

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

**Efectividad del SmearClear, el EDTA Eufar, y el EDTA químicamente preparado, en
la remoción del barrido dentinario, a nivel de tercio apical, con y sin uso de
ultrasonido**

Pamela E. Ochoa Torres

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

Quito, Marzo de 2011

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Efectividad del SmearClear, el EDTA Eufar, y el EDTA químicamente preparado, en la remoción del barrido dentinario, a nivel de tercio apical, con y sin uso de ultrasonido

Autor: Pamela E. Ochoa Torres

Dr. Nicolás Castrillón S, Especialista en Endodoncia
Director de Tesis
Director del Postgrado de Endodoncia

Dra. Fernanda Mora, Especialista en Endodoncia
Miembro del Comité de Tesis

Dra. Daniela Mendoza, Especialista en Endodoncia
Miembro del Comité de Tesis

Dra. Ana Cristina Viteri, Especialista en Endodoncia
Miembro del Comité de Tesis

Fernando Sandoval. M.S.C
Decano de la Escuela de Odontología

Dr. Mauricio Tinajero, Especialista en Periodoncia
Director de Postgrados de Odontología

Víctor Viteri Breedy, Ph.D
Decano del Colegio de Postgrados

Quito, Marzo de 2011

DERECHOS DE AUTOR

© **Derechos de autor:** Según la actual Ley de Propiedad Intelectual, Art. 5:

“el derecho de autor nace y se protege por el solo hecho de la creación de la obra, independientemente de su mérito, destino o modo de expresión... El reconocimiento de los derechos de autor y de los derechos conexos no está sometido a registro, depósito, ni al cumplimiento de formalidad alguna.”
(Ecuador. Ley de Propiedad Intelectual, Art. 5)

© Derechos de autor

Autor: Pamela Estefanía Ochoa Torres

Quito, Marzo de 2011

DEDICATORIA

A Dios por vivir siempre en mi corazón. A mis padres, les dedico con todo el amor del mundo, gracias a ellos he llegado hasta este punto tan importante y culminante de mi vida, agradecerles inmensamente por su arduo trabajo y por creer siempre en mí.

RESUMEN

El tratamiento de endodoncia tiene por finalidad, la eliminación de microorganismos del sistema de conductos radiculares. Se ha evidenciado que las bacterias pueden sobrevivir en áreas que no son accesibles a los procedimientos habituales de instrumentación, por lo cual la irrigación juega un papel fundamental. La eficacia de la irrigación depende de su habilidad para remover detritus y barrido dentinario, el cual se forma durante la instrumentación y contiene remanentes de dentina, tejido pulpar, procesos odontoblásticos, y bacterias. Por lo tanto, al no remover el barrido dentinario, microorganismos remanentes pueden sobrevivir y no habrá una buena penetración de los irrigantes, medicamentos y agentes selladores al interior de los túbulos, comprometiendo el resultado del tratamiento. Existen quelantes que permiten la remoción del barrido dentinario, para de esta manera permeabilizar los conductos radiculares. Sin embargo, la remoción del barrido dentinario a nivel del tercio apical, es menos factible, y esto puede ser debido a su menor dimensión, lo cual disminuye la penetración de los irrigantes. Al comparar en nuestro estudio tres quelantes: EDTA Eufar, SmearClear y EDTA químicamente preparado, con y sin ultrasonido, observamos que su uso en combinación con ultrasonido, contribuyó favorablemente a la remoción del barrido dentinario, a nivel apical.

ABSTRACT

Root canal treatment has the purpose to eliminate microorganisms from root canals. It has been shown that bacteria can survive in areas that are inaccessible to the usual procedures of instrumentation; therefore irrigation plays a key role. The irrigation efficiency depends on its ability to remove debris and smear layer, which is formed during the instrumentation and contains remains of dentin, pulp tissue, odontoblastic processes, and bacteria. By failing to remove the smear layer, remaining microorganisms can survive and there won't be a good penetration of irrigants, medications and sealing agents inside the tubules, thus compromising the treatment outcome. Chelating agents are used as final irrigation, allowing the removal of smear layer, thus permeate the root canals. However, the removal of smear layer at the apical third is less likely, and this may be due to their smaller size, which reduces the penetration of the irrigants. When comparing in our study three chelators: EDTA Eufar, SmearClear and EDTA chemically prepared, with and without ultrasound, we noted that its use in combination with ultrasound, contributed positively to the removal of smear layer, at the apical third.

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción
2. Justificación
3. Revisión literaria
 - 3.1. Barrido dentinario
 - 3.1.1. Importancia del barrido dentinario
 - 3.1.2. Remoción del barrido dentinario
 - 3.1.3. Métodos para remover el barrido dentinario
 - 3.1.3.1. Remoción química
 - 3.1.3.2. Remoción mecánica
 - 3.1.3.3. Otros métodos utilizados para remoción de barrido dentinario
 - 3.2. Agentes quelantes usados en la remoción de barrido dentinario
 - 3.2.1. Desmineralización
 - 3.2.2. Cambios en la dureza de la dentina producido por el EDTA
 - 3.2.3. Cambios en la permeabilidad dentinaria tras uso de EDTA
 - 3.2.4. Tiempo de trabajo de los quelantes
 - 3.2.5. Biocompatibilidad de los agentes quelantes
 - 3.2.6. Efectos antibacteriales de los agentes quelantes
 - 3.2.7. Efectos de los quelantes sobre la obturación final
 - 3.2.8. Efecto blanqueador de los quelantes
 - 3.3. EDTA Eufar
 - 3.4. SmearClear (SybronEndo)
 - 3.5. Ultrasonido
4. Objetivos
 - 4.1. Objetivo general

- 4.2. Objetivos específicos
- 5. Hipótesis
- 6. Materiales y métodos
 - 6.1. Diseño del estudio
 - 6.2. Muestra
 - 6.2.1. Criterios de inclusión
 - 6.2.2. Criterios de exclusión
 - 6.3. Metodología
 - 6.3.1. Preparación de la muestra
 - 6.4. División de los grupos
 - 6.5. Evaluación bajo microscopio electrónico de barrido
 - 6.6. Análisis de los resultados
- 7. Resultados
- 8. Discusión
- 9. Conclusiones
- 10.Recomendaciones
- 11.Bibliografía

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Método de Schneider para establecer el grado de curvatura

Figura 2: Sección de la corona

Figura 3: Longitud de trabajo

Figura 4: Instrumentación Rotatoria

Figura 5: a) EDTA Eufar, b) SmearClear (SybronEndo), c) EDTA químicamente
preparado (botica Alemana), d) Ultrasonido NSK

Figura 6: a) Corte longitudinal del diente

b) Formación de la muesca

Figura 7: Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) Quanta 400 FEI

LISTA DE GRÁFICOS Y TABLAS

Gráfico 1: Proporción de acuerdo entre evaluador A, B y C e I.C. al 95%

Gráfico 2: Asociaciones entre evaluaciones y grupo

Gráfico 3: Distribución de evaluaciones por grupo

Gráfico 4: I.C al 95% para la evaluación promedio

Tabla 1: Grupos de estudio

Tabla 2: División de los grupos de estudio

Tabla 3: Parámetros de evaluación

Tabla 4: Evaluaciones registradas

Tabla 5: Valoración del índice de Kappa

Tabla 6: Concordancia entre A y B

Tabla 7: Distribución de evaluaciones de grupo

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de un tratamiento de endodoncia es la eliminación de microorganismos del sistema de conductos radiculares, cuyo rol principal es producir patología pulpar y periapical (Goel, 2009). El éxito de un tratamiento de endodoncia está relacionado con la presencia o no, de bacterias antes de la obturación de los conductos radiculares. Para cumplir con este objetivo, se debe realizar una adecuada instrumentación de los conductos radiculares, ayudándonos de una buena irrigación y en algunos casos, de medicamentos intraconducto, esto se conoce como preparación biomecánica del sistema de conductos (Lui, 2007). Sin embargo, se conoce que a pesar de todos los esfuerzos por eliminar completamente la presencia bacteriana en el interior de los conductos, se ha evidenciado que las bacterias pueden sobrevivir en áreas que no son accesibles a los procedimientos de limpieza e instrumentación de los conductos radiculares (Gregorio, 2009; Shabravan, 2007; Zand, 2010).

La instrumentación mecánica de los conductos crea una cavidad específica de acuerdo a cada conducto, con una conicidad que permitirá un fácil acceso de los instrumentos e irrigantes en el canal radicular. La irrigación permite remover componentes orgánicos e inorgánicos, así como también agentes bacterianos y restos de tejido (Gregorio, 2009). La eficacia de la irrigación depende de la habilidad del irrigante para remover detritos y barrido dentinario, lo cual se forma seguido de la instrumentación de canal radicular (Goel, 2009). Posteriormente se debe realizar un adecuado selle de los conductos radiculares, el mismo que debe ser hermético, para impedir una microfiltración. Tanto la instrumentación, como la obturación y el sellado definitivo coronal, nos ayudarán a obtener buenos resultados con el tratamiento, y por ende, tener un excelente pronóstico (Lui, 2007; Shabravan, 2007).

Después de la preparación biomecánica del sistema de conductos, se forma una capa amorfa e irregular conocida como barrido dentinario. El barrido dentinario contiene remanentes de dentina, tejido pulpar, procesos odontoblásticos, y bacterias. Al no remover

la capa de barrido dentinario, microorganismos remanentes pueden sobrevivir y reinfectar los conductos radiculares. Además se ha observado que la capa de barrido dentinario no permite una buena penetración de las soluciones desinfectantes al interior de los túbulos dentinarios, ni tampoco de los agentes selladores o medicamentos intraconducto, comprometiendo así el resultado de nuestro tratamiento. Por estos motivos, consideramos muy importante realizar el presente estudio y analizar la efectividad de tres tipos diferentes de agentes quelantes utilizados como irrigación final, que nos permiten la remoción de la capa de barrido dentinario durante el tratamiento de endodoncia, para de esta manera, permeabilizar los conductos radiculares, eliminar microorganismos remanentes en los túbulos, y lograr un sellado hermético, al permitir la entrada del cemento sellador al interior de los conductos permeables. Todo en conjunto, nos ayudará a obtener un mejor pronóstico en el tratamiento (Lui, 2007; Violich, 2010; Wiseman, 2011).

Por otro lado, se ha sugerido que la capa de barrido dentinario puede prevenir la penetración inicial de las bacterias a los túbulos dentinarios, y que la degradación del barrido dentinario después del tratamiento puede contribuir a la filtración y reinfección del canal radicular. Sin embargo, se ha demostrado que la remoción del barrido dentinario, reduce la filtración bacteriana después de la obturación del sistema de conductos (Lui, 2007).

El uso único o en combinación, de agentes químicos, ultrasonido, láser, entre otros, pueden contribuir favorablemente a la remoción del barrido dentinario. Un estudio elaborado por Lui en el 2007, recomienda el uso de la secuencia de un agente quelante como el ácido tetracético diametil etileno (EDTA), seguido de Hipoclorito de sodio, como irrigación final, para la remoción de componentes orgánicos e inorgánicos (Lui, 2007).

Se ha observado también que la remoción del barrido dentinario a nivel del tercio apical, es menos factible, en comparación con el tercio medio y coronal del conducto radicular. El motivo puede ser atribuido a la menor dimensión del conductos radicular a nivel apical, disminuyendo la penetración de las sustancias irrigadoras (Lui, 2007; Violich, 2010).

2. JUSTIFICACIÓN

El éxito de un tratamiento de Endodoncia consiste en la remoción de microorganismos antes de la obturación final, haciendo hincapié en conductos necróticos (Da Silva, 2008). La remoción de barrillo dentinario es importante para poder acceder con los irrigantes y material de obturación, al interior de los túbulos dentinarios, especialmente en el tercio apical, cuya completa limpieza es menos probable. Incluso con todos los procedimientos y métodos endodónticos que están a nuestra disposición, nos es imposible limpiar todo el sistema de conductos radiculares, especialmente cuando hablamos de complejidades anatómicas. Las irregularidades que presentan las paredes de los conductos son también de gran preocupación, ya sea las extensiones ovales, los istmos o los delta apicales. Estudios de Van Der en el 2007, Tai y Rodig en el 2010, observaron que al instrumentar canales ovales, solo el 40% del canal radicular a nivel apical, puede ser manipulado por los instrumentos rotatorios (Van Der, 2007; Tai, 2010; Rodig, 2010).

Por este motivo, la irrigación juega un papel fundamental en la limpieza de los canales radiculares, más allá de la limpieza mecánica que se haga con los instrumentos, ya sean manuales o rotatorios. El propósito de la irrigación es remover el tejido pulpar, los microorganismos y biofilm de los canales radiculares. Además la irrigación, idealmente, debería también poder remover el detritus y barrido dentinario, para permitir la entrada de los irrigantes y materiales de sellado a los túbulos permeables, permitiendo así una mejor limpieza de los mismos y un mejor pronóstico en el tratamiento (Chopra, 2010; Van Der , 2007; Rodig, 2010; Wiseman, 2011).

La eficacia de los irrigantes para descontaminar el sistema de conductos radiculares puede ser influenciado por algunos factores como es el ancho apical en las preparaciones, lo cual puede facilitar la llegada de los irrigantes, como también el uso de ultrasonido, el mismo que aumenta significativamente la habilidad de los irrigantes para permitir una buena limpieza (Zeltner, 2009).

El uso de EDTA y ultrasonido en combinación, pueden ser más eficaces en la eliminación de barrillo dentinario en el tercio apical, de acuerdo a resultados obtenidos en estudios anteriores (Da Silva, 2008). Sin embargo, el SmearClear (SybronEndo) sugiere brindar mejores resultados debido a su composición, en la cual se añadió surfactantes, que mejorarían sus propiedades. Pero existe una falta de estudios, que nos permitan comprobar dichas afirmaciones. Autores recomiendan hacer estudios posteriores *in vitro* y clínicos, para confirmar la eficacia y la seguridad del uso del SmearClear (SybronEndo), durante la terapia endodóntica (DaSilva, 2008).

3. REVISIÓN LITERARIA

3.1.BARRIDO DENTINARIO

McComb y Smith fueron los primeros en describir el barrido dentinario en canales radiculares instrumentados, por medio del microscopio electrónico (scanning electron microscopy SEM). Ellos sugirieron que el barrido dentinario no sólo está formado de dentina, sino también de remanentes de procesos odontoblásticos, tejido pulpar y bacterias. El barrido dentinario fue reportado por Erik et al en 1970, ellos demostraron que el barrido dentinario estaba formado por partículas que iban de 0.5 a 15 μm . Brannstrom y Johnson, en 1974, estimaron que el grosor del barrido dentinario era de 2-5 μm , extendiéndose unos cuantos micrómetros en los túbulos dentinarios. Sin embargo, el barrido dentinario en una cavidad o en los canales radiculares no puede ser comparable, ya que la preparación de la dentina puede ser distinta y además la cantidad de túbulos dentinarios tienen mucha variación. Goldman et al en 1981, estimó que el espesor del barrido dentinario es de 1-2 μm , coincidiendo con otros estudios, además concluyó que su composición es básicamente inorgánica (Khedmat, 2008; Violich, 2010; Moon 2010).

Lester y Boyde en 1977, describieron al barrido dentinario como una materia orgánica atrapada dentro de dentina inorgánica destruida. Cameron en 1983 y Mader en 1984 separaron al barrido dentinario en dos partes, el barrido dentinario superficial y el barrido dentinario empaquetado en los túbulos dentinarios, presentes en una profundidad aproximada de 40 μm . De acuerdo con Brannstrom, Johnson y Matter, el empaquetamiento del barrido dentinario en los túbulos dentinarios es un fenómeno dado como resultado a la acción de las fresas y los instrumentos. Los componentes del barrido dentinario pueden ser forzados hacia los túbulos dentinarios a varias distancias, para formar los smear plugs (Violich, 2010). Cengiz et al en 1990, propusieron que la penetración del material en los túbulos también pueden ser causadas por acción de los capilares como resultado de las fuerzas adhesivas entre los túbulos y el material. El espesor del barrido dentinario también puede depender del tipo y la forma de los instrumentos

utilizados para cortar dentina, y si la dentina se encontraba seca o húmeda al momento del corte (Violich, 2010; Gu, 2009).

Siempre que la dentina sea cortada, ya sea por medios manuales o rotatorios, los tejidos mineralizados son destrozados, produciendo una cantidad de detritus, la mayoría de éste detritus está formado por pequeñas partículas de matriz de colágeno mineralizado, el cual es esparcido por toda la superficie para formar el barrido dentinario. En las etapas iniciales de instrumentación el barrido dentinario en las paredes de los conductos, pueden tener un alto contenido orgánico debido a la presencia de tejido necrótico o pulpa vital. El aumento de las fuerzas centrífugas, como resultado del movimiento y de la proximidad de los instrumentos con las paredes dentinarias, forman una capa más gruesa de barrido dentinario, la misma que es más resistente a la remoción con agentes quelantes (Violich, 2010).

La cantidad producida de barrido dentinario, durante la preparación motorizada con Gates Glidden o fresas utilizadas para postes, es mayor en volumen, en comparación con la preparación manual, observando también contenido orgánico, inorgánico, fragmentos odontoblásticos, microorganismos y material necrótico. La formación de barrido dentinario es casi inevitable durante la instrumentación, por lo que estudios como el de Shahravan en el 2007, se han enfocado en técnicas para su efectiva remoción, ya sean éstas, químicas, ultrasónicas o hidrodinámicas. La única manera en la que no se produjera barrido dentinario sería con una técnica no-instrumentada hidrodinámica o una técnica sónica con puntas variables de diferente diámetro, interrumpiendo el barrido dentinario, y provocando una desinfección hidrodinámica (Violich, 2010; Shahravan, 2007).

Al observar el barrido dentinario bajo el microscopio, tiene una forma amorfa, irregular y de apariencia granular. Ésta apariencia se debería al bruñido que sufren las paredes dentinarias durante el tratamiento (Chopra, 2008; Violich, 2010).

3.1.1 IMPORTANCIA DEL BARRIDO DENTINARIO

La instrumentación mecánica deja como resultado canales radiculares cubiertos de barrido dentinario, el cual contiene materia orgánica e inorgánica. Existe mucha controversia acerca si se debe o no remover esta capa de barrido dentinario. Se ha demostrado que el barrido dentinario puede estar contaminado y puede proteger de las bacterias al encontrarse entre los túbulos dentinarios, pero a su vez impide el ingreso de desinfectantes y sellantes al interior del conducto, comprometiendo de esta manera al selle del canal radicular (Khedmat, 2008; Chopra, 2008; Moon, 2010; Wiseman, 2011).

El tratamiento de Endodoncia usualmente consiste en la remoción quimio-mecánica de bacterias y dentina infectada de los canales radiculares. El proceso es seguido por la obturación del sistema de conductos, siendo el sellado uno de los factores principales en determinar el pronóstico del tratamiento. Varios estudios han sido realizados con el propósito de entender el efecto que tiene el barrido dentinario en el sellado coronal y apical (Chopra, 2008, Violich, 2010).

Algunos autores sugieren mantener el barrido dentinario, ya que puede bloquear los túbulos dentinarios, y de ésta manera limitar la penetración de toxinas y bacterias, alterando la permeabilidad dentinaria. Por otro lado, otros autores como Goel y Shahravan, recomiendan su completa remoción porque puede contener bacterias y ofrecer una vía de fuga de las mismas hacia el sistema de conductos. Además podría limitar la desinfección de los túbulos dentinarios, impidiendo la entrada del hipoclorito de sodio, hidróxido de calcio, entre otras sustancias irrigadoras y medicamentos intraconducto, hacia los túbulos dentinarios. También puede haber un efecto no deseable si persiste el barrido dentinario y el detritus, ya que microorganismos remanentes en el barrido dentinario, después de la instrumentación de un canal radicular infectado, pueden sobrevivir y reinfectar el canal radicular (Goel, 2009; Shahravan, 2007).

3.1.2. REMOCIÓN DEL BARRIDO DENTINARIO

La remoción o no del barrido dentinario es un tema muy controversial. Algunas razones por la que diversos autores como McComb y Smith 1975, Goldberg y Abramovich 1977, Wayman 1979, Cunningham y Martin 1982, Yamada 1983, Outhwaite 1976, Pashley 1985, entre otros, recomiendan su remoción son (Violich, 2010):

- ✓ Tiene un volumen y espesor no predecible, ya que una gran porción del barrido dentinario consiste en agua (Cergneux et al, 1987)
- ✓ Contiene bacterias, sus productos y tejido necrótico. Las bacterias pueden sobrevivir y multiplicarse, para luego continuar invadiendo tejidos y proliferar en los túbulos dentinarios, sirviendo como reservorio microbiano irritante (McComb & Smith 1975, Goldberg & Abramovich 1977, Wayman et al. 1979, Cunningham & Martin 1982, Yamada et al. 1983)
- ✓ Puede actuar como sustrato para las bacterias, permitiendo una penetración más profunda en los túbulos dentinarios (George et al, 2005)
- ✓ Puede limitar una óptima penetración de las sustancias irrigadoras, bloqueando el efecto desinfectante de los mismos. Algunos autores tales como Orstavik y Haapasalo, observaron que el barrido dentinario retrasa, pero no elimina la acción del desinfectante
- ✓ Puede actuar como una barrera entre los materiales de relleno y las paredes del canal radicular, y por ende comprometer el sellado. Se ha observado que al remover el barrido dentinario, los materiales de obturación penetran de 40 a 60 μm , aumentando la interface entre el material de relleno y las estructuras dentinarias, impidiendo de mejor manera la microfiltración. Por esta razón los materiales de obturación deben ser colocados, una vez que se haya removido la capa de barrido dentinario. Se ha observado también microcanales alrededor de cavidades con barrido dentinario, el espesor de estos canales eran de 1-10 μm . El barrido dentinario presente, puede permitir el paso de sustancias alrededor o a través de sus partículas, en la interfase entre el material de relleno y la estructura dentinaria. En restauraciones clase I, la microfiltración disminuyó al remover el barrido dentinario, pero la permeabilidad dentinaria también aumentó (Saunders y

Saunders, 1992). Además, concluyeron que la filtración coronal fue menor en los canales radiculares libres de barrido dentinario

- ✓ Se encuentra adherido libremente en la estructura dentinaria y puede constituir una vía potencial de filtración y contaminación bacteriana, entre el canal radicular y las paredes dentinarias. Su remoción facilita el sellado radicular

Por otro lado, existen autores como Pashley 1981, Michelich 1980, Safavi 1990, creen que se debe mantener el barrido dentinario durante la preparación, ya que bloquea a los túbulos dentinarios, previniendo el intercambio entre bacterias y otros irritantes, alterando su permeabilidad. El barrido dentinario actúa como barrera para prevenir la migración bacteriana hacia los túbulos dentinarios. Pashley en 1985, sugirió que si los canales radiculares se encuentran inadecuadamente desinfectados, o si ocurre contaminación bacteriana después de la preparación de los canales radiculares, la presencia del barrido dentinario puede parar o prevenir la invasión bacteriana a los túbulos dentinarios. Las bacterias remanentes después de la instrumentación quedan selladas en los túbulos por el barrido dentinario y el subsecuente material sellador. Sin embargo, estas teorías necesitan más estudios e investigación (Violich, 2010; Shahravan, 2007).

Williams y Goldman en 1985, reportaron que el barrido dentinario no fue una barrera completa, y que únicamente retrasa la penetración bacteriana (Violich, 2010). Otros autores como Madison y Krell, Goldberg, Chailertvanitkul, en 1984, no encontraron diferencia en sus estudios, en cuanto a microfiltración, con y sin barrido dentinario. Se recomienda también en estas investigaciones, evaluar la durabilidad del selle apical, a largo tiempo, cuando el barrido dentinario no es removido, ya que al ser el barrido dentinario, una capa no homogénea, con el tiempo podría desintegrarse, disolviéndose alrededor, y permitiendo filtración entre las paredes dentinarias y el material sellador. Meryon y Brook, en 1990, por ejemplo, observaron que tres tipos diferentes de bacterias, pudieron penetrar a través del barrido dentinario, al digerir la capa de barrido, y utilizándolo como un medio rico en nutrientes (Violich, 2010).

3.1.3. MÉTODOS PARA REMOVER EL BARRIDO DENTINARIO

Para una remoción efectiva del barrido dentinario, tanto de sus componentes orgánicos como inorgánicos, se ha usado principalmente, la combinación de hipoclorito de sodio al 5.25% y de agentes quelantes, como el EDTA. La literatura señala que la remoción del barrido dentinario es más efectiva en el tercio medio y coronal, en relación al tercio apical, independientemente del irrigante utilizado, de su volumen y del tiempo (Khedmat, 2008). El mayor diámetro del canal en el tercio coronal y medio, expone a la dentina a mayores volúmenes de irrigantes, permitiendo un mayor fluido de la solución, y por ende, mayor eficacia en la remoción del barrido dentinario (Khedmat, 2008).

