de**  
**El Comité de Revisión Institucional de la USFQ**  
**The Institutional Review Board of the USFQ**

Aprobación MSP, Oficio No. MSP-SDM-10-2013-1019-O, Mayo 9, 2013

Quito, 18 de Noviembre de 2014

Doctor  
Juan Francisco Silva  
Investigador Principal  
UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO  
Ciudad

De mi mejor consideración:

Por medio de la presente, el Comité de Bioética de la Universidad San Francisco de Quito se complace en informarle que su estudio de investigación "Análisis microtopográfico de la superficie radicular, en relación al grado de rugosidad de su superficie después del uso de tres tipos de scalers sónicos y ultrasónicos, observados mediante microscopio electrónico de barrido: estudio *in vitro*", ha sido aprobado el día de hoy como un estudio exento debido a que es un estudio *in vitro*, sin intervención directa ni contacto con sujetos humanos, por lo cual es riesgo es mínimo.

El investigador principal ha dado respuesta a todas las observaciones y realizado todas las modificaciones solicitadas en la pre-revisión de Febrero 17 de 2014, cumpliendo así con los estándares técnicos y éticos que el Comité exige de acuerdo a las normas internacionales de protección de sujetos humanos y responsabilidad en la investigación.

Los documentos que se aprueban incluyen las versiones #2 en español de Octubre 29 de 2014 que se detallan a continuación:

- Anteproyecto de Tesis, 56 páginas.
- Solicitud de revisión y aprobación de un estudio de investigación, 8 páginas;
- Solicitud de no aplicación del formulario de consentimiento informado por escrito, 1 página;
- Ficha de recolección de datos; 1 página;

Esta aprobación tiene una duración de un año (365 días) transcurrido el cual se deberá solicitar una extensión si fuere necesario. En toda correspondencia con el Comité de Bioética favor referirse al siguiente código de aprobación: 2014-143PG. El Comité estará dispuesto a lo largo de la implementación del estudio a responder cualquier inquietud que pudiere surgir tanto de los participantes como de los investigadores.

Favor tomar nota de los siguientes puntos relacionados a la responsabilidad de Este Comité:

Casilla Postal 17-12-841, Quito, Ecuador  
comitebioetica@usfq.edu.ec  
PBX (593-2) 297-1700 ext 1149



Aprobación Protocolo 2014-144T  
Noviembre 18, 2014

1. El Comité no se responsabiliza por los efectos de eventos adversos que pudieran ser consecuencia de su estudio, los cuales son de entera responsabilidad del investigador principal. Sin embargo, es requisito informar a este Comité sobre cualquier novedad, especialmente eventos adversos, dentro de las siguientes 24 horas, explicando las medidas se tomaron para enfrentar y/o manejar el mencionado evento adverso.
2. El Comité no se responsabiliza por los datos que hayan sido recolectados antes de la fecha de esta carta; los datos recolectados antes de la fecha de esta carta no podrán ser publicados o incluidos en los resultados.
3. El Comité de Bioética ha otorgado la presente aprobación en base a la información entregada por los solicitantes, quienes al presentarla asumen la veracidad, corrección y autoría de los documentos entregados.
4. De igual forma, los solicitantes de la aprobación son los responsables por la ejecución correcta y ética de la investigación, respetando los documentos y condiciones aprobadas por el Comité, así como la legislación vigente aplicable y los estándares nacionales e internacionales en la materia.

Deseándole los mejores éxitos en su investigación, se solicita a los investigadores que notifiquen al Comité la fecha de terminación del estudio.

Atentamente,



William F. Waters, PhD  
Presidente  
Comité de Bioética USFQ

cc. Archivo general  
Archivo protocolo

Casilla Postal 17-12-841, Quito, Ecuador  
[comitebioetica@usfq.edu.ec](mailto:comitebioetica@usfq.edu.ec)  
PBX (593-2) 297-1700 ext 1149



Quito, 15 de Agosto, 2014.

#### CARTA DE DONACION

Yo, Dr. Juan Andrés Benenaula Bojorque, con C.I 0103642930, especialista en Cirugía Maxilofacial, de la Universidad Central del Ecuador, hago la entrega formal, por pedido del interesado, la cantidad de 50 dientes, terceros molares extraídos mediante intervención quirúrgica planificada, y almacenados en un recipiente de vidrio con suero fisiológico, con el fin de realizar el siguiente trabajo de tesis investigativa: **“ANALISIS MICROTOPOGRAFICO DE LA SUPERFICIE RADICULAR, EN RELACION AL GRADO DE RUGOSIDAD DE SU SUPERFICIE DESPUES DEL USO DE TRES TIPOS DE SCALER SONICOS Y ULTRASONICOS , OBSERVADOS MEDIANTE MICROSCOPIO ELECTRONICO DE BARRIDO: ESTUDIO *IN VITRO*”.**

Es todo cuanto puedo decir, autorizando al beneficiado hacer uso de estos dientes terceros molares, para dicho trabajo investigativo.

Atte.



Dr. Juan Benenaula B.





Laboratorio de Caracterización de nanomateriales  
Centro de Nanociencia y Nanotecnología  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE

Acta de entrega  
Solicitante: Juan Francisco Silva Rojas  
Autor informe: Dr. Alexis Debut, Ph.D

Sangolquí, 14 de abril del 2015

En referencia a la PROFORMA elaborada por la empresa pública INNOVATIVA de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE, el laboratorio de caracterización de nanomateriales realizó la preparación de 60 muestras de dientes para que se puedan observar en un microscopio electrónico de barrido en alto vacío.



Las 60 muestras eran contenidas en 60 cajas de plástico numeradas apropiadamente. Se procedió a deshidratarlas y liofilizarlas para después recubrirlas con oro con una capa de aproximadamente de 20 nm.





Laboratorio de Caracterización de nanomateriales  
Centro de Nanociencia y Nanotecnología  
Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE



Los equipos utilizados fueron los siguientes:

- liofilizador iLShinBiobase Freeze Dryer
- sputter coating Hummer 6.2 y Quorum Q105R

Las 60 muestras fueron entregadas a entera satisfacción del cliente en portas muestras estándares de microscopía electrónica de barrido.

Alexis Debut, Ph.D  
Jefe del Laboratorio de Caracterización de Nanomateriales  
Centro de Nanociencia y Nanotecnología (CENCINAT)

Head of the Nanomaterials Characterization Laboratory  
Center of Nanoscience and Nanotechnology (CENCINAT)  
Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE  
Sangolquí - Ecuador  
Tel.: +593 (0)23989400 ext:2113  
Mob.: +593 (0)984646911

El cliente  
Juan Francisco Silva Rojas  
C.I. 1714824180