Varios factores pueden influenciar en la eficacia de los irrigantes para lograr remover el barrido dentinario, como son por ejemplo el instrumento final apical, el tamaño de la aguja utilizada para irrigar, el tiempo utilizado para irrigar y el volumen del irrigante (Mello, 2010). Existen algunos métodos utilizados en el tiempo, con el propósito de remover el barrido dentinario, a continuación vamos a describir los más importantes y los que han causado relevancia a través del tiempo:

3.1.3.1 REMOCIÓN QUÍMICA

La cantidad de barrido dentinario que se logre remover con un material, depende del pH, del tiempo de exposición, del contacto que tenga el irrigante con las paredes del conducto radicular y la corriente generada por el fluido, lo cual mejorará la limpieza del conducto. Algunas sustancias químicas han sido investigadas para remover el barrido dentinario, al actuar como irrigantes. Kaufman y Greenberg en 1986, describieron la diferencia entre solución de trabajo y solución irrigadora, siendo la primera, una sustancia

utilizada para limpiar el canal, y la segunda, una solución que remueve detritus y barrido dentinario, creado durante el proceso de instrumentación. Por ejemplo, la clorhexidina es una solución de trabajo, ya que no remueve el barrido dentinario, a pesar de su sustantividad (Violich, 2010, Zhang, 2010; Rodig, 2010).

El hipoclorito de sodio es un irrigante muy utilizado durante el tratamiento de endodoncia, por su habilidad para disolver tejido orgánico y por su actividad antimicrobiana, estas propiedades aumentan al elevar la temperatura. Sin embargo, al igual que la clorhexidina, no tienen mayor efecto, en la remoción del barrido dentinario, por lo que su acción durante la instrumentación y posterior a la misma, sería de desinfectar y limpiar las paredes del canal radicular con la presencia de barrido dentinario (Violich, 2010; Zand, 2010; Dewsnup, 2010).

El propósito de la irrigación durante un tratamiento de conductos, es eliminar los componentes orgánicos como, restos de tejido pulpar y microorganismos mayormente; y componentes inorgánicos, refiriéndonos principalmente al barrido dentinario. Al no existir en el mercado un irrigante que cumpla con ambas funciones al mismo tiempo, se utiliza un protocolo de irrigación con el uso secuencial de solventes orgánicos e inorgánicos. Un ejemplo, es el uso alternado del hipoclorito de sodio y el EDTA. Después de varios estudios, se concluyó que la combinación más efectiva es el uso de EDTA al 17%, seguido de hipoclorito de sodio al 5.25% (Goldman, 1982; Yamada, 1983; Retamozo, 2010).

El barrido dentinario tiene pequeñas partículas contenidas en una larga superficie, solubles en ácido. La sustancia quelante más conocida es el EDTA, la misma que reacciona con los iones de calcio en la dentina, formando quelante de calcio soluble. Estudios han reportado que el EDTA puede descalcificar la dentina en una profundidad de 20-30 μm en un periodo de 5 minutos (Violich, 2010).

El EDTA actúa disolviendo los componentes inorgánicos del barrido dentinario, por este motivo se recomienda el uso combinado con el NaOCl (0.5-5.25%), ya que éste último ayudará a remover los remanentes orgánicos. Tanto la acción de limpieza como su efecto antibacterial de estos irrigantes, son mayores en combinación que al ser usados independientemente. El efecto antibacterial contra *Candida Albicans* y *Enterococo faecalis*, fue la misma al usar EDTA al 8.5% o al usar EDTA al 17% más hipoclorito de sodio. Por este motivo se recomienda usar ambas soluciones por separado (Hulsmann, 2003).

Zhank en el 2003, determinó que el uso combinado de hipoclorito de sodio y EDTA, alteran las propiedades mecánicas, el colágeno, dureza, fuerza flexural y el módulo de elasticidad de la dentina, pero no existen muchos estudios que soporten dichas teorías. Además, determinó que los efectos secundarios o deterioros causados en la dentina se los atribuye al hipoclorito de sodio y son dependientes de la concentración y del tiempo; pero tales efectos adversos no están relacionados con la desmineralización causada por el EDTA, al ser usado como irrigante final. Sin embargo, se recomienda usar ambas sustancias por separado (Zand, 2010). Se ha observado que el EDTA mantiene su habilidad de quelar calcio en presencia del hipoclorito de sodio, en áreas donde la habilidad de disolver tejido del hipoclorito de sodio, se encontraban reducida (Hulsmann, 2003).

Otro tipo de sustancia química usada en la remoción del barrido dentinario es el ácido cítrico, considerado como un irrigante cuya efectividad es mayor al hipoclorito de sodio sólo, en la remoción del barrido dentinario. El ácido cítrico remueve el barrido dentinario mejor que el ácido poliacrílico, ácido láctico y ácido fosfórico, pero no en comparación con el EDTA. Las concentraciones estudiadas han sido del 10, 25 y 50%, demostrando efectividad en todas las concentraciones. Sin embargo, al utilizar ácido cítrico al 10%, seguido por hipoclorito de sodio al 5.25% e irrigando nuevamente con ácido cítrico al 10%, se obtuvieron los mejores resultados. Una de las desventajas del ácido cítrico, es que deja cristales precipitados, lo que puede interferir con el sellado del canal radicular (Violich, 2010; Scelza, 2010).

Wayman et al, en 1979, demostraron que el uso del ácido cítrico al 10% y de hipoclorito de sodio al 2.5% es muy efectivo en la remoción del barrido dentinario, incluso han habido autores como Di Lenarda que observaron casi, o ninguna diferencia en relación con el EDTA. Khedmat, en el 2008, obtuvo similares resultados al utilizar 1ml de ácido cítrico al 10% por 1 minuto. Se cree que la eficacia del ácido cítrico se encuentra en relación con el volumen utilizado durante 1 minuto. Por otro lado, Sterrett en 1993, demostró que el efecto del ácido cítrico al 10%, en la desmineralización de la dentina fue dependiente del tiempo, incluso la aplicación por más de 1 minuto y en volúmenes mayores a 1 ml, fue más efectivo que el EDTA al 17%, en cuanto a la descalcificación (Khedmat, 2008).

El ácido láctico usado al 50%, permite una buena limpieza de las paredes del canal radicular, pero con túbulos dentinarios patentes o permeables. Bitter en el año 1989, introdujo el ácido tánico al 25%, como solución irrigadora. Aparentemente las paredes de los canales radiculares tenían una apariencia más suave y limpia, y había remoción del barrido dentinario, en combinación con el peróxido de hidrógeno y el hipoclorito de sodio. Otros autores como Sabbak y Hassanin, no concordaban con estos hallazgos, y concluyeron que el ácido tánico aumenta el colágeno expuesto con el barrido dentinario, aumentando la cohesión inorgánica en los túbulos dentinarios (Violich, 2010).

El ácido maleico es un ácido orgánico suave usado como ácido acondicionador en la adhesión dental. Se ha encontrado que posee la cualidad de remover el barrido dentinario al ser utilizado en procedimientos restaurativos dentro de la odontología. Prabhu et al, observó que en concentraciones mayores al 7%, el ácido maleico causa daño en la dentina intertubular. En otro estudio, se observó, que no existe diferencia entre el ácido maleico y el EDTA en la remoción del barrido dentinario, en tercios medio y coronal. En cuanto al tercio apical, el ácido maleico, demostró tener mejores resultados, por lo que se concluyó que el ácido maleico al 7% como irrigación final es más eficiente que el EDTA al 17% en la remoción del barrido dentinario, en el tercio apical del canal radicular (Ballal, 2009).

También se ha usado el ácido poliacrílico al 20%, en la remoción del barrido dentinario, pero no ha demostrado tener superioridad, en comparación con el REDTA (Roth International, Chicag, IL., USA), debido a su viscosidad. El ácido poliacrílico al 40%, conocido comercialmente como Durelon y el líquido del Fuji II, es muy efectivo en la remoción del barrido dentinario, y se recomienda no exceder su uso a los 30 segundos, por su alta potencia. McComb utilizó también, el ácido poliacrílico al 5 y 10%, y observó que éste ácido es capaz de remover el barrido dentinario, pero únicamente en lugares accesibles (Violich, 2010).

3.1.3.2 REMOCIÓN MECÁNICA

Un ejemplo de remoción mecánica, es el uso de un algodón envuelto en una lima endodóntica o escariador, introducido en el canal radicular, para remover el barrido dentinario. Similar a éste método existe también el Endobrush (C&S, Ontario, Canadá). Recientemente se introdujo en el mercado, una aguja de irrigación de calibre 30 fue cubierta por un cepillo (NaviTip FX, Ultradent, South Jordan, UT). Autores demostraron que ayuda a una mejor remoción de detritus, pero a nivel coronal y no a nivel medio o apical, pero no hay estudios en cuanto a la remoción de barrido dentinario (Goel, 2009).

Otra opción para la remoción mecánica es una lima rotatoria plástica, utilizada como lima final, llamada F-file (PlasticEndo, Buffalo Grove, IL). Esta lima es pre-esterilizada, de un solo uso, tiene un único diseño con diamante abrasivo embebido en un polímero no tóxico. El propósito de esta lima es remover el detritus de las paredes dentinarias y de agitar el hipoclorito de sodio, sin ensanchar más el conducto. La punta de la lima equivale a una lima K (Dentsply, Tulsa) número 20 y tiene una conicidad de 0.4. Ésta lima fue diseñada para ser igual de efectiva, en la remoción del barrido dentinario, que la instrumentación sónica o ultrasónica (Chopra, 2008).

Se ha sugerido que técnicas de agitación usadas con las sustancias irrigadoras, tales como ultrasonido, EndoActivator (Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, USA), CanalBrush (Coltene/Whaledent, Langenau, Alemania), entre otros, pueden mejorar la remoción del detritus y del barrido dentinario. El uso de ultrasonido fue introducido en el año 1500 y en el área de endodoncia, se utilizó inicialmente para activar al hipoclorito de sodio, durante la irrigación de los canales radiculares. Como resultado se observó superficies libres de barrido dentinario, al utilizar hipoclorito de sodio al 2-4%, por lo que al usar ultrasonido, se podían utilizar concentraciones menores de las sustancias irrigadores. Incluso en la región apical se observó menor cantidad de detritus y barrido dentinario, dependiendo de la acústica, la cual es mayor en cuanto a intensidad y magnitud, en la región apical de la lima (Rodig, 2010; Violich, 2010; Chopra, 2008).

El uso de ultrasonido únicamente durante la irrigación final, después de haber completado la instrumentación del conducto radicular, se lo conoció como irrigación pasiva. En otro estudio, Walker y del Rio en el año 1989, observaron que el uso de ultrasonido e hipoclorito de sodio no removió el barrido dentinario, a pesar del efecto energizante que tiene el ultrasonido sobre el hipoclorito. Guerisoli en el año 2002, evaluó la necesidad de usar EDTAC (Nygaard Ostby, 1963) al 15%, es decir de un agente quelante con ultrasonido para lograr la remoción del barrido dentinario (Violich, 2010).

Por otro lado, existen otros estudios que han demostrado lo contrario, uno de esos estudios es el de Chopra en el año 2008, quien encontró que hubo poca diferencia entre las limas F-file (PlasticEndo, Buffalo Grove, IL) y el uso de limas K (Dentsply, Tulsa) número 20, activadas por ultrasonido, en la remoción del barrido dentinario, con o sin EDTA. El efecto del ultrasonido parece ser limitado al volumen de irrigante utilizado y la remoción del barrido dentinario es influenciado principalmente por el uso de EDTA.

Recientemente, se introdujo el Sistema EndoActivator ((Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, USA), para facilitar la irrigación de los canales radiculares. Se trata de un sistema de riego impulsado sónicamente. El sistema incluye una pieza de mano portátil y tres tipos de

puntas desechables a base de polímeros flexibles, de diferentes tamaños, estas puntas no ejercen ningún efecto cortante sobre la dentina radicular. Su diseño permite una activación segura de diversos reactivos o sustancias irrigadores, en el interior del conducto y puede producir una agitación vigorosa del irrigante. El Sistema EndoActivator (Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, USA), ha demostrado ofrecer una mejor irrigación de los canales laterales a 4,5 y 2 mm de la longitud de trabajo, en comparación con la irrigación tradicional utilizada con el uso de la aguja únicamente. Estudios demostraron la remoción del barrido dentinario al utilizar el sistema EndoActivator (Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, USA), al ser utilizado con agentes desmineralizantes como el EDTA. Además se logró desalojar o retirar biofilm de canales curvos en molares (Torres, 2010; Wiseman, 2011).

En un estudio realizado por Rodig et al, en el año 2010, observaron que al utilizar ultrasonido, EndoActivator (Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, USA), y el CanalBrush (Coltene/Whaledent, Langenau, Alemania), al momento de irrigar con NaOCl y EDTA, en raíces mesiobucales curvas de molares mandibulares, no hubo diferencia estadística en cuanto a la remoción de detritus o barrido dentinario, entre los grupos, ni tampoco con el grupo control, en el cual no se utilizó ningún método de agitación, sino la irrigación convencional con NaOCl y EDTA. Únicamente a nivel del tercio coronal, la agitación de los irrigantes mejoró la remoción del barrido dentinario en comparación al grupo control. El Endoactivator (Dentsply Tulsa, Tulsa, OK, USA) fue más efectivo que la agitación con ultrasonido o con el CanalBrush (Coltene/Whaledent, Langenau, Alemania).

3.1.3.3 OTROS MÉTODOS UTILIZADOS PARA LA REMOCIÓN DEL BARRIDO DENTINARIO

El láser es otro método utilizado para vaporizar los tejidos dentro del canal, remover el barrido dentinario y para eliminar tejido residual, especialmente a nivel del tercio apical. Para obtener buenos resultados con láser, se debe tener en cuenta algunos

factores como la duración de la exposición, la absorción de la luz por parte de los tejidos, la geometría del canal radicular y la distancia desde la punta del láser hacia el lugar donde debe hacer efecto. La distancia al objeto puede variar considerablemente dependiendo del tipo de láser utilizado, de la potencia disponible y de la profundidad de penetración deseada. El láser en endodoncia, utilizado como complemento para la eliminación de tejidos blandos dentro de los conductos y para su esterilización, se realiza utilizando puntas muy delgadas y flexibles que pueden ser introducidas a una profundidad que equivale a $2/3$ de la longitud total del canal radicular, realizando movimientos ascendentes y descendentes (Violich, 2010; Bóveda, 1999).

La principal desventaja es la dificultad del láser para acceder a espacios pequeños del canal radicular. Dederich en 1984, estudió el efecto del láser y observó: resultados sin cambios, barrido dentinario interrumpido, y derretimiento y recristalización de la dentina. Otros estudios concordaron con éstos resultados, y observaron una interrupción de la dentina, e incluso destrucción de la dentina peritubular (Violich, 2010).

3.2.AGENTES QUELANTES USADOS EN LA REMOCIÓN DE BARRIDO DENTINARIO

Los agentes quelantes fueron introducidos en Endodoncia, como una ayuda para la preparación de canales estrechos y calcificados, por Nygaard-Ostby, en el año 1957. El EDTA, una solución líquida de un ácido etilendiaminatetraacética, fue incorporado químicamente para suavizar la dentina de los canales radiculares y para disolver el barrido dentinario, así como también aumentar la permeabilidad de la dentina. La mayoría de los fabricantes de instrumentos a base de Níquel Titanio, recomiendan el uso de un lubricante durante la preparación de conductos. Además el uso de un agente como irrigación final, pudiendo ser EDTA de 15-17%, con el objetivo de disolver el barrido dentinario. El

término quelante viene del griego "chele" que significa garra de cangrejo, y contiene complejos estables de iones metálicos con sustancias orgánicas con uniones en forma de anillos. Este tipo de unión le confiere un grado de estabilidad como resultado de la unión entre el quelante, que tiene más de un par de libres electrones, y el ión metal central, confiriéndoles la habilidad por unirse e inactivar los iones metálicos (Hulsmann, 2003; Khedmat, 2008).

En el año 1951 fue publicada la efectividad del EDTA para desmineralizar tejidos duros del diente. En 1957, se recomendó su uso al 15% con un pH de 7.3, con la siguiente composición (Hulsmann, 2003):

- ✓ 17 gr de sal disodio de EDTA
- ✓ 100.00 ml de agua destilada
- ✓ 9.5 ml de 5M hidróxido de sodio

Poco tiempo después se añadió a la composición del EDTA, 0.84 g de un compuesto amonio cuaternario (Cetavlon), para disminuir la tensión superficial, aumentar la limpieza y el potencial bactericida, y se conoció a ésta nueva solución con el nombre de EDTAC (Nygaard Ostby 1963), (Hulsmann, 2003).

Existen diferentes formulaciones de EDTA usados como irrigantes, cuyo principio se basa en peróxido de urea añadido para que el detritus flote hacia fuera de los canales radiculares como el EDTA RC-Prep (Premier Dental Products, Premier Dental, Philadelphia, PA, USA), que contiene 10% de peróxido de urea, 15% EDTA y glicol en una base acuosa. En la reacción del RC-Prep con el NaOCl, se libera oxígeno para que de esta manera los remanentes pulpares y los coagulantes sanguíneos puedan ser fácilmente removidos, y el fabricante recalca, que de esta manera se podría incluso blanquear dientes descoloridos. El glicol sirve como lubricante de los instrumentos e inhibe la oxidación del EDTA por efecto del peróxido de hidrógeno. Sin embargo, el EDTA RC-Prep (Premier Dental Products, Premier Dental, Philadelphia, PA, USA) tiene entre sus componentes cera, que deja residuos en el canal radicular, a pesar de instrumentar posterior a su uso y de irrigar, lo que

comprometía el posterior sellado hermético radicular. Algunos estudios han demostrado que los quelantes que vienen en una presentación de pasta, tienen un efecto de lubricante, mas no remueve el barrido dentinario, en comparación a la presentación líquida del EDTA (Hulsmann, 2003; Violich, 2010).

También se ha estudiado el efecto del EDTA al aumentar en su composición dos surfactantes adicionales, y no se vio una diferencia estadística en la remoción del barrido dentinario. Otro componente que se añadió al EDTA fue un amonio cuaternario (cetrimida), con el propósito de reducir la tensión superficial y de ésta manera aumentar la penetrabilidad de la solución. Estudios realizados en vivo, por McComb y Smith, en 1975, demostraron que ésta combinación conocida como REDTA, no dejó remanentes de barrido dentinario en los conductos, excepto en el tercio apical. Después de la instrumentación se observó que los canales radiculares tenían una estructura uniforme, con túbulos permeables y con la presencia de poco detritus. Goldberg y Abramovich, en 1985, observaron que al usar EDTAC, es decir EDTA más cetavlon, la dentina circumpulpar tenía una estructura suave y que los túbulos dentinarios tenían una apariencia circular regular. El tiempo mínimo que debe permanecer el EDTAC dentro del conducto es de 15 minutos, después de este periodo, ya no existe acción quelante. El mismo estudio demostró que el REDTA es más eficiente en la remoción del barrido dentinario (Violich, 2010; Khedmat, 2008).

Otro agente quelante es el BDA (acetato bis-decualinium), un derivado oxino que tiene la capacidad de remover barrido dentinario, incluso a nivel del tercio apical. Salvizol es su nombre comercial, y contiene 0.5% de BDA y tiene efectos quelantes y de debridación orgánica. Se ha observado una buena tolerancia por parte de los tejidos periodontales, tiene poca tensión superficial, lo que facilita su penetración, se considera menos tóxico que el hipoclorito de sodio y se ha reportado mejores propiedades en cuanto a la limpieza de los conductos, en comparación con el EDTAC. Al comprar el Salvizol con el hipoclorito de sodio al 5.25%, ambas sustancias removieron los componentes orgánicos, pero sólo el Salvizol logró abrir los túbulos dentinarios (Violich, 2010).

Otro ejemplo de quelante es el EGTA (etileno bis-glicol N'ácido tetraacético). En un estudio se comparó el EGTA con el EDTA. Se observó que el EDTA removió completamente el barrido dentinario, pero causó erosión de la dentina peritubular e intertubular. El EGTA, no fue efectivo a nivel del tercio apical, pero se ha observado que tiene una unión más específica al calcio (Violich, 2010).

Las tetraciclinas son antibióticos efectivos con gran espectro antimicrobiano. Tienen un pH bajo en una solución concentrada, y por este motivo pueden actuar como agente quelante y causan desmineralización de la superficie radicular y del esmalte. La desmineralización de la dentina es comparable con la del ácido cítrico. Estudios han demostrado que la doxiciclina es efectiva en la remoción de barrido dentinario, y además actúa como reservorio antibacterial, ya que la doxiciclina se adhiere a la dentina y puede ser liberada posteriormente (Violich, 2010).

El MTAD fue creado por Torabinejad en el año 2003, como nueva sustancia irrigadora que contenía un isómero de tetraciclina (doxiciclina), un ácido (ácido cítrico) y un detergente (Tween 80), con el propósito de tener ambas propiedades, remover el barrido dentinario y desinfectar el sistema de conductos. Se observó que el MTAD es una solución efectiva en la remoción del barrido dentinario y no hubo cambios significativos en la estructura de los túbulos dentinarios, cuando se irrigó con hipoclorito de sodio seguido de MTAD, como irrigante final. El MTAD desmineraliza la dentina más rápido que el EDTA al 17%, pero la penetración de las bacterias en los túbulos dentinarios sellados, fue similar en ambas soluciones. Dentro de las desventajas del MTAD está que pigmenta los dientes debido a la tetraciclina que tiene en su composición y además al combinarse con el hipoclorito de sodio, se dice que forma un tercer componente tóxico. Zhang en el año 2003, observó que el MTAD fue menos citotóxico que el eugenol, H₂O₂ AL 3%, NaOCl al 5.25% y EDTA (Violich, 2010). Otra investigación sobre el MTAD, obtuvo en sus resultados lo siguiente, a pesar que el MTAD removió la mayor parte de barrido dentinario, hubo remanentes orgánicos de barrido dentinario en la superficie de las paredes del canal radicular. La efectividad del MTAD, en cuanto a la remoción del barrido dentinario, tuvo mejores

resultados cuando se utilizó hipoclorito de sodio en bajas concentraciones como irrigante intraconducto, antes del uso de MTAD como irrigante final (Torabinejad, 2003).

También existen presentaciones de diferentes quelantes en pasta. Calcinase Slide (Dettenhausen, Germany), contiene 15% de EDTA y 58-64% de agua, sin peróxidos, colorantes o preservativos. Tienen un pH alcalino de 8-9, el cual permanece estable en condiciones clínicas. De acuerdo con el fabricante, no se dan precipitaciones con otros irrigantes, y puede ser mezclado con agua para ser eliminado de los conductos. Tiene una consistencia cremosa al ser agitado, por lo que se adhiere fácilmente al instrumento, y se dispersa bien en el interior del conducto. No tiene efectos farmacéuticos (Hulsmann, 2003).

Glyde file (DeTrey Dentsply, Germany) está compuesto por EDTA al 15% y peróxido de urea al 10% en una solución acuosa, y su viscosidad depende de las condiciones en la que ha sido almacenado. El oxígeno liberado del peróxido de urea causa efervescencia, lo cual facilita la remoción de partículas de dentina y restos pulpares. Además de un efecto de blanqueamiento interno (Hulsmann, 2003).

FileCare EDTA (Ultradent Products, South Jordan, UT, USA) compuesto de EDTA al 15% y peróxido de urea al 10%, File-EZE (Ultradent Products, South Jordan, UT, USA) contiene EDTA al 19% diluido en una solución acuosa, constituyen otro tipo de agentes quelantes en pasta (Hulsmann, 2003).

3.2.1. DESMINERALIZACIÓN

Nygaard Ostby, en el 1957, describió al proceso de desmineralización, usando una constante de solubilidad, la sal de sodio. Se establece un equilibrio entre la solución de sal

saturada y el precipitado consolidado, ya que los iones del precipitado van constantemente a la solución, y al mismo tiempo, iones de la solución son precipitados en sólidos. La concentración de sal se mantiene constante, y por ende también la concentración de iones. Cuando se añade EDTA a este equilibrio, los iones de calcio son removidos de la solución, lo cual conlleva a la disolución de iones de la dentina, para que de esta manera la solubilidad del producto se mantenga constante. Los agentes quelantes pueden producir desmineralización de la dentina, una concentración normal de EDTA, puede remover 10.5 g de 100 g de calcio. La extensión de la zona de desmineralización depende del tiempo de trabajo (Hulsmann, 2003; Lui, 2007).

Fraser en 1974, puso en duda el efecto de los quelantes, ya que calculó que bajo condiciones clínicas, 0.02 ml de EDTA pueden descalcificar 0.35 mm² de dentina. Las soluciones de EDTA parecen tener su acción limitada, ya que cada molécula grande de quelante se puede unir únicamente a una molécula de ion calcio, una vez que todas las moléculas están unidas, la reacción se frena. Wandelt en 1965, sugirió que el efecto deseable sólo se puede alcanzar cuando existe una suficiente cantidad de sustancia activa con respecto al área de superficie, y suficiente tiempo para permitir la formación del complejo (Hulsmann, 2003).

Los quelantes como el EDTA forman un complejo estable con el calcio. Cuando todos los iones libres han formado uniones, se da un equilibrio, y no se da más disolución, por lo que sus propiedades son auto-limitantes, ya que su pH cambia durante la desmineralización de la dentina. Bajo condiciones neutras, la mayoría de quelantes tienen un pH cerca de un valor neutro, el intercambio de calcio desde la dentina por hidrógeno, da lugar a un aumento de pH y debido a la liberación de ácido, la eficiencia del EDTA disminuye con el tiempo. La reacción del ácido con hidroxiapatita de la dentina, afecta su solubilidad. Mientras esta reacción continua, disminuye la desmineralización (Hulsmann, 2003; Lui, 2007).

Se pensaba que la desmineralización de la dentina no dependía del pH, ya que soluciones de EDTA neutras o alcalinas daban por igual, resultados efectivos. Se observó que un pH de 5.0-6.0 eran óptimos para la desmineralización de la dentina, pero al medir la desmineralización de acuerdo a la cantidad de fósforo liberado, se vio una mayor liberación con soluciones de un pH de 7.5 comparado con soluciones de un pH de 9.0. En el tercio coronal y medio de un canal radicular, el EDTA con un pH neutro, disolvió más calcio y fosforo que el RC-Prep, ya que el RC-Prep principalmente descalcifica y remueve barrido dentinario parcialmente adherido, pero no modifica a la superficie de la dentina (Hulsmann, 2003).

Otras investigaciones concluyeron que el pH no juega un rol importante en la desmineralización, sino más bien el tiempo de exposición y la concentración de la solución. Se ha observado erosión de la dentina peritubular e intertubular, después de 10 minutos de irrigación con EDTA al 17%, por el contrario, el uso de 1 minuto es efectivo en la remoción del barrido dentinario. Estudios recientes demostraron que pH's neutros de EDTA, reducen el componente mineral y la proteína no colágena de la dentina, dando lugar a un reblandecimiento de la superficie, pero sin provocar erosión de la dentina. Como el contenido de matriz orgánica no colágena disminuye a nivel apical, puede ser una posible explicación al menor grado de desmineralización, que por lo general se da a éste nivel. El uso de EDTA seguido de hipoclorito de Sodio, cambia significativamente el contenido de calcio y fosfato de la dentina (Hulsmann, 2003; Violich, 2010).

3.2.2. CAMBIOS EN LA DUREZA DE LA DENTINA PRODUCIDA POR EDTA

La dureza de la dentina va entre 40-74 Vickers (kg mm⁻²). La dureza de la dentina aumenta desde el lumen del canal radicular hacia la unión cemento dentina. El tercio apical tiene valores menores en relación al tercio medio y coronal. La dureza de la pared del canal

radicular se mantienen casi constante, siendo esta de 94.68 Kg mm⁻². Los agentes quelantes afectan la dureza de la dentina por más o menos 20 HV (Vickers hardness), estos cambios se han observado principalmente en dentina adyacente al lumen del canal radicular. El efecto del quelante es aparente después de 5 minutos y no aumenta al extender el tiempo a 24 horas de trabajo, y tampoco va de acuerdo al tipo de quelante utilizado. Además se ha visto que el reblandecimiento de la dentina depende de la preparación del conducto, hubo poco o casi ningún efecto en áreas estrechas de la región apical, esto se puede dar por la dificultad de proveer suficiente quelante a esta zona y también a la diferencia estructural del tercio apical en relación con el tercio medio y coronal de la dentina (Hulsmann, 2003).

3.2.3. CAMBIOS EN LA PERMEABILIDAD DENTINARIA TRAS USO DE EDTA

El diámetro de los túbulos dentinarios disminuye de 1-2 μm en la unión de la pulpa y la dentina a 0.4 μm en la unión cemento dentina. El número de túbulos dentinarios por milímetro cuadrado también es mayor mientras más cerca estamos de pulpa (58000 mm^{-2}), en comparación a la zona lejana a la pulpa (10000 mm^{-2}). La densidad de la dentina disminuye hacia el ápice, y por ende su permeabilidad también. Además la mineralización de la dentina no es uniforme, así la dentina a nivel apical es más mineralizada y más esclerosada. La mineralización de la dentina intratubular puede dar lugar al estrechamiento del lumen del canal radicular (Hulsmann, 2003).

La permeabilidad dentinaria es directamente dependiente al área del lumen del túbulo e inversamente proporcional al espesor del canal radicular. Después de la preparación mecánica de un conducto, el grosor de la pared se va a ver reducido, mientras que el área del lumen aumenta. El barrido dentinario disminuye la permeabilidad dentinaria. La permeabilidad dentinaria aumenta después del uso de EDTA, es decir posterior a la

remoción del barrido dentinario, dando lugar a la obturación de un mayor número de canales laterales y una mayor acción por parte de los medicamentos endodónticos (Hulsmann, 2003).

3.2.4. TIEMPO DE TRABAJO DE LOS QUELANTES

El tiempo de trabajo ideal no es conocido, pero se obtiene un efecto quelante después de su aplicación, por unos minutos. Algunos autores discrepan en cuanto al tiempo, se dice que en quince minutos se obtienen un efecto óptimo, hasta incluso en veinte y cuatro horas después, observándose entre este tiempo, ninguna diferencia en cuanto a la profundidad de penetración. Como hemos dicho anteriormente, la remoción del barrido dentinario depende del pH y del tiempo de trabajo en el que el quelante ha sido expuesto (Hulsmann, 2003).

Algunos trabajos han demostrado excelentes resultados después de 1-5 minutos ya sea con EDTA en presentaciones líquidas o en pasta. En un estudio más reciente se determinó que 1 minuto de exposición con 10 ml de EDTA era suficiente para la remoción del barrido dentinario, mientras que exposiciones por 10 minutos causaban excesiva erosión peritubular e intertubular. La erosión se atribuye al uso combinado de EDTA con NaOCl. No se conoce con certeza el tiempo y la cantidad necesaria para trabajar bajo condiciones clínicas (Hulsmann M, 2003).

3.2.5. BIOCOMPATIBILIDAD DE LOS AGENTES QUELATES

Es un tema de controversia el grado de inflamación que podría causar un agente quelante al pasar por el foramen apical. Un estudio de Nygaard Ostby en 1957, en pulpas vitales y necróticas, observó ningún daño a nivel periapical a los 14 meses de haber extruido intencionalmente EDTA al 15%. Histológicamente hubo una regeneración alveolar normal y nuevas fibras del ligamento periodontal funcionales. Al inyectar en ratas intramuscularmente EDTA Y EDTAC, se observó mayor irritación con EDTAC (Hulsmann, 2003).

Por otro lado, Segura en 1996, concluye que la extrusión de EDTA incluso en concentraciones bajas, produce descalcificación del hueso periapical, y además produce consecuencias neuroinmunológicas. Se ha visto que el EDTA inhibe la unión entre el VIP (péptido intestinal vasoactivo) y los macrófagos. El EDTA previene la adhesión de los macrófagos al sustrato, dependiendo del tiempo y de la concentración. Se ha observado, que a nivel periapical reduce ésta unión en un 50%, afectando los procesos de reparación. Los cambios en la actividad de los macrófagos pueden iniciar más fácilmente una reacción inflamatoria, pero por otro lado, reduce la capacidad de fagocitosis. También se ha encontrado que el EDTA mejora la extravasación del plasma. Por estos motivos, se debe evitar la extrusión de EDTA hacia los tejidos periapicales durante la preparación biomecánica (Hulsmann, 2003). Se ha observado una respuesta inflamatoria a nivel celular, a los 14 días de haber sido expuesto a EDTA al 17% (Scelza, 2010).

3.2.6. EFECTOS ANTIBACTERIALES DE LOS AGENTES QUELANTES

El EDTA tiene un efecto antibacterial limitado, y se da a través de la quelación de cationes desde el exterior de la membrana de la bacteria. Se ha observado la formación de un área de inhibición de crecimiento bacterial al usar EDTA al 10%; efectos menores se han obtenido con concentraciones menores de 0.03 -1%. Así, se puede concluir que el efecto antibacterial del EDTA depende de la concentración y del pH. El efecto antibacterial se mantiene mientras los quelantes no hayan formado uniones con los iones metálicos (Hulsmann, 2003).

El efecto antibacterial del EDTA es menor que el del paramonoclorofenol, y no existe diferencia entre el EDTA y el DTPA (ácido dietilentriaminopentaacético), incluso después de la adición de detergentes, como son el EDTAC y DTPAC. El NaOCl al 5% y el EDTA tienen mayor efecto antibacterial, que el NaOCl sólo. Se ha observado que el REDTA puede inhibir únicamente a bacterias anaerobias, después de 60 minutos, o incluso después de una semana. Sin embargo, al usarlo al 10%, se ha visto que inhibe a *Porphyromonas gingivalis*, después de tan sólo 1 minuto. RC-Prep tiene un efecto antibacterial limitado y es más efectivo con Gram negativos y Gram positivos aerobios, y este efecto se lo acredita al peróxido de urea, ya que es un agente antioxidante, y mantienen su efectividad a través de la sangre (Hulsmann, 2003). En un estudio de Soares et al en el 2010, la irrigación basada en alternar NaOCl y EDTA, ayudó en la eliminación de biofilm de *E. Faecalis*. Estos resultados concordaron con aquellos encontrados por Ozdemir et al, en el mismo año, en cuyo estudio se sugirió que los canales radiculares en personas de avanzada edad podrían ser más susceptibles a tener una infección en el canal radicular, pero al usar EDTA y NaOCl, se observó una reducción significativa en la cantidad de biofilm intraconducto, en especial *Enterococcus Faecales* (Soares, 2010).

3.2.7. EFECTO DE LOS QUELANTES SOBRE LA OBTURACIÓN

La calidad de la obturación de un canal radicular, en el cual se utilizó NaOCl en combinación con el EDTA, se ve mejorada, debido que se logran obturar un mayor número de canales accesorios. Además la adhesión de los sellantes a la dentina pre-tratada con EDTA posee también sus ventajas. La mayor adhesión a los sellantes, se observó con Sealer 26 (Dentsply). En sellantes a base de hidróxido de calcio, como es por ejemplo el Sealapex (Kerr), Apexit (Vivadent) y CRCS (Hygienic), se observó una leve mejoría simplemente (Hulsmann, 2003). Otros autores como Shahravan et al, en el 2007, concluyeron que la remoción de barrido dentinario aumentan la fuerza de sellado del fluido o sellante, a las paredes de la dentina, independientemente de la técnica e obturación utilizada o del tipo de sellante.

Por otro lado, el RC-Prep y el NaOCl, reducen significativamente la unión de cementos resinosos a la dentina radicular, este efecto puede ser completamente revertido, al usar ácido ascórbico al 10% o ascorbato de sodio al 10%. Autores como Perdigao en el 2001, afirman que los adhesivos dentales se unen más fácilmente a una dentina calcificada, que a una dentina descalcificada, pre tratada con EDTA (Hulsmann, 2003).

Estudios demuestran que la remoción del barrido dentinario reduce la filtración de la obturación a nivel apical, pero podría también dejar una capa quelada de dentina como interfase con el material sellador. Además, el EDTA residual que quede en el interior de los túbulos dentinarios (3.8% de la cantidad original aplicada), puede contribuir a una desmineralización adicional, dando lugar a una posterior filtración apical. Sin embargo, Madison y Kell en 1984, no demostraron relación, entre el irrigante utilizado y el selle apical (Hulsmann, 2003).

3.2.8. EFECTO BLANQUEADOR DE LOS QUELANTES

El EDTA tiene algunas presentaciones comerciales, y algunas de ellas tienen en su composición el peróxido de urea, el cual libera oxígeno dando lugar a cierta efervescencia, aumentando así la eficacia de limpieza; además se dice que cumple con un efecto blanqueador. El tiempo que se usa un agente quelante clínicamente, no es suficiente como para esperar un blanqueamiento interno, ya que normalmente los procedimientos de blanqueamiento interno, en los que se utiliza peróxido de urea, toman alrededor de 48 horas (Hulsmann, 2003).

3.3. EDTA (EUFAR)

El EDTA (laboratorios Eufar S.A), es un agente quelante efectivo en la remoción del tejido inorgánico, por lo que se lo utiliza para eliminar el barrido dentinario. Sin embargo, se ha reportado erosión en los túbulos dentinarios, causado por la aplicación del EDTA por más de un minuto y volúmenes mayores a 1ml. Existen estudios que han demostrado que el EDTA al 17% aplicado por un minuto, seguido de hipoclorito de sodio al 5%, es efectivo en la remoción completa del barrido dentinario. Por otro lado, la aplicación de EDTA por más de un minuto y en un volumen mayor a 1ml, ha sido relacionada con erosión dentinal. Crumpton et al, en el año 2005, demostraron que la remoción del barrido dentinario fue efectiva usando 1ml de EDTA por 1 minuto seguido de 3 ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, como irrigantes finales. Este mismo protocolo fue estudiado por Khedmat y Murray en el 2008, sin obtener una completa remoción del barrido dentinario en conductos instrumentados, por este motivo recomiendan el uso métodos alternativos como el ultrasonido, que puede mejorar la eficacia de pequeños volúmenes de agentes quelantes usados por cortos periodos de tiempo (Khedmat, 2008; Moon, 2010).

Contrario a estudios anteriores, Moon, en el 2010, no obtuvo mejores resultados al utilizar como irrigación final NaOCl después del EDTA, en canales curvos. No hubo mayor penetración de sellante ni tampoco hubo mayor debridamiento con la aplicación de 1 minuto de EDTA, por lo que el uso de EDTA en canales con curvatura apical se mantiene en controversia.

En cuanto a la combinación del EDTA y la clorhexidina, al igual que el EDTA y el hipoclorito de sodio, forma un precipitado blanco, el cual en un 90% corresponde a EDTA o clorhexidina, y el porcentaje restante es agua, gluconato o sodio. La paracloranolina no formó parte del precipitado, siendo ésta un producto de la descomposición de la clorhexidina, con características carcinogénicas. Por ende, la clorhexidina forma una sal en combinación con el EDTA, y no sufren ninguna reacción química (Rasimick, 2008).

Es todavía controversial la secuencia, el volumen, la concentración, el tiempo y la técnica de irrigación ideal a ser utilizada con el EDTA, para el debridamiento y remoción del barrido dentinario. Se han propuesto técnicas tales como inundar el canal radicular con 1 ml de irrigante, el cual permanece remojando el conducto por 5 minutos, y los 4 ml restantes se colocan en el conducto con una irrigación y succión continua. La técnica de irrigación continua con EDTA durante 3 minutos y la técnica que consiste en inundar el conducto con 1 ml EDTA por 2 minutos y 30 segundos, y enjuagar por otros 30 segundos con 4 ml de EDTA. Mello et al, comprobó que la técnica de irrigación continua con 5 ml de EDTA por 3 minutos, fue la técnica más eficiente en la remoción de barrido dentinario, probablemente porque contribuyó a su liberación desde las paredes del canal radicular, moviendo el detritus hacia coronal, donde puede ser fácilmente removido por succión. Se recomienda que la aguja se encuentre libre en el conducto para permitir el fluido del irrigante. Una aguja de un calibre 30, alcanza sin problema los alrededores del foramen apical, sin tocar las paredes de canal radicular, instrumentado hasta una lima apical F3 Protaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Se debe hacer un movimiento ligero de adentro hacia afuera de la aguja, para evitar que se doble la aguja en el conducto (Mello, 2010).

3.4.SMEARCLEAR

SmearClear de la casa comercial SybronEndo, Orange CA, es un producto introducido recientemente en el mercado para la remoción del barrido dentinario. Es una solución de EDTA al 17%, que tiene dos surfactantes adicionales, cetrimida (cationica), y un surfactante aniónico. La reducción de la tensión superficial de las soluciones endodónticas mejoran la habilidad de penetrar en los canales radiculares de la región apical. Sin embargo, en una estudio realizado por Khedmat et al en el 2008, observaron que los surfactantes adicionales que contiene el SmearClear (SybronEndo), no mejoraban su eficacia, al ser comparado con el EDTA, el cual no tiene surfactantes. Lui et al, en el 2007, concuerdan con estos resultados. En su estudio utilizaron 5ml de SmearClear (SybronEndo) por 1 minuto, seguido de 5ml de hipoclorito de sodio al 1% como irrigantes finales, por lo que concluyeron que la reducción de la tensión superficial en los quelantes endodónticos no mejoran su desempeño como agentes quelantes (Khedmat, 2008; Lui, 2007).

El modo de empleo, de acuerdo al manual de la casa comercial Sybron Endo, es el siguiente: se debe preparar el sistema de conductos radiculares utilizando hipoclorito de sodio como sustancia irrigadora principal, o alternando aplicaciones de SmearClear (SybronEndo) e hipoclorito de sodio. Una vez que el conducto esté totalmente preparado, se debe succionar la sustancia irrigadora remanente, para luego llenar todo el conducto radicular con SmearClear (SybronEndo), utilizando una aguja de abertura lateral. Se recomienda, de acuerdo al fabricante, introducir la aguja de 2 a 3 mm en cada canal radicular, sin necesidad de penetrar más allá de la mitad del canal radicular. Se debe dejar el SmearClear durante 1 minuto en el canal, luego se debe succionar todo el SmearClear del conducto radicular, se realiza una irrigación final con hipoclorito de sodio, y finalmente se debe secar totalmente el canal radicular con puntas de papel, para luego continuar con la obturación (Manual de fabricación del SmearClear, casa comercial SybronEndo).

Existen pocos estudios publicados donde comparan al EDTA con el SmearClear (SybronEndo), en uno de ellos estudiaron la remoción de barrido dentinario en tercio medio y apical de los conductos radiculares, y demostraron que los surfactantes del SmearClear no mejoraron su eficacia (Lui, 2007). Otro estudio comparó la eficacia de diferentes irrigantes como el NaOCl, SmearClear (SybronEndo), Clorhexidina 2%, REDTA y su acción contra el biofilm de *Enterococcus Faecalis*, los autores encontraron mayor eficacia al utilizar SmearClear, en comparación con la clorhexidina, REDTA y BioPure MTAD. Este resultado puede ser atribuido a la cetramida, componente del SmearClear, el cual es un amonio cuaternario y un detergente catiónico, efectivo contra microorganismos gran negativos. Sin embargo, otras investigaciones no han encontrado mejores resultados al añadir surfactantes al EDTA en el SmearClear, comparado con el EDTA sólo. Se ha observado similares resultados al utilizar SmearClear o EDTA en la remoción del barrido dentinario en dientes unirradiculares, y se llegó a la conclusión de que el SmearClear es efectivo en la remoción del barrido dentinario, de manera similar al EDTA al 14.3%, por lo que ambas soluciones deberían ser indicadas para éste propósito (Da Silva, 2008).

3.5. ULTRASONIDO

La efectividad de un tratamiento recae sobre la instrumentación mecánica y sobre la habilidad química de los irrigantes por disolver tejidos. El debridamiento de los conductos es crucial para el pronóstico a largo plazo. Además de la acción de riego, los irrigantes ayudan a remover tejido orgánico, detritus dentinario y microorganismos del canal radicular. La eficiencia de la irrigación dependerá de la habilidad para llevar al irrigante hasta el tercio apical y a zonas no instrumentadas mecánicamente, y además, de la corriente de riego que se pueda llevar a cabo para retirar detritus y barrido dentinario de las paredes del canal radicular. La acción ejercida por la jeringa es relativamente débil y su acción depende mucho de la anatomía del diente, de la profundidad que alcance la jeringa dentro del conducto y del diámetro de la jeringa, por ende la habilidad del irrigante para

penetrar en las áreas del conducto no instrumentadas mecánicamente, es crítica para la desinfección y debridamiento del sistema de conductos. Se ha comprobado que los irrigantes pueden avanzar hasta 1 mm más allá de la longitud a la que llega la jeringa. Un aumento en el volumen de irrigante, no mejora su eficacia, pero al aumentar el diámetro del conducto si mejoramos la capacidad de desinfección. Al usar agujas más delgadas (Diámetro 30), puede facilitar el acceso hacia el tercio apical. Sin embargo, introducir una aguja de diámetro pequeño a 1 mm del ápice no se recomienda seguro, pudiendo provocar accidentes por extrusión de irrigante (Plotino, 2007; Tai, 2010).

La única manera de mejorar la efectividad del irrigante, es produciendo movimiento de la solución, para lo cual se usa ultrasonido, alcanzando así las complejidades anatómicas (Plotino, 2007). Se ha demostrado que el uso de irrigación sónica y ultrasónica por tan solo 30 segundos, brinda resultados significativamente mejores (Gregorio, 2009). La efectividad de la irrigación depende la acción mecánica de la corriente del fluido y la habilidad química para disolver el tejido. Los aparatos de ultrasonido fueron introducidos por primera vez en Endodoncia, por Richman en el año 1957. Las puntas activadas con ultrasonido tienen el potencial de preparar y de debridar el conducto radicular. Las limas oscilan en frecuencias ultrasónicas de 25-30 kHz (KiloHertz), que son frecuencias que van más allá de lo que el humano puede escuchar, y utilizan una vibración trasversa, utilizando un patrón de nodos y antinodos a lo largo de la lima. Los nodos son puntos que no vibran, permanecen inmóviles y estacionarios. Mientras que los antinodos lo hacen con una amplitud de vibración máxima (Van Der Sluis, 2007; Plotino, 2007).

Las limas activadas con ultrasonido han demostrado ser efectivas en la irrigación. Se han descrito dos tipos de irrigación (Gu, 2009):

- a) Irrigación combinada con simultanea instrumentación ultrasónica (UI)
- b) Irrigación combinada sin simultanea instrumentación ultrasónica (PUI)

En la UI la lima es intencionalmente llevada a tener contacto con las paredes del conducto. Ha resultado ser menos efectiva en la remoción simultánea de tejido pulpar y barrido dentinario del conducto, en comparación con la PUI. Una explicación puede ser la reducción del vapor acústico y la cavitación, además debido a la compleja anatomía, es casi imposible que el instrumento este en contacto con toda la pared del conducto. Por otro lado, la UI da lugar a un corte incontrolado de dentina, sin efectuar una correcta limpieza (Van Der, 2007; Van Der, 2010).

La irrigación pasiva o PUI, fue descrita por primera vez por Weller et al en el año 1980. El término pasivo es un término que no describe en si a la técnica, ya que en realidad es una técnica activa, pero se la denominó pasiva porque no tenía una acción cortante (Gu, 2009). La PUI transmite una energía acústica a partir de una lima oscilatoria hacia el irrigante. La energía se transmite a través de olas u ondas ultrasónicas, que pueden inducir vapor acústico y cavitación del irrigante. Se puede utilizar, para éste propósito, una lima de pequeño calibre, ejemplo una lima número 15 o un alambre delgado, el cual debe ser insertado en el centro del canal radicular, previamente instrumentado. Se llena el canal radicular con el irrigante y la lima activa al irrigante por medio de oscilaciones. El irrigante puede penetrar fácilmente, ya que el canal se encuentra preparado, siendo el efecto más poderoso, principalmente a nivel apical. Limas de mayor calibre pueden producir menor vapor acústico (Van Der, 2007; Wiseman, 2011).

La corriente del fluido producida por una jeringa de irrigación es relativamente débil. La irrigación ultrasónica pasiva (PUI) ha sido reportada como un método que aumenta la corriente de fluido y mejora la eficacia de los irrigantes, para remover tejido pulpar y detritus. La remoción del barrido dentinario en el tercio apical es menos predecible, esto puede ser atribuido a las dimensiones más pequeñas que se encuentra a nivel apical, en comparación con el tercio medio y coronal, lo cual disminuye el ingreso de los irrigantes, por un contacto mínimo entre las paredes del conducto y el irrigante (Wiseman, 2011; Goel, 2009).

La irrigación pasiva se puede realizar de dos maneras. La primera, es un fluido de irrigante continuo con ultrasonido, o un fluido intermitente usando como método la jeringa. Se ha reportado que el fluido intermitente no mejora la remoción de barrido dentinario, especialmente a nivel apical. Otro autores como Van der Sluis, encontraron que ambas técnicas de irrigación pasiva son igualmente efectivas en la remoción de barrido dentinario (Goel, 2009; Van Der, 2007).

Las limitaciones de la irrigación con presión positiva en el tercio apical, se deben básicamente a la presencia de gases en la región apical, formando un vapor que posteriormente bloquea la penetración de fluidos. En un estudio se observó que al usar irrigación positiva, la irrigación se limitó a 1-1.5 mm de la punta de la aguja. Por otro lado, la irrigación con activación sónica o ultrasónica tiene otro mecanismo de acción muy diferente, dando como resultado diferentes frecuencias e intensidades. Este tipo de irrigación a nivel del tercio apical, rompe el vapor que se encuentra bloqueado, y mueve a la solución apical y lateralmente. Se ha observado que el uso de una aguja activada con ultrasonido por 30 segundos o 1 minuto es suficiente tiempo para limpiar los canales radiculares, después de una instrumentación manual o rotatoria, accediendo incluso a sitios como istmos de las raíces mesiales de molares mandibulares . (Gregorio, 2009; Plotino, 2007; Gutarts, 2005).

El tiempo es otro factor controversial. ¿Cuánto tiempo es necesario para remover el barrido dentinario con ayuda de ultrasonido? Cameron en el año 1983, observó que 3 a 5 minutos de irrigación con ultrasonido era capaz de remover el barrido dentinario, mientras que 1 minuto resultaba ineficaz. Por otro lado, Kuah en el año 2009, comprobó que la aplicación de EDTA y ultrasonido por un minuto, es eficaz en la remoción de barrido dentinario (Rodig, 2010; Violich, 2010; Chopra, 2008; Kuah, 2009).

Como mencionamos anteriormente, la eficiencia de la irrigación, específicamente hablando, en tercio apical, está directamente relacionado con la profundidad de inserción de la aguja. El tercio apical del conducto radicular es difícil de limpiar, debido a su

complicada anatomía, como son delta apicales y conductos laterales. Estudios han relacionado canales laterales obturados con recuperación óptima de lesiones periapicales, pero para poder obturar conductos laterales, se debe lograr la limpieza de los mismos. La irrigación del tercio apical puede ser mejorada con el uso de ultrasonido así como también con irrigación apical ejerciendo presión negativa (Gregorio, 2009).

El uso de ultrasonido emplea un efecto acústico, por medio de pequeñas oscilaciones mecánicas a través de la lima, principalmente a nivel de la punta de la lima, con una frecuencia de 1 a 6 KHz permitiendo así, el transporte de los irrigantes a la región apical. De la misma manera, puede ser beneficioso en el transporte de agentes quelantes, para lograr remover la capa de barrido dentinario a nivel apical (Lui, 2007). La activación de ultrasonido combina ondas acústicas con la acción química del irrigante, generando un microvapor a lo largo de la lima y un vapor acústico con frecuencias de 45 y 40 KHz. Éste microvapor mueve la solución hacia las superficies del canal radicular, mejorando la limpieza de las paredes del conducto, eliminando la contaminación bacteriana (Gregorio, 2009).

La tensión superficial se define como la fuerza entre moléculas, que produce la tendencia a que el área superficial de un líquido, disminuya. Esta fuerza tiende a inhibir la capacidad de un líquido para esparcirse sobre una superficie, o a su vez, limita su habilidad para penetrar. Al reducir la tensión superficial de un líquido, o en éste caso, de las soluciones irrigadoras utilizadas en endodoncia, mejora su penetración en los túbulos dentinarios, mejorando su fluidez. Se ha demostrado que una aguja activada con ultrasonido para la irrigación, después de haber completado la etapa de instrumentación, ya sea ésta manual o rotatoria, mejora notablemente la limpieza en los 3 mm apicales y en los istmus de conductos radiculares mesiales de molares (Lui, 2007).

Diversos estudios han demostrado mejores resultados al utilizar el ultrasonido, después de completar la instrumentación y durante la irrigación final. El ultrasonido activa la lima de manera pasiva, y con mínimo contacto con las paredes del conducto radicular (Gregorio,

2009). Se ha observado que al utilizar limas más pequeñas, se aumenta la velocidad acústica, y hay un menor contacto con las paredes del conducto. En un estudio en particular, se utilizó el ultrasonido a 2 mm del ápice, y se observó un mejor resultado en cuanto a la remoción de barrido dentinario, en los dientes que fueron irrigados con EDTA y ultrasonido, en comparación con dientes irrigados con EDTA y NaOCl sin ultrasonido (Lui, 2007). Sabins et al en el 2003, instrumentaron molares con una técnica de instrumentación manual y determinaron que el uso de irrigación sónica pasiva, o ultrasónica dio lugar a una mejor limpieza de los canales radiculares, en comparación con aquellos molares que no recibieron una irrigación sónica o ultrasónica. Además la irrigación pasiva ultrasónica resultó ser mejor que la irrigación pasiva sónica.

Otro estudio realizado por Gu et al, en el 2009, observó que el EDTA tuvo mejores resultados, en cuanto a la remoción del barrido dentinario, en comparación con el cloruro de sodio (NaCl) y el hipoclorito de sodio (NaOCl), pero no hubo mejores resultados al utilizar irrigación con ultrasonido, es decir, no hubo cambios significativos en la remoción de barrido dentinario y en la apertura de los túbulos dentinarios.

El ultrasonido convierte la energía eléctrica en olas ultrasónicas de cierta frecuencia oscilatoria, la misma que para la práctica dental es de aproximadamente 30 kHz. La frecuencia y la intensidad juegan un rol importante, ya que determinan la energía que pasará del ultrasonido a la lima, pero su mecanismo de acción es todavía incierto. A una mayor frecuencia, va a existir una mayor velocidad de vapor acústico del irrigante, dando como resultado un vapor acústico más poderoso. Es importante analizar que al aumentar la intensidad, no se va a dar un aumento lineal en la amplitud de oscilación de la lima (Van Der, 2007).

La técnica de irrigación pasiva, cuya técnica recae en una lima, la misma que tiene oscilaciones libres en el interior del canal radicular, activando la solución irrigadora, mediante fuerzas biofísicas como es el microvapor. Existe limitada información en cuanto a los parámetros oscilatorios al ser utilizado en un líquido en el interior del canal. El modo

de operar de una lima se encuentra comprometido por una serie de nodos y antinodos. Las limas más delgadas y largas y forman más antinodos. La vibración máxima ocurre en el extremo libre al final de la lima y al aumentar el poder o la fuerza del generador, la energía distribuida a la lima se disipa en vibraciones no deseadas, afectando la amplitud. Esto puede reducir las fuerzas biofísicas necesarias para maximizar la efectividad de la técnica (Lea, 2010).

El vapor acústico es un rápido movimiento del fluido en una forma circular y vibrante de la lima. El vapor acústico que ocurre dentro del conducto radicular se conoce como microvapor acústico, ya que ocurre con pequeños obstáculos en el terreno, cerca de pequeñas fuentes de sonido, membranas vibrantes o alambres, las cuales provienen de las fuerzas friccionales entre la superficie del diente y el medio circular que lleva las vibraciones. Cuando la lima no es capaz de moverse libremente por el canal radicular, el microvapor acústico va a ser menos intenso, pero no parará por completo. Ahmad en 1987, observó en su estudio, que el contacto físico de las limas con las paredes del conducto disminuyen el vapor acústico, por lo que se debería utilizar ultrasonido con limas pequeñas, para maximizar el vapor acústico, se recomienda una lima número 15. Algunos autores como Ahmad 1987, Walmsley 1987, Walmsley y Williams 1989, Lumley 1991, Roy 1994, afirma que en la PUI si se produce vapor acústico (Van Der, 2007).

La cavitación en un fluido es descrita como la formación impulsiva de una cavidad en un líquido a través de fuerzas tensiles inducidas por corrientes de alta velocidad y gradiente, formando burbujas. Las burbujas se expanden y colapsan rápidamente, produciendo energía, dando lugar a que se intensifique el sonido. La cavitación acústica puede ser definida como la formación de nuevas burbujas o la expansión, contracción y/o distorsión de las burbujas pre-existentes en un líquido. De acuerdo con Roy et al, pueden existir dos tipos de cavitación:

- a) Cavitación estable: pulsación linear de cuerpos llenados con gas, en una baja amplitud, en un campo ultrasónico
- b) Cavitación transitoria: se da cuando burbujas de vapor atraviesan altas pulsaciones energéticas

Cuando la presión acústica es lo suficientemente alta, las burbujas pueden colapsar violentamente, generando un gas interno con una alta presión y temperatura. La cavitación transitoria sólo ocurre cuando la lima puede vibrar libremente en el canal, o cuando toca las paredes levemente o de manera no intencional (Van Der, 2007; Van Der 2010).

Se ha observado que el uso de activación ultrasónica puede conllevar a cambios de temperatura durante su uso. En un estudio donde se utilizó una corriente de irrigación continua o PUI, se observó una disminución de temperatura a nivel coronal, mostrando un patrón más variable a nivel medio y apical. Además se ha observado un leve aumento de temperatura con el tiempo, siendo éste de 7.7° C a nivel coronal y tercio medio, A nivel de tercio apical, se observó un aumento de temperatura menor. Otro dato importante que se reportó, fue que el uso de limas de mayor calibre generaron un mayor aumento de temperatura (Zeltner, 2009).

4. OBJETIVOS

4.1.OBJETIVO GENERAL

Comprobar a través del microscopio electrónico de barrido, la efectividad del SmearClear, EDTA Eufar, y el EDTA químicamente preparado, en la remoción del barrido dentinario, en tercio apical, con y sin ultrasonido

4.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar la efectividad del EDTA Eufar, con o sin ultrasonido en la remoción del barrido dentinario a nivel del tercio apical
- Evaluar la efectividad del SmearClear (SybronEndo), con o sin ultrasonido en la remoción del barrido dentinario a nivel el tercio apical
- Evaluar la efectividad del EDTA químicamente preparado, con o sin ultrasonido en la remoción del barrido dentinario a nivel del tercio apical
- Determinar de entre el EDTA Eufar, SmearClear (SybronEndo) y el EDTA químicamente preparado, con y sin ultrasonido, cuál permite la mayor remoción del barrido dentinario
- Comprobar si la asociación de EDTA Eufar, SmearClear (SybronEndo) y el EDTA químicamente preparado con el ultrasonido, permite mejores resultados en la remoción del barrido dentinario en el tercio apical

5. HIPÓTESIS

En observaciones al SEM el uso del SmearClear (SybronEndo), por un minuto con ultrasonido, elimina eficazmente el barrido dentinario en el tercio apical

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1.DISEÑO DEL ESTUDIO

Estudio de tipo experimental ya que se requirió someter los dientes a distintos procedimientos y pruebas, con el objeto de simular las condiciones in vivo, durante un procedimiento habitual de una terapia endodóntica, para la obtención de resultados lo más cercanos posible, a la realidad. Además es un estudio comparativo, ya que utilizamos tres distintos tipos de quelantes y dos técnicas de irrigación, con y sin ultrasonido

6.2.MUESTRA

Para este estudio se necesitó 60 premolares unirradiculares superiores e inferiores indistintamente, los mismos que fueron extraídos por razones terapéuticas en los distintos consultorios y clínicas de la ciudad, por los respectivos cirujanos. Los dientes fueron donados para poder realizar el estudio, conservados en suero fisiológico y repartidos indistintamente en 6 grupos, 10 premolares por cada grupo respectivamente (tabla 1).

Tabla 1: Grupos de estudio

GRUPOS:			
Con ultrasonido	EDTA	SmearClear	EDTA
			Químicamente preparado
Sin ultrasonido	EDTA	SmearClear	EDTA
			Químicamente preparado

6.2.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Para poder tener un parámetro comparativo se estandarizó las muestras y se tomaron en cuenta ciertos parámetros de inclusión:

- Premolares unirradiculares superiores e inferiores
- Dientes con ápices completamente formados
- Dientes que una vez cortadas sus coronas , la raíz posea como mínimo 12 mm de longitud
- Premolares con curvatura menor a 30° de acuerdo a la clasificación de Schneider, posterior a un respectivo análisis radiográfico

6.2.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- No se incluyó en la muestra dientes molares y anteriores , ni premolares birradiculares
- Dientes con una formación radicular incompleta o ápices abiertos
- Dientes no permeables, calcificados, o con previo tratamiento endodóntico
- Dientes con curvaturas mayores a los 30° de acuerdo a la clasificación de Schneider

6.3.METODOLOGÍA

6.3.1 PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

Utilizando la clasificación de Schneider (1971), basada en el grado de curvatura, los dientes debían tener una curvatura menor a 30° , por motivo de estandarización (figura 1). Se tomaron radiografías periapicales de todas las muestras, con ayuda de un radiovisógrafo (Gnatus) y el programa de imagen computarizada Schick, (Anexo 1), verificamos la anatomía radicular, y se calculó la curvatura de los dientes, obteniendo una media de 25° , es decir dientes con una curvatura leve o moderada (Kuah, 2009). De ésta manera, nos quedaron 60 dientes para el estudio, según los parámetros estandarización de acuerdo a la curvatura.

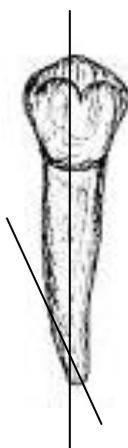


Figura 1: Método de Schneider para establecer el grado de curvatura: línea tangente desde el inicio del conducto hasta el punto máxima curvatura; otra línea que pasa por el ápice hasta el punto de máxima curvatura. Se midió el ángulo que se forma entre ambas líneas

Seleccionadas las muestras, se seccionó la corona y se dejó 12 mm de longitud radicular, siguiendo así con el protocolo de estandarización, por lo cual el estado previo de la corona no fue de mayor relevancia. Además para nuestro estudio, lo que nos importaba era únicamente el tercio apical de las muestras (Kuah, 2009). Para la sección de la corona se utilizó discos diamantados tamaño único (Diamond disc BesQual) y un motor de laboratorio de baja velocidad y de alto torque (SR Foredom), se midió con una regla 12 mm a partir del ápice, y se señaló con un marcador permanente en el diente la longitud determinada. Tomamos el diente por uno de sus extremos y se seccionó con el disco ejerciendo una presión constante.

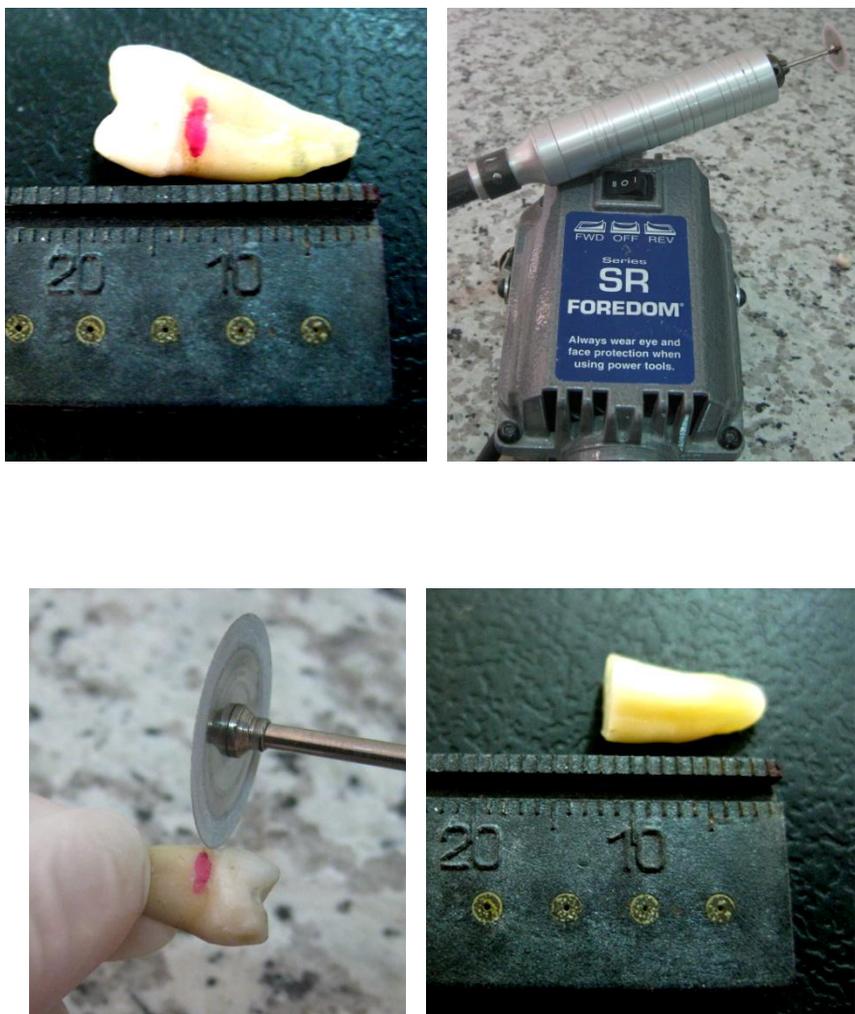


Figura 2: Sección de la corona

A seguir se procedió a la instrumentación de los conductos radiculares con instrumentación rotatoria, utilizando el motor de instrumentación rotatoria Silver de la VDW y limas Protaper. Primeramente a la porción radicular segmentada de 12 mm de longitud radicular, se introdujo una lima K (Dentsply Tulsa) número 10 para permeabilizar el conducto y se determinó la longitud de trabajo a 1mm del foramen apical, misma que fue determinada al introducir la lima K número 10, y al ser visible esta lima a nivel apical, se restó 1mm. A ésta medida, se introdujo una lima K (Dentsply Tulsa) número 15, para posteriormente continuar la instrumentación con la secuencia de limas rotatorias Protaper (Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland), usando una técnica apico coronal.



Figura 3. Longitud de trabajo

Siguiendo las recomendaciones del fabricante, se comenzó con la S1 hasta donde la lima sienta retención, luego se introdujo la lima SX hasta la unión de tercio medio con tercio apical, para luego volver a la lima S1 hasta llegar a la longitud de trabajo. Se introdujo una lima K (Dentsply Tulsa) número 15 para verificar la longitud de trabajo. Se continuó con las limas S2, F1, F2 Y F3 hasta la longitud de trabajo (Manual de uso Kit Limas Protaper Universal, Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland). Entre limas se irrigó con 1 ml de hipoclorito de sodio al 5.25%, por un minuto, usando una jeringa de irrigación monojet a 3 mm menos de nuestra longitud de trabajo (Kuah, 2009). Todos los dientes durante el tiempo en el que estaban siendo preparados, fueron almacenados en agua destilada, con recambios constantes cada 24 horas y a temperatura ambiente durante todo el proceso.



4: Figura 3: Instrumentación rotatoria

Después de la instrumentación, los dientes fueron divididos en 6 respectivos grupos, es decir, 10 dientes por grupo y fueron sometidos a la irrigación final, de acuerdo al protocolo de cada grupo. La irrigación se realizó con una jeringa de irrigación monojet a 3 mm del ápice, con movimientos de golpeteo. Para los grupos que utilizaron la técnica de ultrasonido en el protocolo de irrigación final, se utilizó un sistema de puntas endodónticas *VARIOS*, para limas U E11/E12 de la NSK, de las cuales se utilizaron limas ISO 15 de 33 mm, las cuales fueron usadas con la pieza de mano del ultrasonido NSK, a 3mm de la longitud de trabajo, por 1 minuto, con el irrigante correspondiente a cada grupo. En todos los casos, se utilizó hipoclorito de sodio al 5.25% como irrigante final, inmediatamente después del uso de los agentes quelantes (Kuah, 2009).

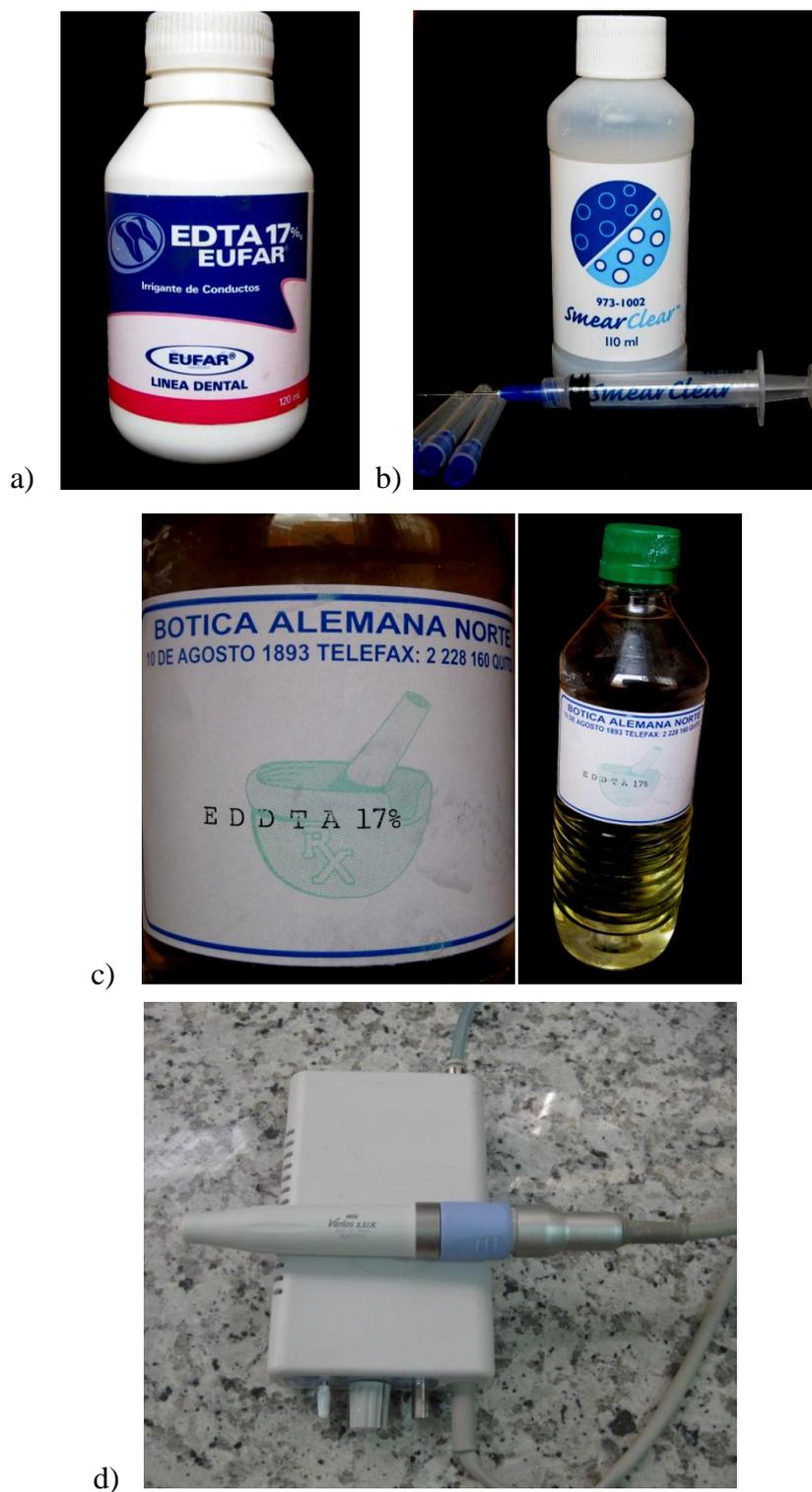


Figura 5: a) EDTA Eufar b) SmearClear (SybronEndo)

c) EDTA químicamente preparado (botica Alemana), d) Ultrasonido NSK

6.4.DIVISIÓN DE LOS GRUPOS

Tabla 2: División de los grupos

GRUPOS	CON ULTRASONIDO
1. EDTA Eufar	<ul style="list-style-type: none"> • 5ml de EDTA 17%, con ultrasonido activado por 1 minuto • 5ml de NaOCl al 5.25% por 1 minuto
2. SmearClear (SybronEndo)	<ul style="list-style-type: none"> • 5ml de SmearClear con ultrasonido activado por 1 minuto • 5ml de NaOCl al 5.25% por 1 minuto
3. EDTA químicamente	<ul style="list-style-type: none"> • 5ml de EDTA químicamente preparado con ultrasonido activado por 1 minuto • 5ml de NaOCl al 5.25% por 1 minuto
GRUPOS	SIN ULTRASONIDO
4. EDTA Eufar	<ul style="list-style-type: none"> • 5ml de EDTA 17% por 1 minuto • 5ml de NaOCl al 5.25% por 1 minuto
5. SmearClear (SybronEndo)	<ul style="list-style-type: none"> • 5ml de SmearClear por 1 minuto • 5ml de NaOCl al 5.25% por 1 minuto
6. EDTA químicamente	<ul style="list-style-type: none"> • 5ml de EDTA químicamente preparado por 1 minuto • 5ml de NaOCl al 5.25% por 1 minuto

6.5 EVALUACIÓN BAJO MICROSCOPIO ELECTRÓNICO

Terminada la fase de instrumentación los dientes fueron seccionados en dirección bucolingual para exponer el interior de la raíz. Una muesca longitudinal fue realizada a lo largo de la superficie radicular con un disco diamantado (Diamond disc BesQual) de baja velocidad, luego con ayuda de un elevador recto introducido en la muesca se separó la raíz en dos mitades. Luego fueron sometidos a un análisis bajo el microscopio óptico común (Vasconcellos) para elegir el segmento de la raíz que mostró la mayor integridad en su superficie apical. Una vez que se eligió las muestras para el estudio, fueron almacenadas herméticamente, cerradas e identificadas en sus respectivos envases, para lo cual se utilizó envases para muestras de laboratorios, las mismas que estaban selladas y previamente estériles. Sin embargo, por precaución se decidió volver a esterilizar los envases, de ésta manera se aseguró que las muestras no se contaminaran.

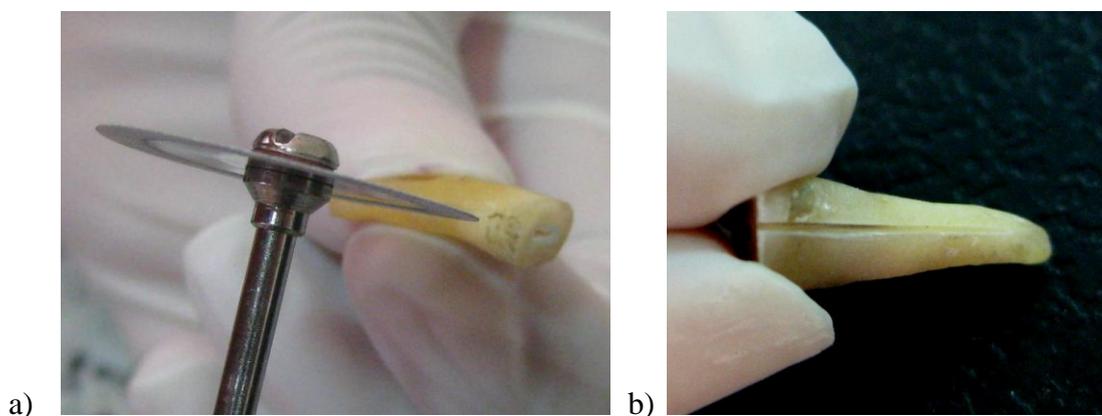


Figura 6: a) Corte longitudinal del diente, b) Formación de la muesca

A continuación los dientes fueron observados al microscopio electrónico de barrido (SEM), marca Quanta 400 FEI (Departamento de criminalística de la policía). Las muestras no necesitaron tener ningún tipo de preparación previo al análisis microscópico. De acuerdo con el operador, Sub jefe de la sección de Microscopia Electrónica de Barrido Carlos Izurieta especializado en el funcionamiento y manejo de éste microscopio, las muestras no necesitan un recubrimiento previo de oro, ya que éste tipo microscopio es de

alto vacío y es de última generación. Explica también, que la tecnología tiene el propósito de avanzar cada vez más, facilitando el manejo y abreviando pasos, para poder realizar un estudio en un menor tiempo y con mayor facilidad, es así como éste microscopio, al ser de última generación, es más avanzado, su manejo es diferente, ya que es computarizado y no manual, y trabaja a base de captación de electrones. Por todos estos motivos, no puede ser comparado con parámetros anteriores de estudio, utilizados con microscopios electrónicos de barrido, más antiguos o de anteriores generaciones. Una manera de comprobar, que las muestras no necesitaron baño de oro, es el hecho de que sí se logro obtener imágenes. En microscopios de generaciones anteriores, sin el recubrimiento previo de las muestras, simplemente no se obtiene ninguna imagen. Muestras de sustancias orgánicas, como la piel por ejemplo, si requieren recubrimiento para ser analizado por éste microscopio ya que tiene agua en sus componentes.

En microscopía al momento de capturar una imagen, se utiliza el término "distancia de trabajo" (Working distance WD), la cual es la distancia utilizada para obtener una imagen de modo claro y nítido, siendo este el factor principal a considerar y tomar en cuenta. Las fotografías fueron hechas a una magnificación aproximada de 1050-1500 X, de acuerdo a la distancia de trabajo, obtenida con cada muestra. No todas las muestras pueden ser medidas a exactamente la misma distancia ni magnificación, ya que cada una de las muestras presenta diferentes dimensiones, haciéndose énfasis en la altura de las muestras en relación al emisor de electrones del microscopio. El operador del microscopio, Carlos Izurieta, explica que la única manera de utilizar la misma magnificación para todas las muestras, sería si cortáramos las muestras con láser, para que de esta manera todas midan exactamente lo mismo, debido a la alta precisión con la que trabaja este tipo de microscopio (Kuah, 2009).

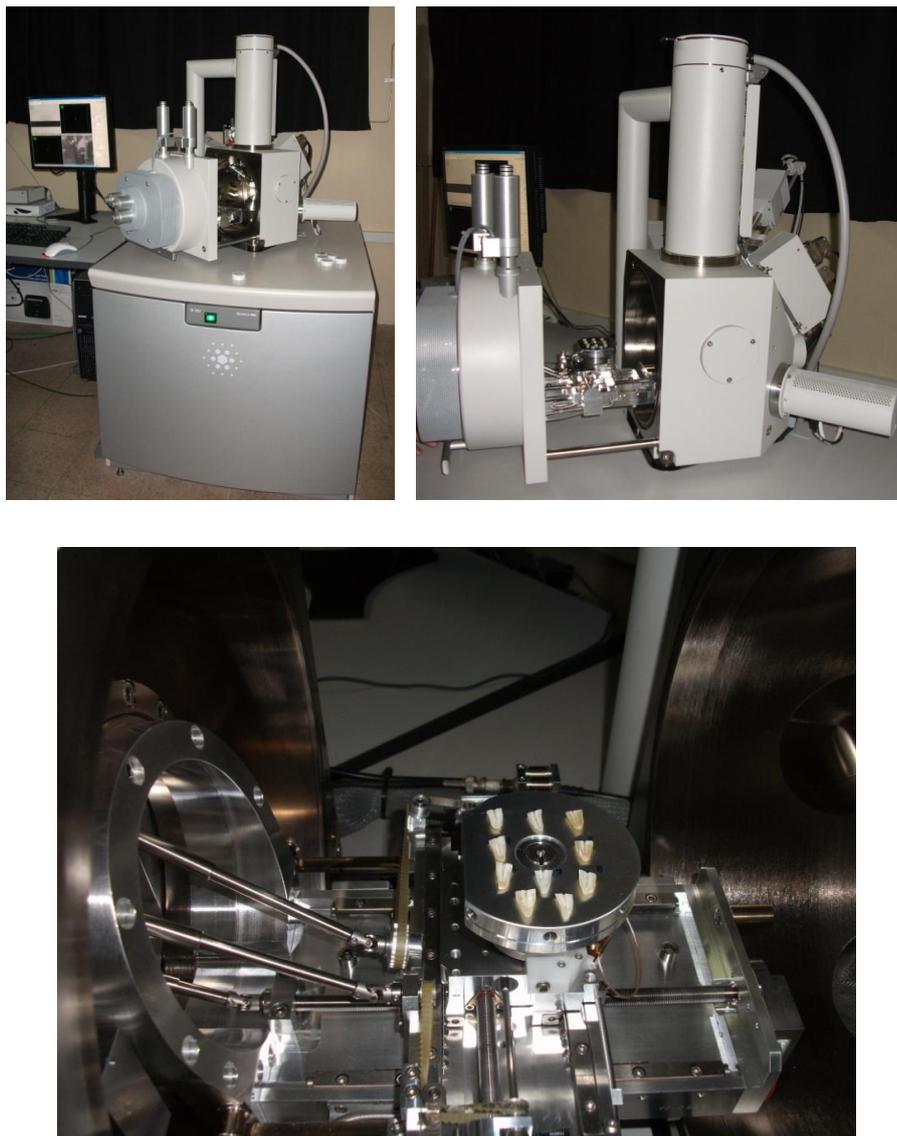


Figura 7: Microscopio Electrónico de Barrido (SEM) Quanta 400

6.6 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Las fotografías obtenidas del microscopio electrónico de barrido (Anexo 3), fueron analizadas por 3 observadores profesores todos del Postgrado de Endodoncia de la Universidad San Francisco de Quito, con experiencia y entrenamiento clínico similar, quienes observaron cada una de las fotografías indistintamente, desconociendo el grupo al que cada una de ellas pertenecía, y dieron un puntaje de acuerdo a su criterio, basándose en los parámetros de evaluación de Kuah et al en el año 2009.

Tabla 3: Parámetros de evaluación

0	Todos los túbulos dentinarios están abiertos, sin presencia de barrido dentinario
1	Algunos túbulos dentinarios están abiertos, con barrido dentinario cubriendo la entrada de algunos túbulos dentinarios
2	Todos los túbulos dentinarios están cubiertos de barrido dentinario

El puntaje que cada evaluador emitió por cada fotografía fue recolectado y comparado con los resultados referidos por los otros evaluadores, los cuales fueron sometidos a un análisis estadístico.

Los datos fueron recolectados en tablas como a continuación se menciona en el Anexo 2

7. RESULTADOS

Una vez que obtuvimos los datos de los 3 observadores, se realizó a un análisis estadístico (Anexo 3). En primera instancia se observó una tendencia de los jueces A y B por dar puntuaciones de 1, seguidos de 2 y al final de 0, mientras que el evaluador C tiene cierta tendencia a evaluar con valores de 0. Sin embargo, es notorio que los 3 evaluadores tienden a calificar a la mayoría de los dientes con niveles de 1 (tabla 4). Por este motivo, se procedió a calcular el índice de concordancia entre los evaluadores denominado Kappa de Cohen, para medir el acuerdo entre los evaluadores A y B. La concordancia según éste índice va de pobre a máxima moderada (tabla 5 y 6). Por ello se prefirió utilizar una estimación de la proporción de acuerdo entre evaluadores, con un intervalo de confianza del 95%.

Tabla 4: Evaluaciones registradas

Evaluación	A		B		C	
	Dientes	%	Dientes	%	Dientes	%
0	6	10.0	8	13.3	15	25.0
1	43	71.7	40	66.7	34	56.7
2	11	18.3	12	20.0	11	18.3
Total	60	100.0	60	100.0	60	100.0

Tabla 5: Valoración del Índice Kappa

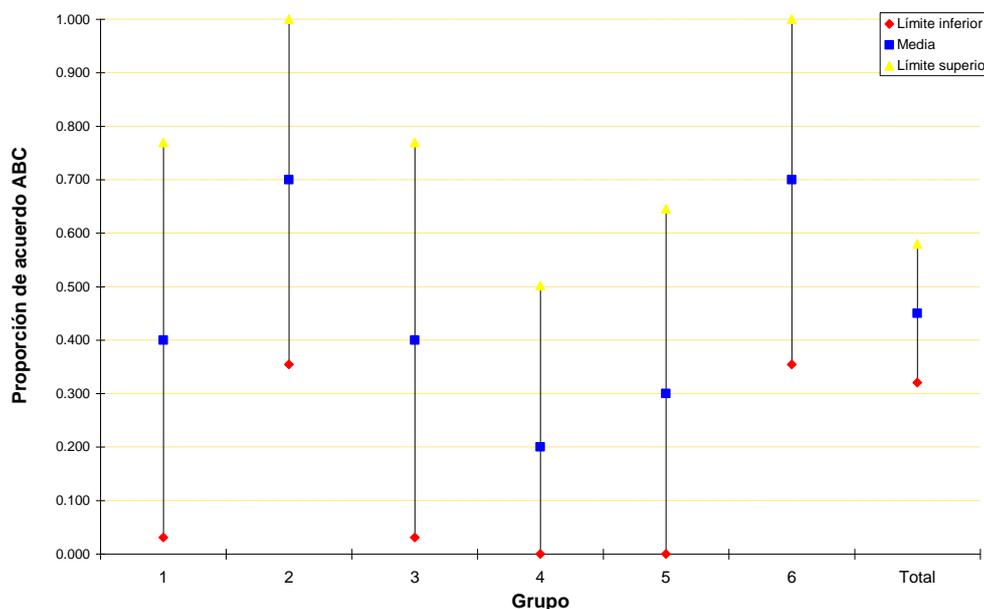
Valor de k	Fuerza de la concordancia
< 0.20	Pobre
0.21 – 0.40	Débil
0.41 – 0.60	Moderada
0.61 – 0.80	Buena
0.81 – 1.00	Muy buena

Tabla 6: Concordancia entre A y B

Grupo	Evaluación A	B			Total	Kappa	Valor p para kappa
		0	1	2			
1	0	1	2		3	0.123	0.620
	1	3	3		6		
	2			1	1		
	Total	4	5	1	10		
2	0	1			1	0.615	0.035
	1	1	8		9		
	Total	2	8		10		
3	0		1		1		
	1	1	6		7		
	2		2		2		
	Total	1	9		10		
4	0			1	1	-0.042	0.845
	1	1	5	2	8		
	2		1		1		
	Total	1	6	3	10		
5	1		6	1	7	-0.176	0.490
	2		3		3		
	Total		9	1	10		
6	1		3	3	6	0.444	0.091
	2			4	4		
	Total		3	7	10		

En general, se obtuvo un acuerdo entre A y B de alrededor del 60%, observando un fuerte traslape entre varios de los intervalos de confianza para la proporción de acuerdos entre los evaluadores A y B. Esto mostró que no existiría diferencia significativa entre la proporción de acuerdos entre A y B, al comparar los diferentes grupos. Similares resultados se obtienen al evaluar la proporción de acuerdos entre A-C y B-C, salvo al evaluar la proporción de acuerdo entre B y C en el grupo 4, en el cual la proporción de acuerdo llega únicamente al 30%. En términos generales la proporción de acuerdo entre A, B y C, es del 70% o menos, llegando a niveles del 20% para el grupo 4, en el cual hubo el mayor grado de discordancia entre los observadores (Gráfico 1).

Gráfico 1: Proporción de acuerdo entre evaluador A, B y C e I.C. al 95%

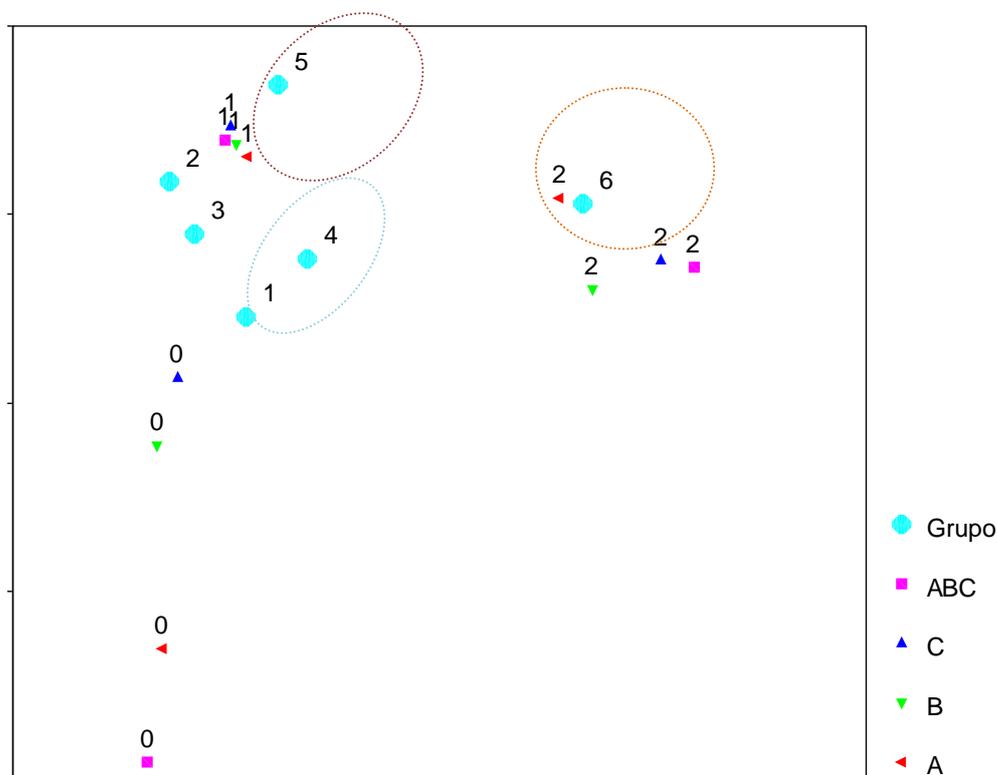


Los resultados obtenidos anteriormente conllevaron a realizar un segundo planteamiento de comparación, utilizando una evaluación modal, es decir una evaluación proporcional por 2 de los 3 evaluadores, en otras palabras, la valoración más común, para de esta manera obtener una comparación global. Así se obtuvo una "calificación promedio", lo cual nos

permitió generar intervalos de confianza del 95% y contrastar diferencias significativas entre las evaluaciones realizadas.

Al realizar el Ranking entre grupos (mapa perceptual-plano factorial), se observó como al grupo 6, los tres evaluadores A, B, C y la evaluación modal (ABC) asignaron a los dientes un nivel 2. Para el grupo 1, los evaluadores B y C manifestaron niveles de 0, el evaluador A y la evaluación modal no tuvieron una marcada tendencia a calificar con 0 a ningún grupo. Para los grupos 2, 3 y 5, la evaluaciones de los 3 expertos y la evaluación modal dieron un nivel 1. En caso del grupo 4, no fue caracterizado por ningún nivel, salvo posiblemente por niveles 0 y 1 (Gráfico 2).

Gráfico 2: Asociaciones entre evaluaciones y grupos



Después de realizar una evaluación promedio de cada evaluador, se realizó una evaluación promedio ABC, es decir de los 3 observadores. La visión global dada por el promedio de la evaluación modal mostró como los grupos tienden a estar identificados en niveles de 1 con cierta tendencia del grupo 6 a ser evaluado con niveles de 2. Además se observó cierta asociación entre los grupos 1-2-3, que a pesar de ser identificados en el nivel 1, mostraron cierta tendencia a 0, los grupos 4-5 presentaron prevalencia al nivel 1 y por otro lado, el grupo 6, demostrando prevalencia en el nivel 2 (Tabla 7; Gráfico 3 y 4).

Dicho esto, se podría decir que el uso de ultrasonido mejoró significativamente la remoción de barrido dentinario a nivel del tercio apical, como lo demostró los grupos 1-2 y 3. Sin embargo, en lo grupos 4 y 5, donde se utilizó EDTA Eufar y SmearClear (SybronEndo) respectivamente, sin ultrasonido, también existió una remoción de barrido dentinario, aunque no en un 100%. Además al agrupar al grupo 4 y 5, con tendencias de nivel 1 en cuanto a la remoción de barrido dentinario, aparentemente no habría diferencia estadística entre ambos grupos. Por otro lado, el grupo 6, es decir el EDTA químicamente preparado sin ultrasonido, fue el grupo que demostró tener menor remoción de barrido dentinario.

Tabla 7: Distribución de evaluaciones por grupo

ABC	Grupo												Total	
	1		2		3		4		5		6			
	Dientes	%												
0	1	10.0	1	10.0	2	20.0	1	10.0					5	8.3
1	8	80.0	9	90.0	8	80.0	7	70.0	9	90.0	4	40.0	45	75.0
2	1	10.0					2	20.0	1	10.0	6	60.0	10	16.7
Total	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	60	100.0

Gráfico 3: Distribución de evaluaciones por grupo

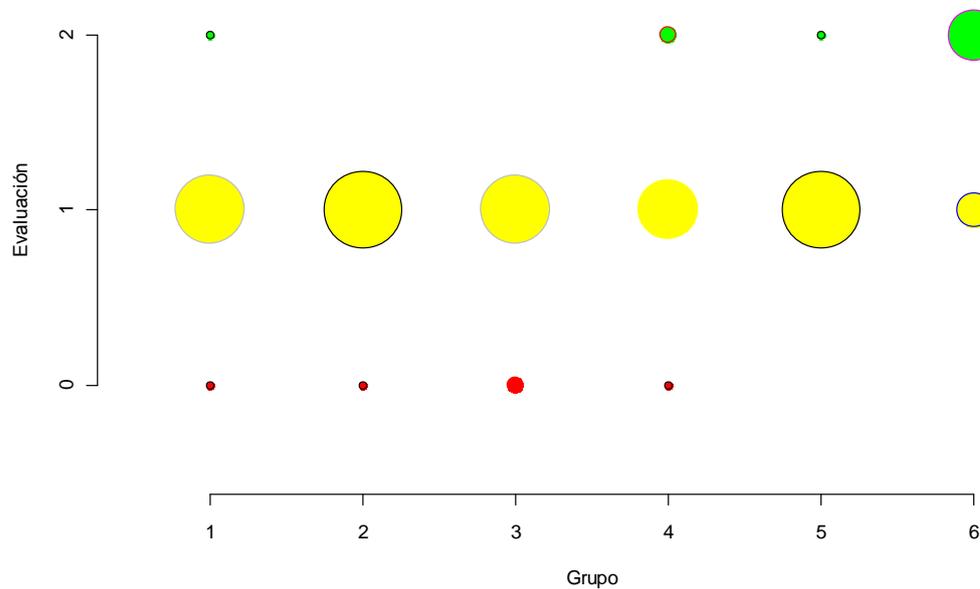
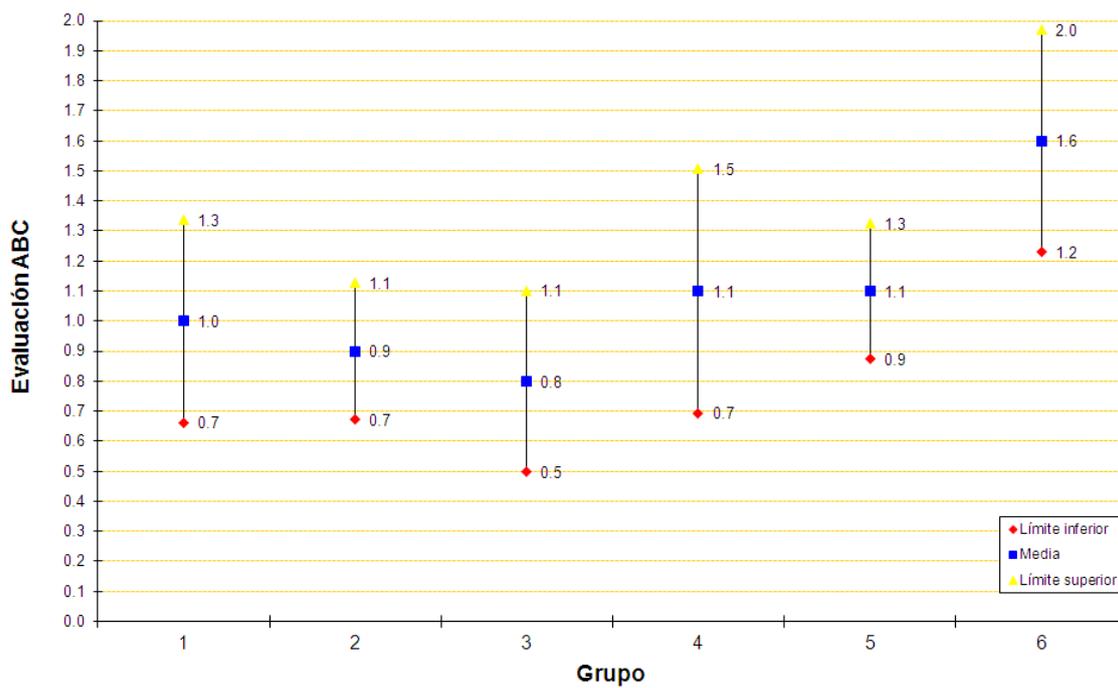


Gráfico 4: I.C al 95% para la evaluación promedio



8. DISCUSIÓN

El presente estudio tuvo un enfoque analítico, el cual puede ser muy subjetivo, de acuerdo a la opinión de cada observador. Motivo por el cual, a través de un análisis estadístico, dimos a éste enfoque un valor paramétrico, para llegar de esta manera a obtener resultados más reales. Esto le logró, al dar scores o puntajes a las distintas fotografías, los mismos que fueron sometidos a un análisis estadístico, obteniendo la modal y la calificación promedio de los puntajes dados por los 3 observadores. Como se explico en el análisis de resultados, la evaluación se realizó por la puntuación proporcionada por 2 de los 3 evaluadores, es decir la moda, para obtener una comparación global de los grupos.

En un tratamiento de conductos, después de la preparación biomecánica, se forma una capa de detritus compuesta de material orgánico e inorgánico, como restos de dentina, microorganismos y remanentes de tejido pulpar. Esta capa se encuentra obliterando la entrada de los conductos radiculares, por este motivo la remoción del barrido dentinario facilita la difusión de sustancias químicas, irrigantes, y medicación intraconducto hacia el sistema de canales radiculares. Estudios han demostrado que el uso de agentes quelantes facilita la remoción de ésta capa, ya que irrigantes convencionales usados en práctica diaria, tales como el Hipoclorito de Sodio y Clorhexidina, han demostrado no ser eficaces en la remoción del barrido dentinario, por lo que se recomienda el uso combinado de Hipoclorito de Sodio y algún quelante como por ejemplo el EDTA, actualmente aceptado como el método más efectivo para cumplir éste propósito (Violich, 2010; Zand, 2010; Dewsnup, 2010).

Nuestros resultados concuerdan con estudios como los realizados por Hulsmann, 2003; Gregorio, 2009, en cuanto a la dificultad de limpieza a nivel del tercio apical, en comparación con el tercio medio y coronal. Khedmat, en el año 2008, observaron que no hubo diferencia estadística al comprar tres tipos diferentes de quelantes, en cuanto a la remoción del barrido dentinario, excepto a nivel apical, donde algunos quelantes demostraron tener incluso menor eficiencia. Además observaron que no hubo una

remoción completa del barrido dentinario a nivel apical. Torres en el 2010, demostró en su estudio, una diferencia significativa en la remoción del barrido dentinario, usando EDTA con y sin Endoactivator, a nivel del tercio coronal, donde hubo un 100% de remoción, usando o no, el Endoactivator, en comparación con el tercio medio y apical, donde la remoción fue menor, reafirmando nuestros resultados.

Ballal en el 2009, observó similares resultados al usar Ácido maleico al 7%, demostrando iguales resultados que el EDTA 17%, en la remoción del barrido dentinario a nivel del tercio medio y coronal, a excepción del tercio apical, refiriéndose al mismo, como un área crucial para la desinfección.

Debido a la dificultad por acceder una completa desinfección del tercio apical, se ha sugerido el uso de ultrasonido, con el objetivo de mejorar la eficacia de los agentes quelantes y la penetración de los irrigantes (Gregorio, 2009), motivo por el cual nos sentimos incentivados en investigar su relevancia al ser usado en combinación con tres diferentes tipos de quelantes, en la remoción de barrido dentinario a nivel apical. Estudios recientes demuestran mejores resultados al usar EDTA y ultrasonido en la remoción del barrido dentinario (Lui, 2007). Sin embargo, la mayoría de éstos estudios, se basan en la remoción a nivel coronal y medio, mientras que en tercio apical la remoción del barrido dentinario ha sido menor (Rodig, 2010; Hulsmann, 2003).

Kuah en el año 2009, utilizando en su estudio, un protocolo similar al que nosotros seguimos para nuestra investigación, concluyeron que la aplicación combinada de EDTA y ultrasonido por un minuto, es eficiente en la remoción de barrido dentinario a nivel apical del conducto radicular. Similares estudios, han demostrado obtener mejores resultados al utilizar el ultrasonido, después de completar la instrumentación y durante la irrigación final, coincidiendo así, con nuestros resultados. Al parecer el uso de ultrasonido activa la lima de manera pasiva y aparentemente mejora la eficacia del agente quelante, mejorando la remoción de barrido dentinario a nivel de tercio apical (Gregorio, 2009).

Además se observó que no hubo diferencias estadísticas entre el EDTA Eufar y el SmearClear (SybronEndo), a pesar que éste último tiene en sus componentes surfactantes, que mejorarían sus propiedades quelantes, de acuerdo con el fabricante. Resultados similares obtuvo Bezerra, en el año 2008, demostrando que el SmearClear removió el barrido dentinario de manera similar al EDTA, sugiriendo que ambas soluciones son indicadas para cumplir con este propósito, sin demostrar diferencias estadísticas significativas. De igual manera. Lui, en el 2007, concluyó que la adición de surfactantes al EDTA, no mejoró los resultados en cuanto a la remoción del barrido dentinario.

En nuestro estudio, pudimos observar que el uso de ultrasonido mejoró significativamente la remoción de barrido dentinario a nivel del tercio apical, como lo demostraron los grupos 1-2 y 3. Sin embargo, en los grupos 4 y 5, donde se utilizó EDTA Eufar y SmearClear respectivamente, sin ultrasonido, también existió una remoción de barrido dentinario, aunque no en su totalidad, por éste motivo estos grupos se mantuvieron en su mayoría en una nivel 1, es decir, hubo algunos túbulos dentinarios abiertos, con barrido dentinario cubriendo la entrada de otros túbulos dentinarios. Además al agrupar al grupo 4 y 5, con tendencias de nivel 1 en cuanto a la remoción de barrido dentinario, aparentemente no habría diferencia estadística entre ambos grupos.

Por otro lado, el grupo 4, es decir el EDTA Eufar, sin uso de ultrasonido, fue el que más discrepancias tuvo en cuanto a los resultados obtenidos por los 3 observadores. No sabemos exactamente a qué se debió este desacuerdo, pero al ser éste un estudio analítico, puede dar lugar a distintas percepciones, de acuerdo a cada observador, el mismo que puede ser influenciado de diferentes maneras, por ejemplo, el ambiente que los rodea. Otro dato interesante fue observar como el grupo A y B, tuvieron mayor concordancia en relación al observador C, al momento de dar el puntaje a las fotografías, siendo los observadores A y B del mismo sexo, lo cual podría ser otro factor a considerar.

El grupo 6 o EDTA químicamente preparado, sin ultrasonido, no tuvo buenos resultados en comparación con el resto de grupos en general, siendo el grupo que obtuvo menor

remoción de barrido dentinario. Aparentemente al ser éste EDTA, un producto obtenido a través de una farmacia de manipulación, no contenga algún componente extra, en comparación al EDTA Eufar o al SmearClear (SybronEndo), fabricados con el propósito de remover barrido dentinario. Es importante analizar cómo este mismo EDTA químicamente preparado, si obtuvo buenos resultados al ser utilizado con ultrasonido, por lo que parece ser, que efectivamente el uso de ultrasonido puede ser la clave para mejorar la remoción de barrido dentinario, en áreas inaccesibles o difíciles de limpiar, como es el tercio apical.

Finalmente, en nuestra investigación, corroboramos la dificultad para acceder al tercio apical. Incluso con la ayuda de agentes quelantes y ultrasonido, la remoción total del barrido dentinario parecería ser menos factible. Es importante analizar que la inserción de la aguja de irrigación fue realizada a 3 mm de la longitud de trabajo, para de ésta manera tener una mayor relevancia clínica, ya que en la práctica diaria, correríamos el riesgo de extruir el irrigante hacia tejidos periapicales. Las fotografías fueron tomadas aproximadamente a los 2-3 milímetros de la longitud de trabajo, por lo que podríamos decir que esta podría ser otra causa por la que no se logra remover totalmente el barrido dentinario a éste nivel.

9. CONCLUSIONES

En las condiciones que este trabajo fue ejecutado nos es factible concluir que:

- Existe diferencia estadística en cuanto a la remoción del barrido dentinario, al comparar el EDTA Eufar, con o sin ultrasonido, a nivel del tercio apical, siendo más efectivo en la remoción, el EDTA con ultrasonido.
- Hubo diferencia estadística en cuanto a la remoción del barrido dentinario, al comparar el SmearClear (SybronEndo), con o sin ultrasonido, a nivel del tercio apical, siendo más efectivo en la remoción, el SmearClear con ultrasonido.
- Se observó diferencia estadística en cuanto a la remoción del barrido dentinario, al comparar el EDTA químicamente preparado, con o sin ultrasonido, a nivel del tercio apical, siendo más efectivo en la remoción, el EDTA químicamente preparado con ultrasonido.
- De entre los grupos en los que se utilizó ultrasonido, los cuales demostraron mayor remoción de barrido dentinario, no hubo diferencia estadística entre el EDTA Eufar, el SmearClear (SybronEndo) y el EDTA químicamente preparado. Sin embargo el EDTA Eufar tuvo mayor tendencia a valores de 0, es decir, de lograr una remoción completa de barrido dentinario
- La asociación de EDTA Eufar, SmearClear (SybronEndo) y el EDTA químicamente preparado con el ultrasonido, permite mejores resultados en la remoción del barrido dentinario en el tercio apical
- No existió diferencia estadística entre el EDTA Eufar y el SmearClear (SybronEndo), por lo que se puede concluir, que la adición de surfactantes al SmearClear, no mejora significativamente sus propiedades
- El EDTA químicamente preparado sin ultrasonido, fue el que removió menor cantidad de barrido dentinario a nivel de tercio apical

- El tercio apical es el segmento de la raíz más difícil de acceder y limpiar, en comparación con el tercio medio y coronal, donde la remoción de barrido dentinario parecería ser más factible

10. RECOMENDACIONES

La remoción del barrido dentinario es un procedimiento fundamental y recomendado para mejorar la eficacia en el tratamiento de Endodoncia. Su eliminación nos permitirá tener túbulos dentinarios más permeables, logrando así, una mejor penetración de las sustancias irrigadores, medicamentos intraconducto y finalmente, de los cementos selladores, permitiendo de esta manera, un sellado hermético de los conductos radiculares, mejorando el pronóstico del tratamiento.

La limpieza y desinfección de un conducto radicular es más difícil de lograr a nivel del tercio apical, debido a varios aspectos como son su menor diámetro y su complejidad anatómica. Es por éste motivo que la irrigación juega un papel fundamental en el tratamiento, para poder limpiar áreas inaccesibles por la instrumentación mecánica.

Dados los resultados, se recomienda el uso de agentes quelantes como irrigación final, tales como el EDTA Eufar y SmearClear (SybronEndo), los cuales ayudan en la remoción de barrido dentinario a nivel de tercio apical. Sin embargo, el uso combinado de EDTA Eufar y SmearClear y EDTA químicamente preparado con ultrasonido, mejora significativamente los resultados, obteniendo conductos dentinarios más permeables, especialmente a nivel de tercio apical, demostrados en éste trabajo.

11. BIBLIOGRAFÍA:

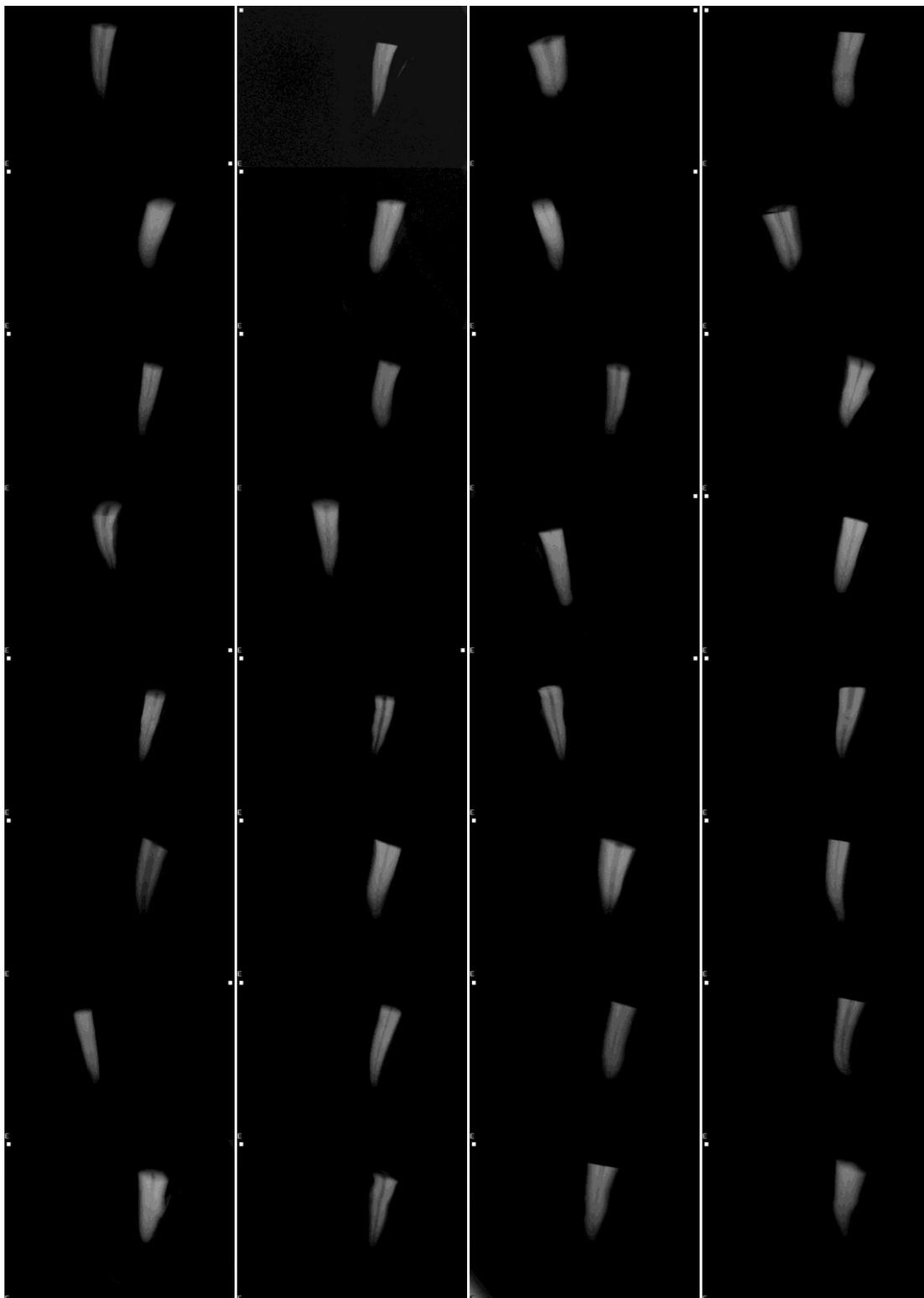
- Ballal Nidambur V, Kandian S, Kundabala Mala, Kadengodlu Seetharama Bhat and Shashirashmi Acharya. *Comparison of the Efficacy of Maleic Acid and Ethylenediaminetetraacetic Acid in Smear Layer Removal from Instrumented Human Root Canal: A Scanning Electron Microscopic Study*. J Endod, 2009
- Bóveda C. *Endodoncia: Adelantos que ya están en uso y lo que se utilizará en el futuro*. Venezuela, 1999
- Cesar de Gregorio, Estevez R, Cisneros R, Heilborn and Cohenca N. *Effect of EDTA, Sonic, and Ultrasonic Activation on the Penetration of Sodium Hypochlorite into Simulated Lateral Canals: An In Vitro Study*. J Endod, 2009
- Chopra S, Peter E. Murray and Kenneth N. Namerow. *A Scanning Electron Microscopic Evaluation of the Effectiveness of the F-file versus Ultrasonic Activation of a K-file to Remove Smear Layer*. J Endod, 2008
- Da Silva Lea Assed Bezerra, Meng Sanguino A, Tomaz Rocha C, Roberto Leonardo M and Assed Bezerra Silva R. *Scanning Electron Microscopic Preliminary Study of the Efficacy of SmearClear and EDTA for Smear Layer Removal after Root Canal Instrumentation in Permanent Teeth*. J Endod, 2008
- Dewsnup N, Pileggi R, Haddix J, Uma Nair, Clay Walker and Herdy Varella C. *Comparison of Bacterial Reduction in Straight and Curved Canals Using Erbium, Chromium:Yttrium-Scandium-Gallium- Garnet Laser Treatment versus a Traditional Irrigation Technique With Sodium Hypochlorite*. J Endod, 2010
- Goel Shweta, Sanjay Tewari, Rohtak and Haryana, India. *Smear layer removal with passive ultrasonic irrigation and the NaviTip FX: a scanning electron microscopic study*. Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod 2009
- Gu Li-sha, Jong Ryul Kim, Junqi Ling, Kyung Kyu Choi, Pashley D and Franklin R. Tay. *Review of Contemporary Irrigant Agitation Techniques and Devices*. J Endod, 2009
- Gu Xin-Hua, Cai-Yun Mao and Kern M. *Effect of Different Irrigation on Smear Layer Removal after Post Space Preparation*. J Endod, 2009

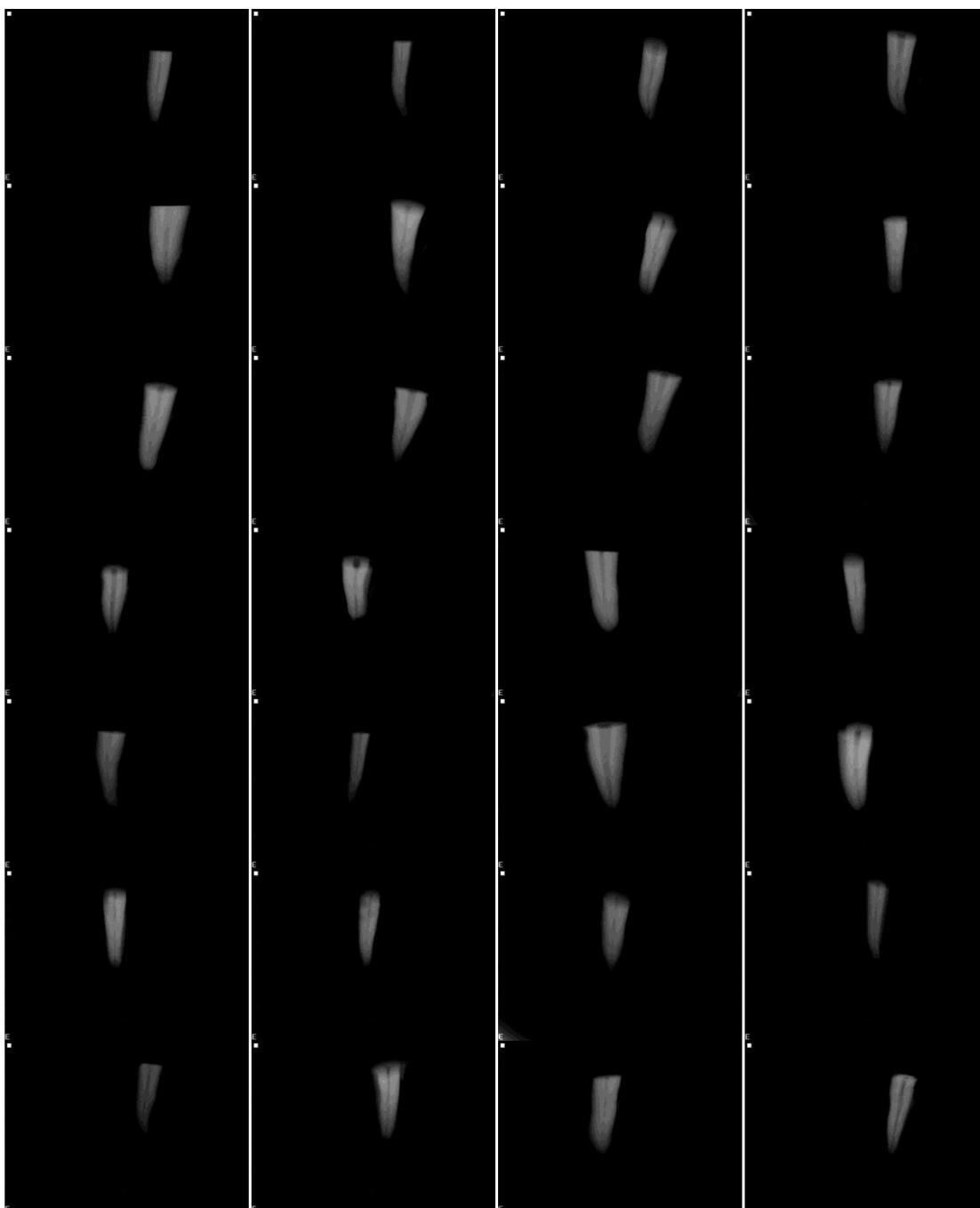
- Gutarts R, Nusstein J, Reader A, and Beck M. *In Vivo Debridement Efficacy of Ultrasonic Irrigation Following Hand-Rotary Instrumentation in Human Mandibular Molars*. JOE, 2005
- Hulsmann M, Heckendorff M, Lennon A, *Chelating agents in root canal treatment mode of action and indications for their use – a review*. International Endodontic Journal, 2003.
- Khedmat S, and Shokouhinejad N. *Comparison of the Efficacy of Three Chelating Agents in Smear Layer Removal*. J Endod, 2008
- Kuah Hong-Guan, Jeen Lui, Patrick S.K. and Nah-Nah Chen. *The Effect of EDTA with and without Ultrasonics on Removal of the Smear Layer*. J Endod, 2009
- Lea Simon C, CPhys, MInstP, A. Walmsley D and Lumley P. *Analyzing Endosonic Root Canal File Oscillations: An InVitro Evaluation*. J Endod, 2010
- Lui Jeen-Nee, Hong-Guan Kuah, and Nah-Nah Chen. *Effect of EDTA with and without Surfactants or Ultrasonics on Removal of Smear Layer*. J Endod, 2007
- Manual de fabricación e instrucciones del sistema de puntas endodónticas VARIOS, para limas U E11/E12 de la NSK
- Manual de fabricación e instrucciones del SmearClear, casa comercial SybronEndo
- Manual de uso Kit Limas Protaper Universal. Dentsply Maillefer, Ballaigues, Switzerland
- Mello I, Brigitte Kammerer A, Yoshimoto D, Skelton M and João H. *Influence of Final Rinse Technique on Ability of Ethylenediaminetetraacetic Acid of Removing Smear Layer*. J Endod 2010
- Moon Young-Mi, Won-Jun Shon, Seung-Ho Baek, Kwang-Shik B, Kee-Yeon Kum, and WooCheol L. *Effect of Final Irrigation Regimen on Sealer Penetration in Curved Root Canals*. J Endod 2010

- Ozdemir Hu, Hatice Dogan Buzoglu, Semra Calt, Adam Stabholz and Doron Steinberg. *Effect of Ethylenediaminetetraacetic Acid and Sodium Hypochlorite Irrigation on Enterococcus faecalis Biofilm Colonization in Young and Old Human Root Canal Dentin: In Vitro Study.* J Endod 2010
- Plotino G, Cornelis H. Pameijer, Grande N, and Somma F. *Ultrasonics in Endodontics: A Review of the Literature.* J Endod, 2007
- Rasimick B, Nekich M, Hladek M, Musikant B and Deutsch A. *Interaction between Chlorhexidine Digluconate and EDTA.* J Endod 2008
- Rodig T, Doßmann S, Konietschke F, Drebenstedt S and Hußmann M. *Effectiveness of Different Irrigant Agitation Techniques on Debris and Smear Layer Removal in Curved Root Canals: A Scanning Electron Study.* J Endod 2010
- Sabins R, Johnson J and W. Hellstein J. *A Comparison of the Cleaning Efficacy of Short- Term Sonic and Ultrasonic Passive Irrigation after Hand Instrumentation in Molar Root Canals.* Journal of Endodontics, 2003
- Scelza M, Zaccaro, Santos da Silva Pierro V, Alves Chagas M, Esmeraldo da Silva L and Scelza P. *Evaluation of Inflammatory Response of EDTA, EDTA-T, and Citric Acid in Animal Model.* J Endod 2010
- Shahravan A, Ali-Akbar Haghdoost, Alireza Adl, Hessam Rahimi and Fahimeh Shadifar. *Effect of Smear Layer on Sealing Ability of Canal Obturation: A Systematic Review and Meta-analysis.* J Endod, 2007
- Soares Janir Alves, Roque de Carvalho, Cunha Santos S, Mangerotti Castro R Ribeiro-Sobrinho A, Brito-Júnior M, Prazeres Magalhães P, Santos M, and Maceêdo Farias L. *Effectiveness of Chemomechanical Preparation With Alternating Use of Sodium Hypochlorite and EDTA in Eliminating Intracanal Enterococcus faecalis Biofilm.* J Endod 2010
- Tay F, Li-sha Gu, G. John Schoeffel, Courtney Wimmer, Lisiane Susin, Kai Zhang, Senthil N. Arun, Jongryul Kim, Stephen W. Looney and David H. Pashley. *Effect of Vapor Lock on Root Canal Debridement by Using a Side-vented Needle for Positive-pressure Irrigant Delivery.* J Endod, 2010

- Torabinejad M, Cho Y, Khademi A, Leif K. Bakland, and Shabahang S. *The Effect of Various Concentrations of Sodium Hypochlorite on the Ability of MTAD to Remove the Smear Layer*. Journal of Endodontics, 2003
- Torres Uroz-D, González-Rodríguez P, and Ferrer-Luque C. *Effectiveness of the EndoActivator System in Removing the Smear Layer after Root Canal Instrumentation*. J Endod, 2010
- Van der Sluis L, Maikel P.J.M. Vogels, Verhaagen B, Macedo R, and Wesselink P. *Study on the Influence of Refreshment/Activation Cycles and Irrigants on Mechanical Cleaning Efficiency During Ultrasonic Activation of the Irrigant*. J Endod, 2010
- Van der Sluis, Versluis M, Wu MK, Wesselink P. *Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature*. International Endodontic Journal, 2007
- Violich DR, Chandler NP. *The smear layer in endodontics – a review*. International Endodontic Journal, 2010
- Wiseman A, Cox T, Paranjpe A, Flake N, Cohenca Nand J. Johnson. *Efficacy of Sonic and Ultrasonic Activation for Removal of Calcium Hydroxide from Mesial Canals of Mandibular Molars: A Microtomographic Study*. J Endod 2011
- Zand V, Lotfi M, Rahimi S, Mokhtari H, Kazemi A and Sakhamanesh V. *A Comparative Scanning Electron Microscopic Investigation of the Smear Layer after the Use of Sodium Hypochlorite Gel and Solution Forms as Root Canal Irrigants*. J Endod, 2010
- Zeltner M, Ove A and Paque F'. *Temperature Changes During Ultrasonic Irrigation with Different Inserts and Modes of Activation*. J Endod, 2009
- Zhang K, Kyung Kim Y, Cadenaro M, Bryan T, J. Sidow S, Loushine R, Jun-qi Ling, David H. Pashley, and Franklin R. Tay. *Effects of Different Exposure Times and Concentrations of Sodium Hypochlorite/Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Structural Integrity of Mineralized Dentin*. J Endod 2010

ANEXO 1





ANEXO 2

A: Puntaje observador 1

B: Puntaje observador 2

C: Puntaje observador 3

GRUPO 1 EDTA EUFAR CON ULTRASONIDO				GRUPO 2 SMEAR CLEAR CON ULTRASONIDO			
Diente	A	B	C	Diente	A	B	C
1	2	2	2	1	1	1	1
2	0	1	1	2	1	1	1
3	1	1	1	3	1	1	1
4	1	1	2	4	1	1	1
5	0	1	1	5	1	1	1
6	0	0	0	6	1	1	1
7	1	0	1	7	1	1	0
8	1	1	1	8	1	0	1
9	1	0	1	9	1	1	0
10	1	0	1	10	0	0	0

GRUPO 3 QUIMICAMENTE CON ULTRASONIDO				GRUPO 4 EDTA EUFAR SIN ULTRASONIDO			
Diente	A	B	C	Diente	A	B	C
1	1	1	1	1	1	2	2
2	1	0	0	2	1	1	1
3	1	1	0	3	2	1	2
4	1	1	1	4	0	2	0
5	2	1	1	5	1	0	1
6	2	1	1	6	1	1	0
7	1	1	0	7	1	1	1
8	1	1	1	8	1	1	0
9	1	1	1	9	1	2	1
10	0	1	0	10	1	1	0

GRUPO 5 SMEAR CLEAR SIN ULTRASONIDO				GRUPO 6 QUIMICAMENTE SIN ULTRASONIDO			
Diente	A	B	C	Diente	A	B	C
1	1	1	0	1	1	1	1
2	1	1	1	2	1	1	1
3	2	1	1	3	2	2	2
4	2	1	2	4	1	2	2
5	1	2	1	5	1	2	1
6	1	1	0	6	2	2	2
7	1	1	0	7	1	2	2
8	1	1	1	8	2	2	2
9	2	1	1	9	2	2	2
10	1	1	1	10	1	1	1

ANEXO 3

Análisis estadísticos de los resultados

1.- Análisis de concordancia entre evaluadores

Antes de proceder con el análisis de los resultados, se plantea el análisis de la concordancia entre los evaluadores, pues en la medida de que ellos coincidan, se podrá garantizar una mejor resultado.

De hecho, la tabla 1 muestra como de los 60 dientes considerados, la tendencia de los jueces A y B parecería ser a puntuaciones de 1, seguidos de 2 y al final de 0, mientras que el evaluador C tendría cierta tendencia a evaluar, más que los otros, a valores de 0.

Tabla 1: Evaluaciones registradas

Evaluación	A		B		C	
	Dientes	%	Dientes	%	Dientes	%
0	6	10.0	8	13.3	15	25.0
1	43	71.7	40	66.7	34	56.7
2	11	18.3	12	20.0	11	18.3
Total	60	100.0	60	100.0	60	100.0

Tabla 2: Número de dientes según evaluación, evaluador y grupo

Grupo	Evaluación								
	0			1			2		
	A	B	C	A	B	C	A	B	C
1	3	4	1	6	5	7	1	1	2
2	1	2	3	9	8	7			

3	1	1	4	7	9	6	2		
4	1	1	4	8	6	4	1	3	2
5			3	7	9	6	3	1	1
6				6	3	4	4	7	6

La misma tendencia a calificar con “valores bajos” por parte del evaluador C se la nota cuando se analiza por Grupo, tabla 2, sobre todo en los grupos 2, 3, 4 y 5. Sin embargo, es notorio que los 3 evaluadores tienden a calificar a la mayoría de dientes, en todos los grupos, con niveles 1.

Se hace necesario entonces, indagar en qué medida los evaluadores califican de la misma manera. Para ello, lo primero que se puede calcular es el índice de concordancia entre evaluadores denominado kappa de Cohem, el cual mide el acuerdo entre las dos evaluaciones. Un valor igual a 1 indica un acuerdo perfecto. Un valor igual a 0 indica que el acuerdo no es mejor que el que se obtendría por azar.

Se suele recomendar la siguiente valoración para el índice de concordancia

Tabla 3: Valoración del Índice Kappa

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

Para el caso de comparar los evaluadores A y B por grupo, el índice de concordancia se muestra en la siguiente tabla:

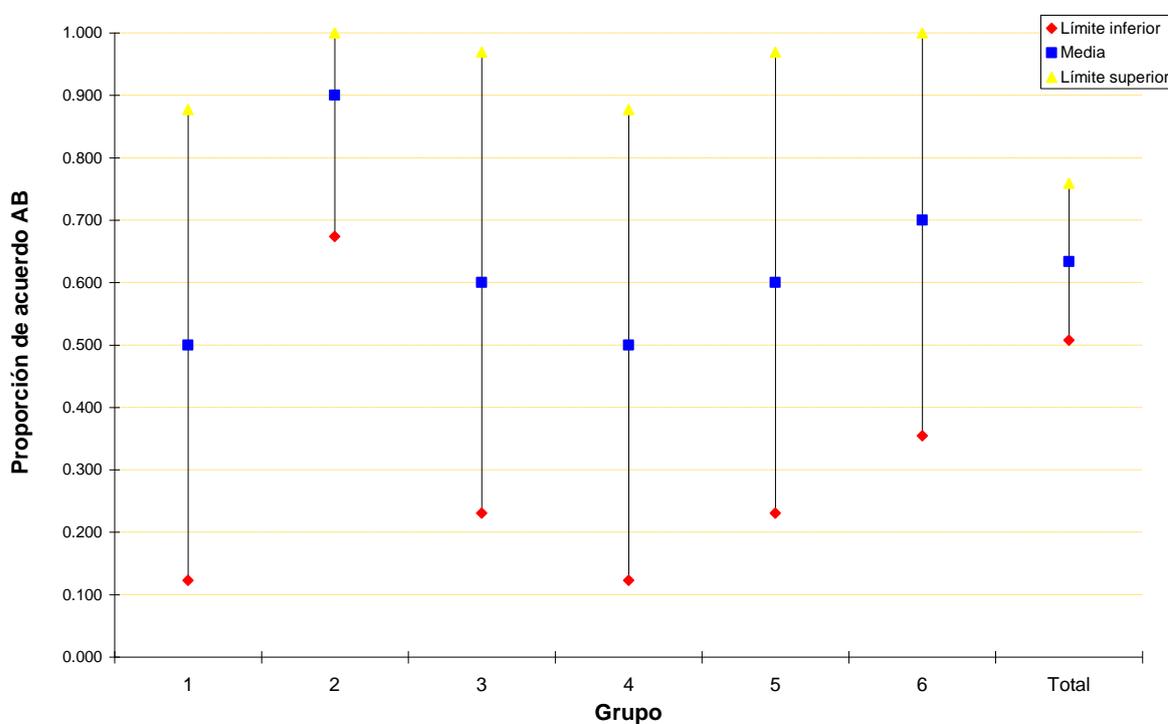
Tabla 4: Concordancia entre A y B

Grupo	Evaluación A	B			Total	Kappa	Valor p para kappa
		0	1	2			
1	0	1	2		3	0.123	0.620
	1	3	3		6		
	2			1	1		
	Total	4	5	1	10		
2	0	1			1	0.615	0.035
	1	1	8		9		
	Total	2	8		10		
3	0		1		1		
	1	1	6		7		
	2		2		2		
	Total	1	9		10		
4	0			1	1	-0.042	0.845
	1	1	5	2	8		
	2		1		1		
	Total	1	6	3	10		
5	1		6	1	7	-0.176	0.490
	2		3		3		
	Total		9	1	10		
6	1		3	3	6	0.444	0.091
	2			4	4		
	Total		3	7	10		

De donde se puede notar que la concordancia según este índice va de pobre a máximo moderada, pero en algunos casos ni siquiera es posible calcularlo. Por ello, se prefiere utilizar una estimación de la proporción de acuerdo entre evaluadores, mostrado en las siguientes figuras, en las cuales se añade además el intervalo de confianza al 95% para la proporción de acuerdo.

Se incluye también, la estimación del acuerdo entre los evaluadores sin considerar el grupo de dientes (total).

Figura 1: Proporción de acuerdo entre evaluador A y B e I.C. al 95%



Para el caso de los evaluadores A y B, se logra una proporción mínima de 0.5 (50%) en los grupos 1 y 4, con un acuerdo máximo detectado en el grupo 2 (0.9). En general, el acuerdo entre A y B estaría alrededor del 60%.

Hay que notar el fuerte traslape entre varios de los intervalos de confianza para la proporción de acuerdos entre los evaluadores A y B, esto mostraría que no existiría diferencia significativa entre la proporción de acuerdos entre A y B al comparar los diferentes grupos.

Similares resultados se obtienen al evaluar la proporción de acuerdos entre A-C y B-C, salvo al evaluar la proporción de acuerdo entre B y C en el grupo 4 que llega únicamente al 30%.

Figura 2: Proporción de acuerdo entre evaluador A y C e I.C. al 95%

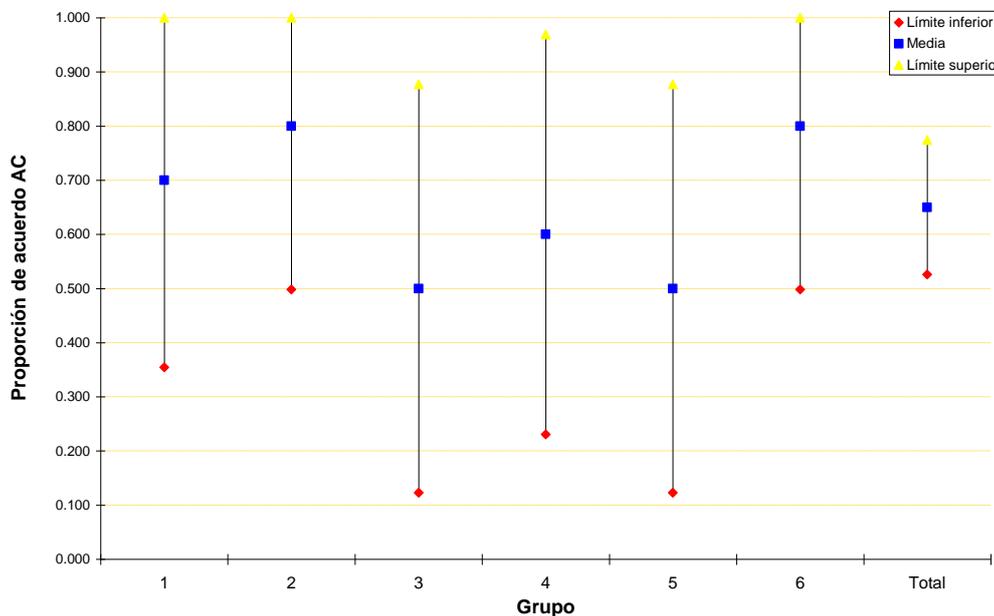
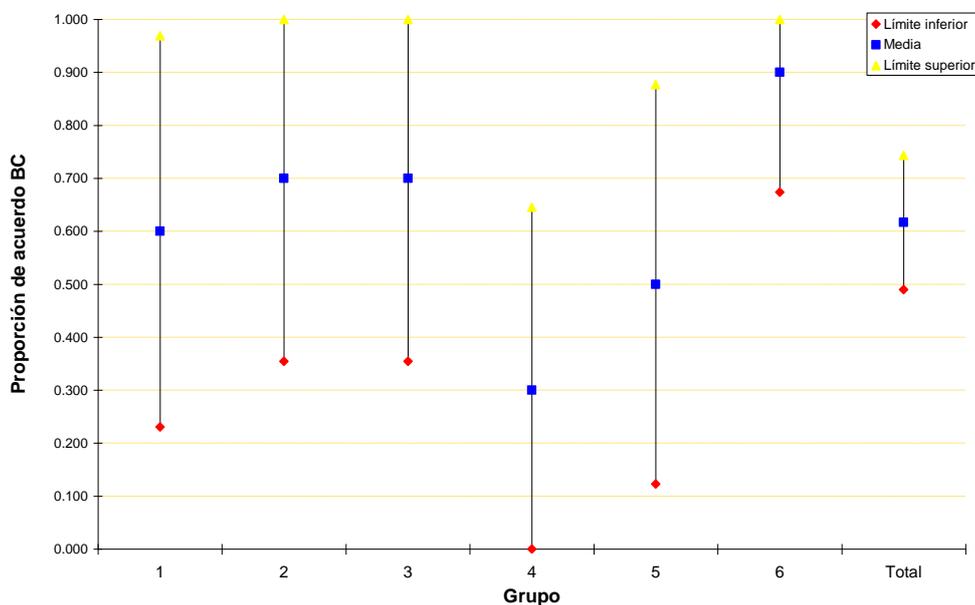
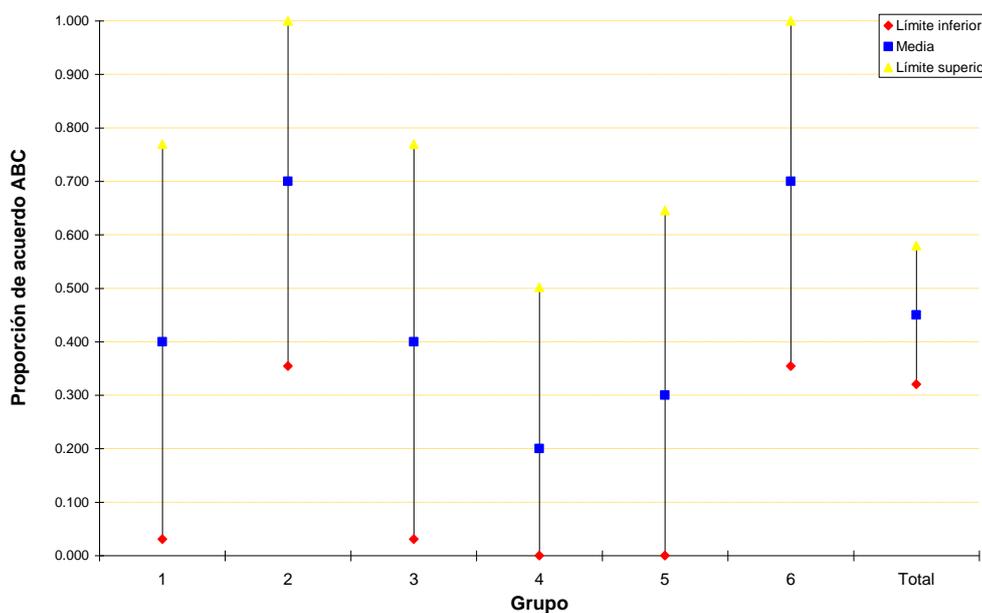


Figura 3: Proporción de acuerdo entre evaluador B y C e I.C. al 95%



Para el caso del acuerdo entre A, B y C (figura siguiente), la proporción de acuerdo está en el orden del 70% o menos, llegando a niveles del 20% para el caso del grupo 4.

Figura 4: Proporción de acuerdo entre evaluador A, B y C e I.C. al 95%



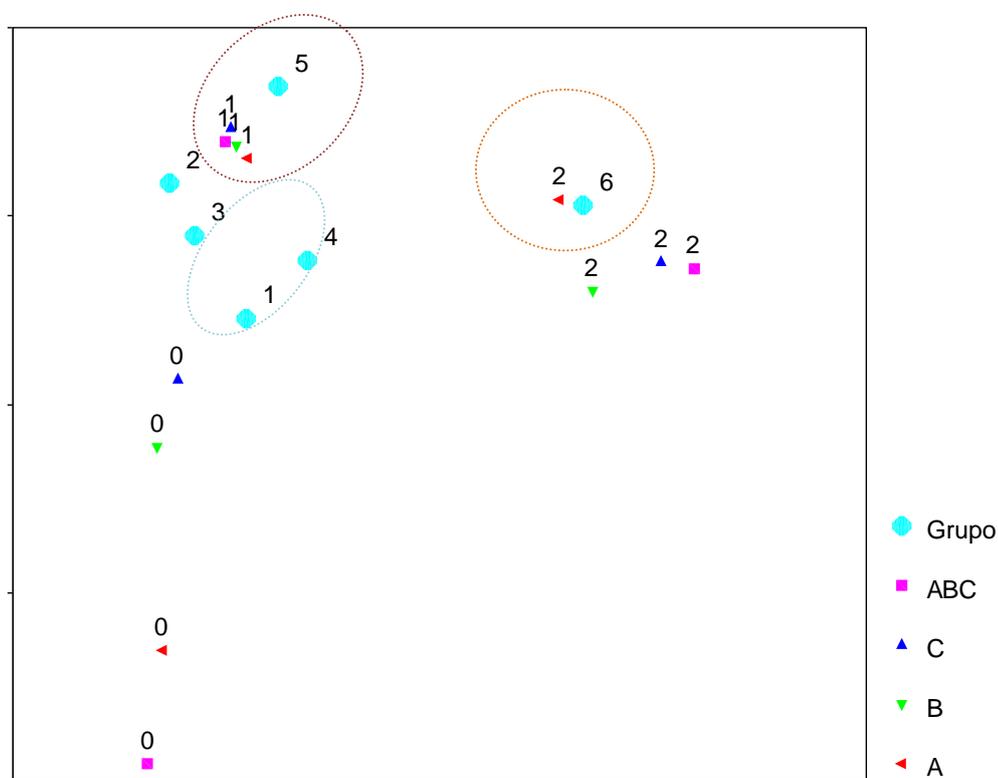
Estos resultados conllevan al siguiente planteamiento de comparación entre los resultados de los diferentes grupos:

- Se comparan los grupos según la evaluación dada por cada uno de los expertos
- Se utiliza la evaluación modal, es decir, la evaluación proporcionada por 2 de los 3 evaluadores para obtener una comparación global de los grupos
- Se considera que las evaluaciones realizadas constituyen una calificación sobre dos puntos y se compara la “calificación promedio”, esto permite también generar intervalos de confianza al 95% y por tanto contrastar diferencias significativas entre las evaluaciones realizadas.

2.- Ranking entre grupos

Inicialmente, se resume las asociaciones entre niveles de evaluación, evaluadores y grupos de dientes en la siguiente figura (mapa perceptual-plano factorial):

Figura 5: Asociaciones entre evaluaciones y grupos



Se percibe como al grupo 6 los tres evaluadores A, B, C y la evaluación modal (ABC) asignan a los dientes un nivel 2.

Para el grupo 1, los evaluadores B y C manifiestan niveles de 0, el evaluador A y la evaluación modal no tendrían una marcada tendencia a calificar con 0 a ningún grupo.

Para los grupos 2, 3 y 5, la evaluaciones de los 3 expertos y la evaluación modal diría que los dientes alcanzan un nivel 1.

Nótese como el grupo 4 no es caracterizado por ningún nivel, salvo posiblemente por niveles 0 y 1.

Evaluación A

Los resultados según el evaluador A mostrarían que básicamente todos los grupos serían considerados como nivel 1, aunque si se notaría similitudes en los grupos 1-2, 3-4 y 5-6, los cuales mantendrían ciertas semejanzas al momento de ser evaluados por A.

Tabla 5: Distribución de evaluaciones por grupo

A	Grupo												Total	
	1		2		3		4		5		6			
	Dientes	%												
0	3	30.0	1	10.0	1	10.0	1	10.0					6	10.0
1	6	60.0	9	90.0	7	70.0	8	80.0	7	70.0	6	60.0	43	71.7
2	1	10.0			2	20.0	1	10.0	3	30.0	4	40.0	11	18.3
Total	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	60	100.0

Figura 6: Distribución de evaluaciones por grupo

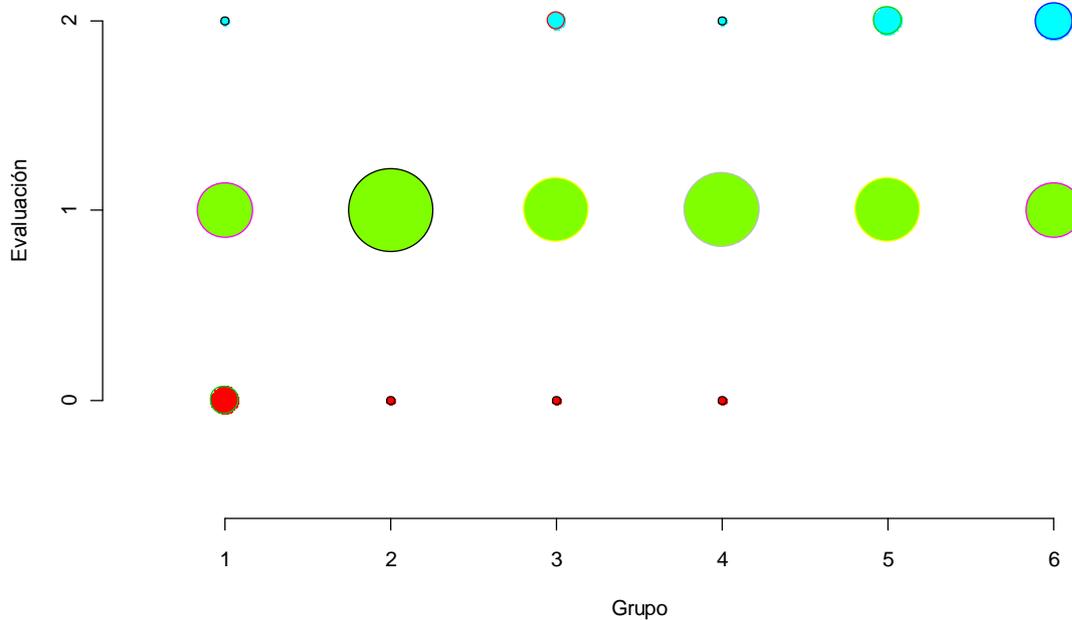
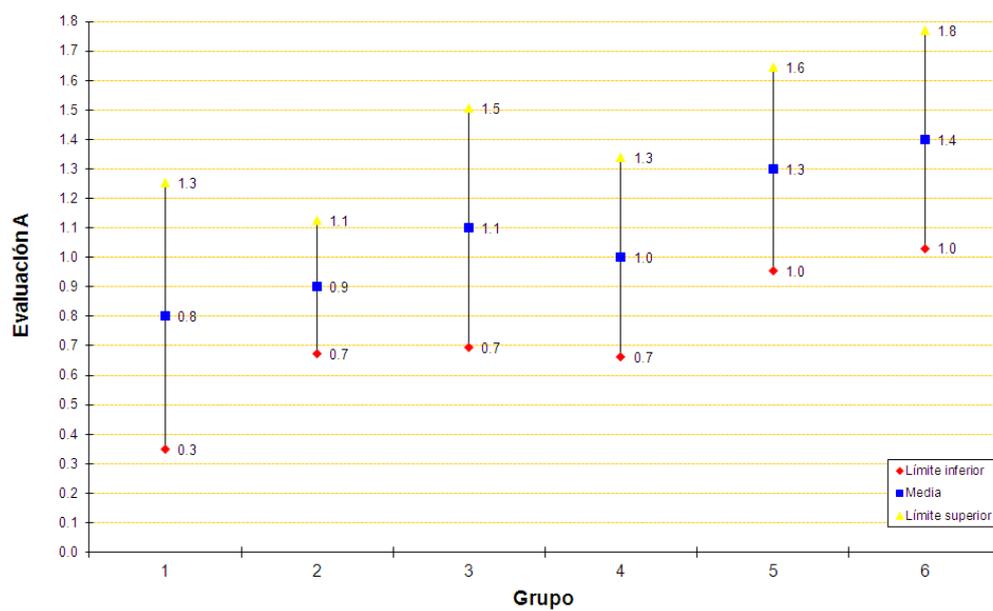


Figura 7: I.C al 95% para la evaluación promedio



Evaluación B

Para el evaluador B de igual manera al A, los grupos tienden a estar en un nivel 1, pero en este caso, habría mayor semejanza entre los grupos 1,2 y 3 por otro lado los grupos 4 y 5 y finalmente el grupo 6.

Tabla 6: Distribución de evaluaciones por grupo

B	Grupo												Total	
	1		2		3		4		5		6			
	Dientes	%												
0	4	40.0	2	20.0	1	10.0	1	10.0					8	13.3
1	5	50.0	8	80.0	9	90.0	6	60.0	9	90.0	3	30.0	40	66.7
2	1	10.0					3	30.0	1	10.0	7	70.0	12	20.0
Total	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	60	100.0

Figura 8: Distribución de evaluaciones por grupo

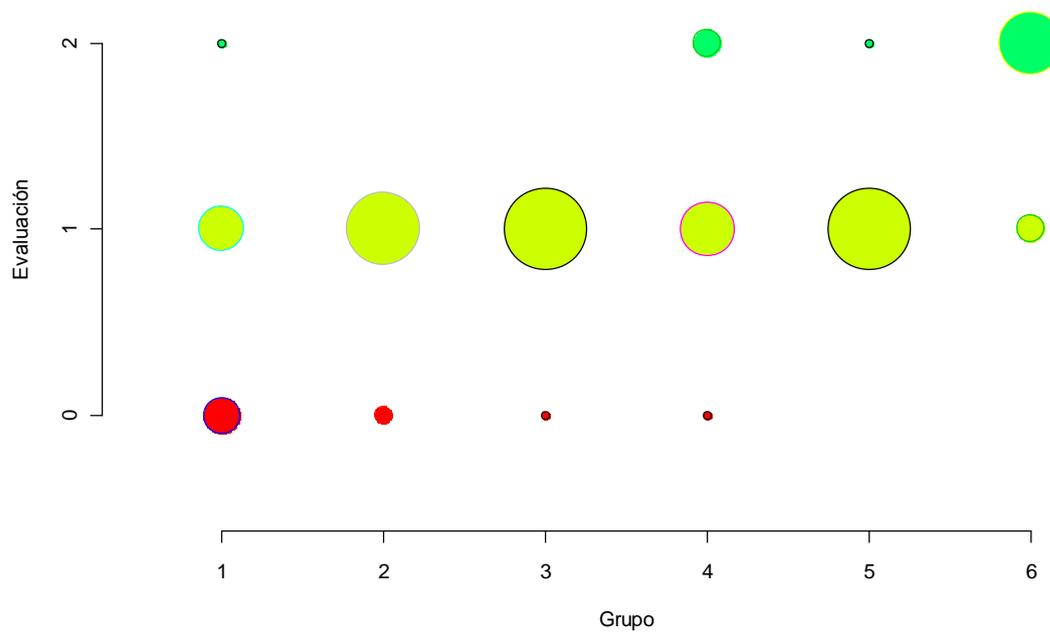
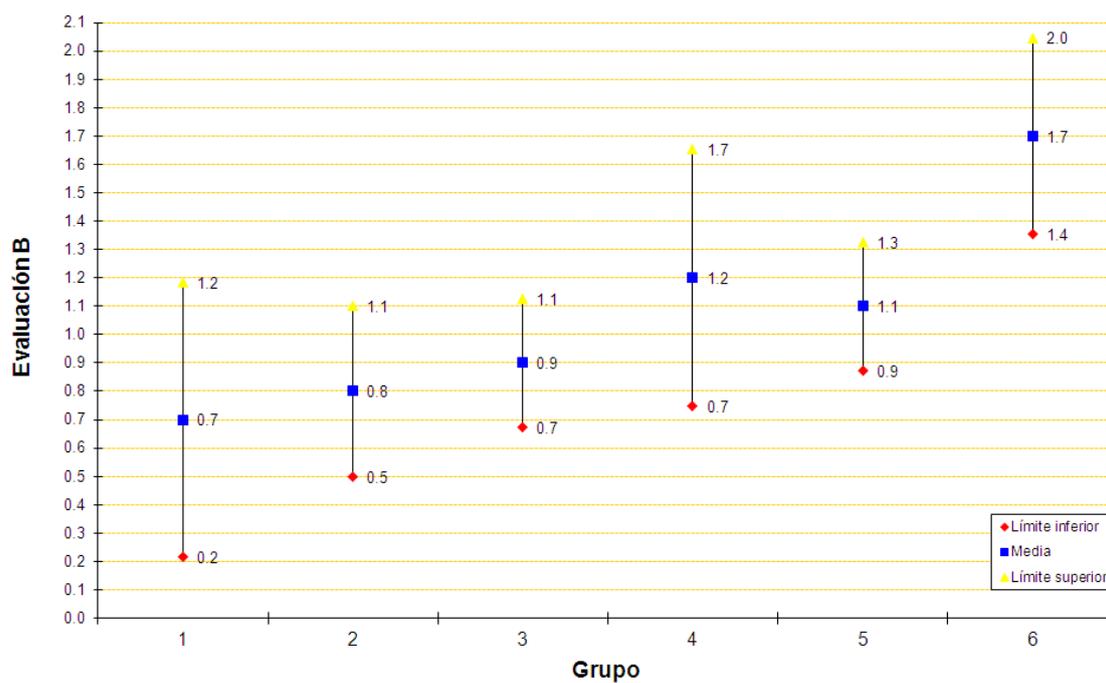


Figura 9: I.C al 95% para la evaluación promedio



Evaluacion C

Para el evaluador C si bien la tendencia tambien es a indicar que los grupos tienden a un nivel 1, si se nota algo más de diferenciación entre ellos. Así, los grupos estarían asociados de la siguiente manera: 1, 2-3 con el nivel más bajo, 4-5 y el 6 que tendría un nivel más alto.

Tabla 7: Distribución de evaluaciones por grupo

C	Grupo												Total	
	1		2		3		4		5		6			
	Dientes	%												
0	1	10.0	3	30.0	4	40.0	4	40.0	3	30.0			15	25.0
1	7	70.0	7	70.0	6	60.0	4	40.0	6	60.0	4	40.0	34	56.7
2	2	20.0					2	20.0	1	10.0	6	60.0	11	18.3
Total	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	60	100.0

Figura 10: Distribución de evaluaciones por grupo

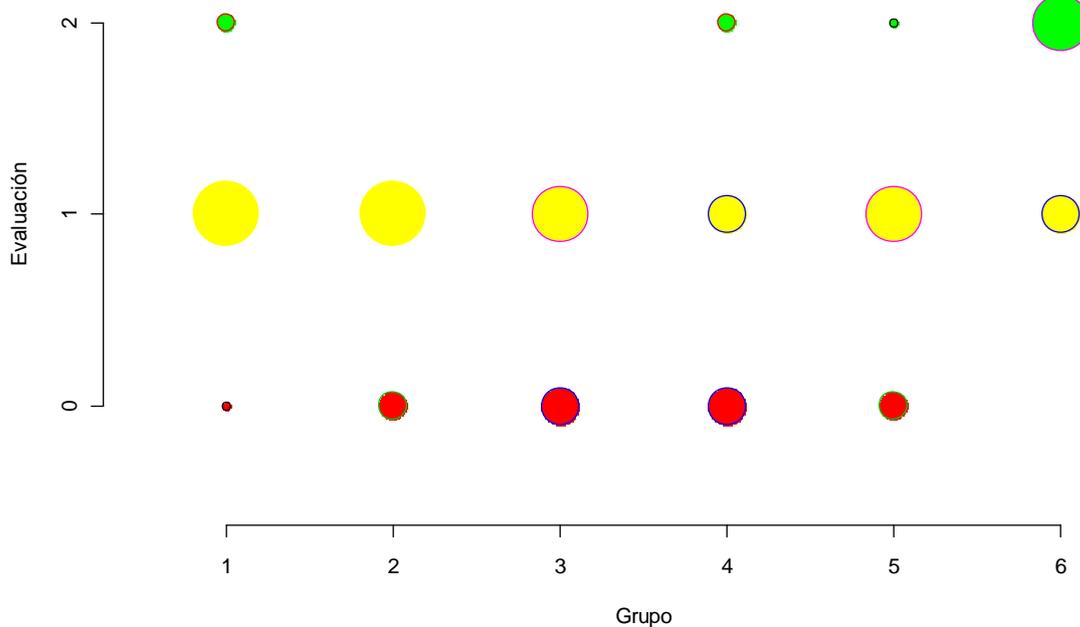
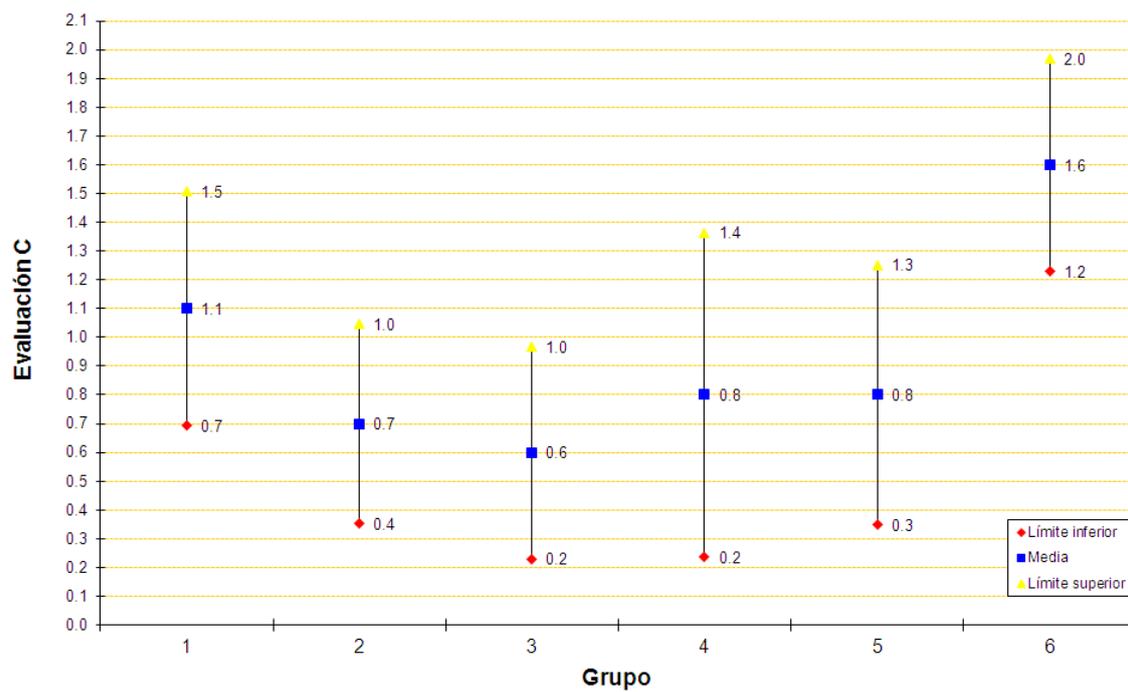


Figura 11: I.C al 95% para la evaluación promedio



Evaluacion ABC

La visión global dada por el promedio de la evaluación modal es a mostrar como los grupos pueden estar basicamente identificados en niveles 1 con cierta tendencia del grupo 6 a ser evaluado como 2. Además, parecería que los grupos 1-2-3 se asocian al igual que los grupos 4-5 y por otro lado el grupo 6.

Tabla 8: Distribución de evaluaciones por grupo

ABC	Grupo												Total	
	1		2		3		4		5		6			
	Dientes	%												
0	1	10.0	1	10.0	2	20.0	1	10.0					5	8.3
1	8	80.0	9	90.0	8	80.0	7	70.0	9	90.0	4	40.0	45	75.0
2	1	10.0					2	20.0	1	10.0	6	60.0	10	16.7
Total	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	10	100.0	60	100.0

Figura 12: Distribución de evaluaciones por grupo

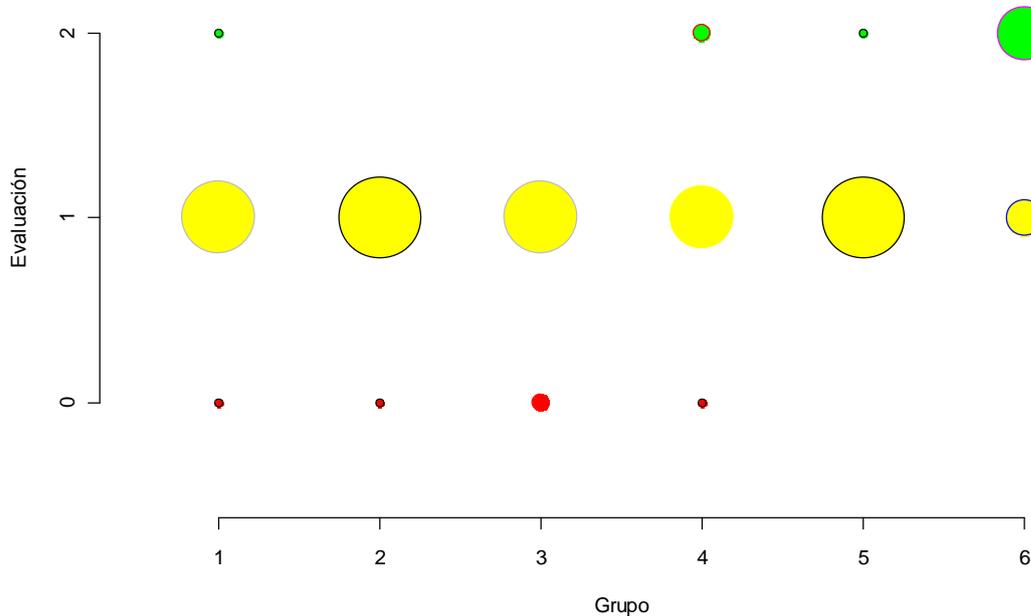
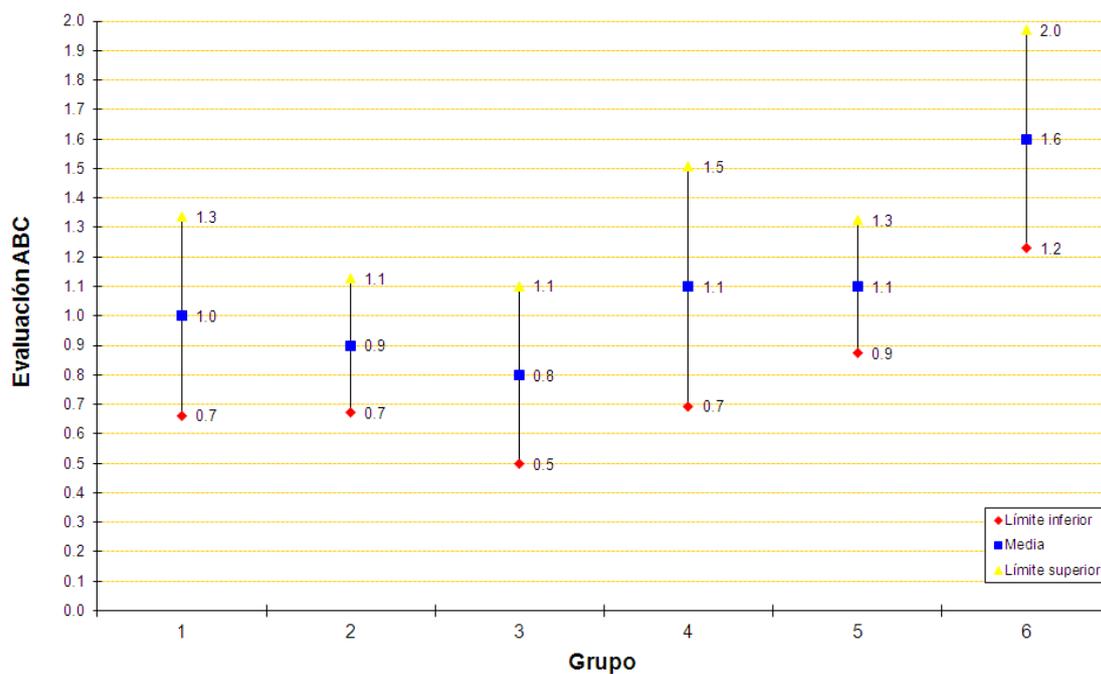
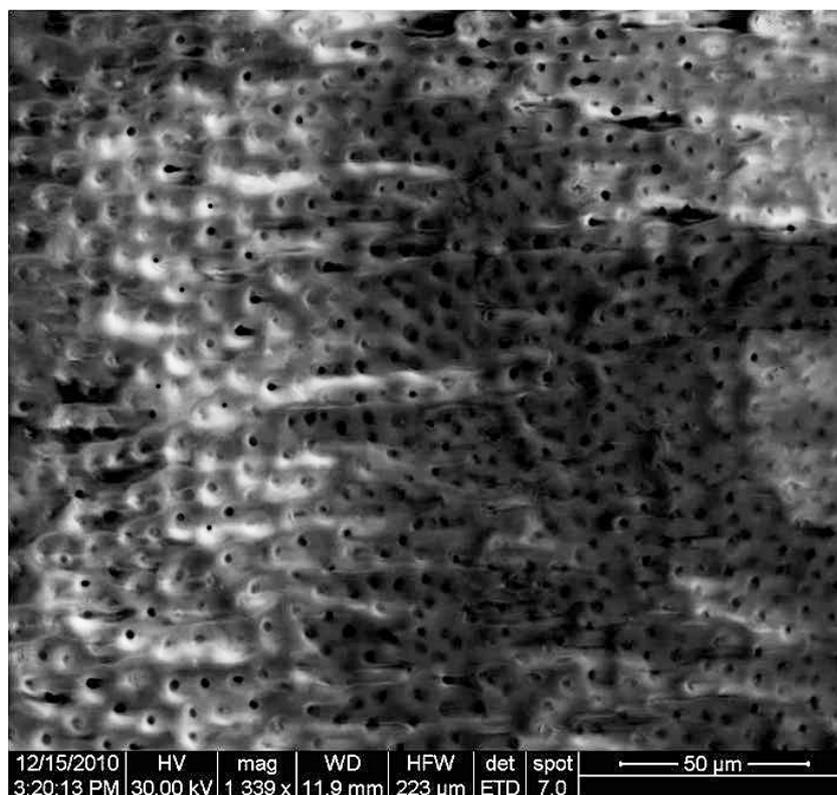
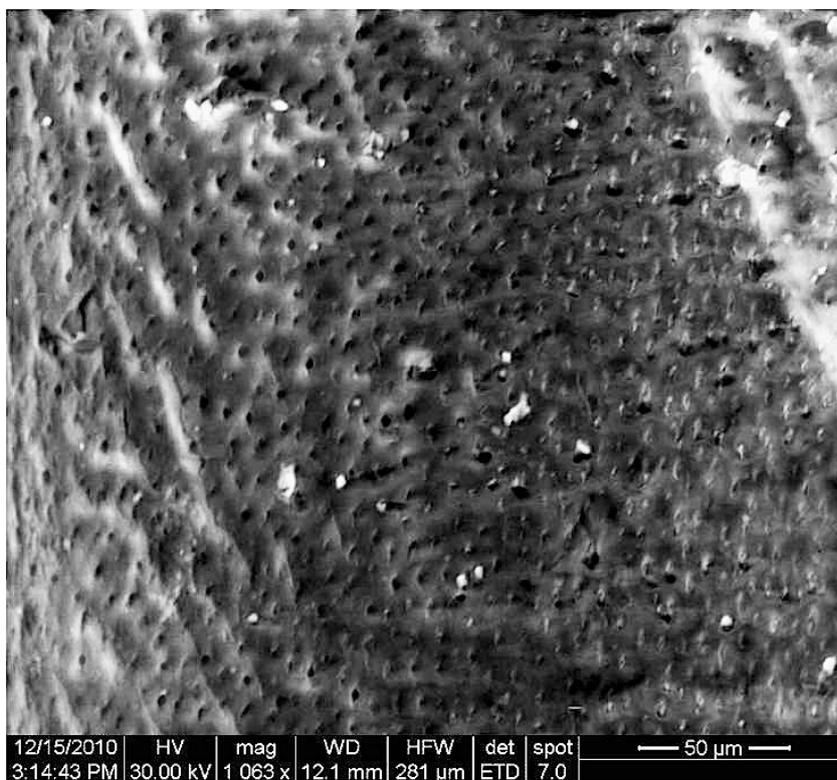
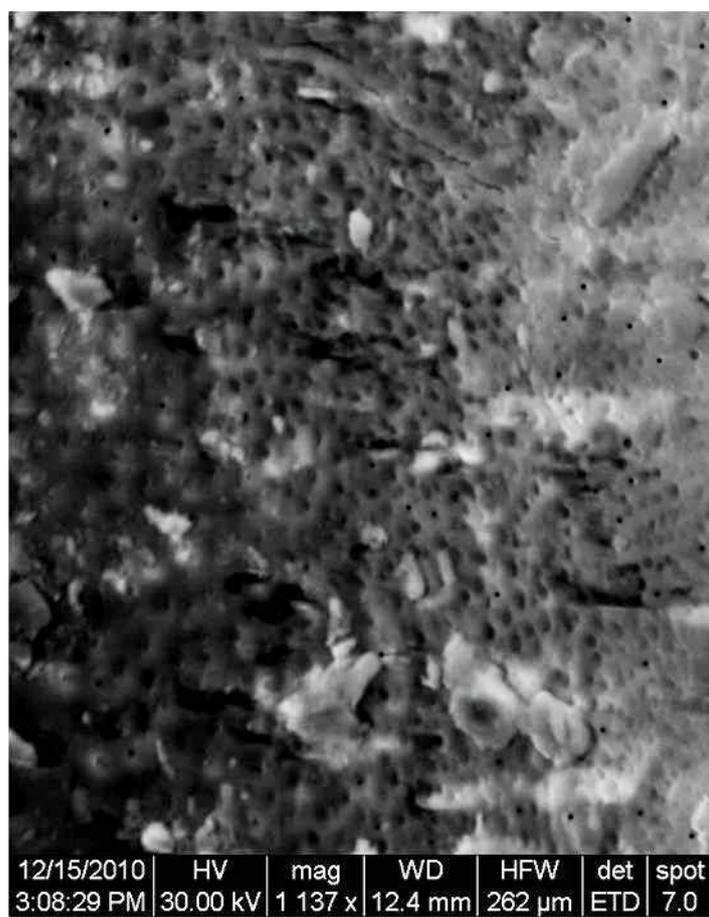
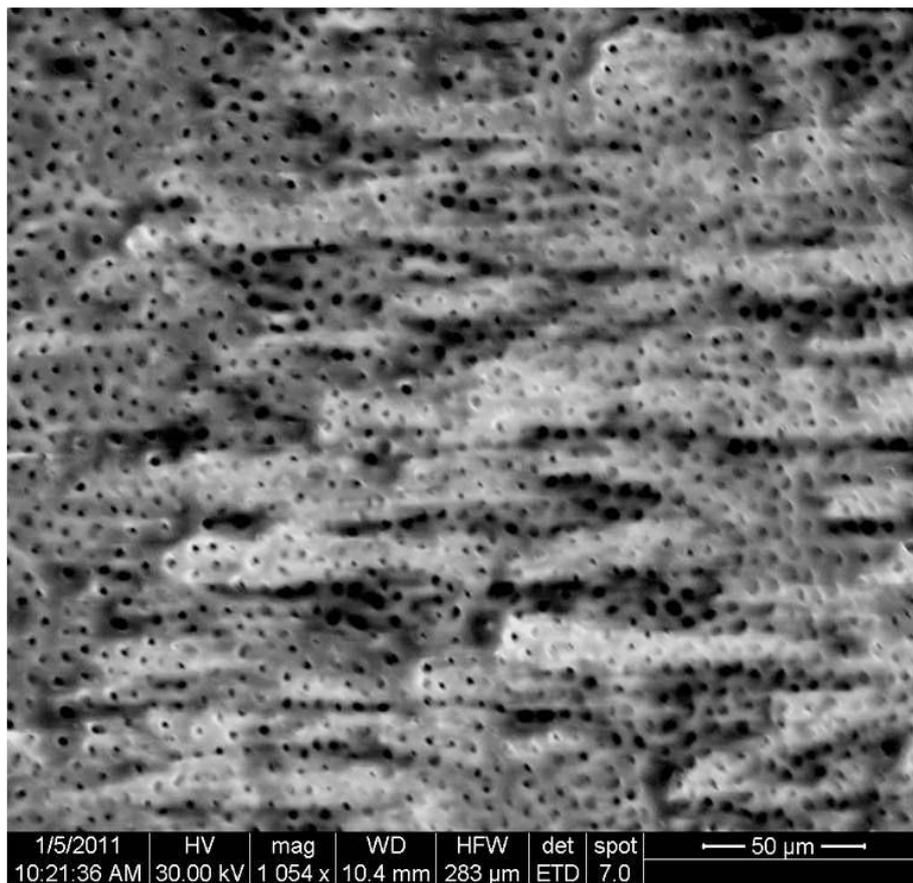


Figura 13: I.C al 95% para la evaluación promedio

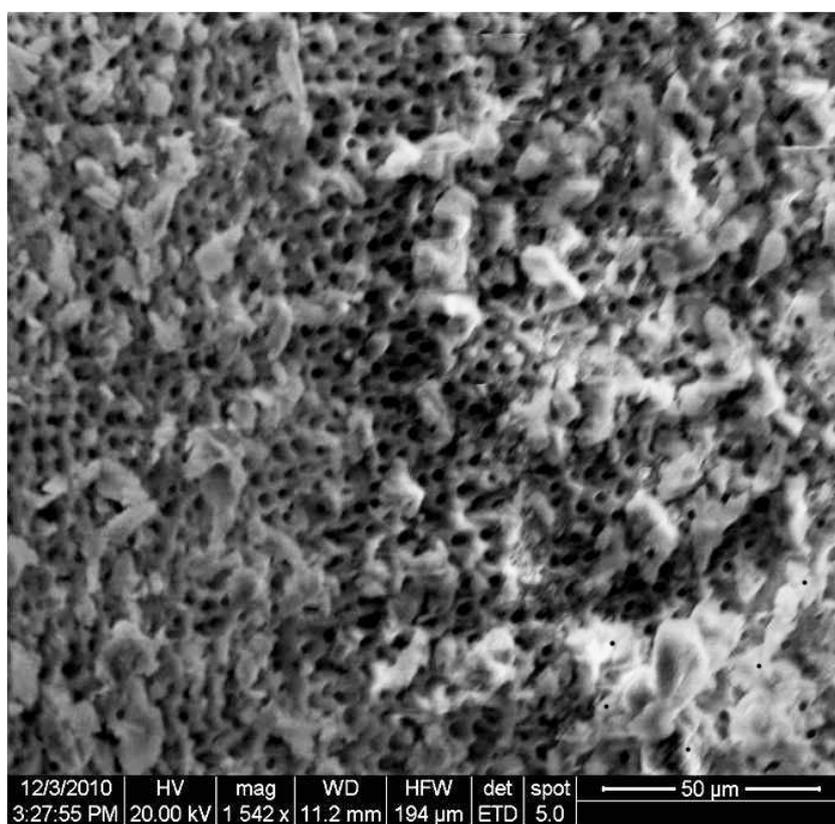
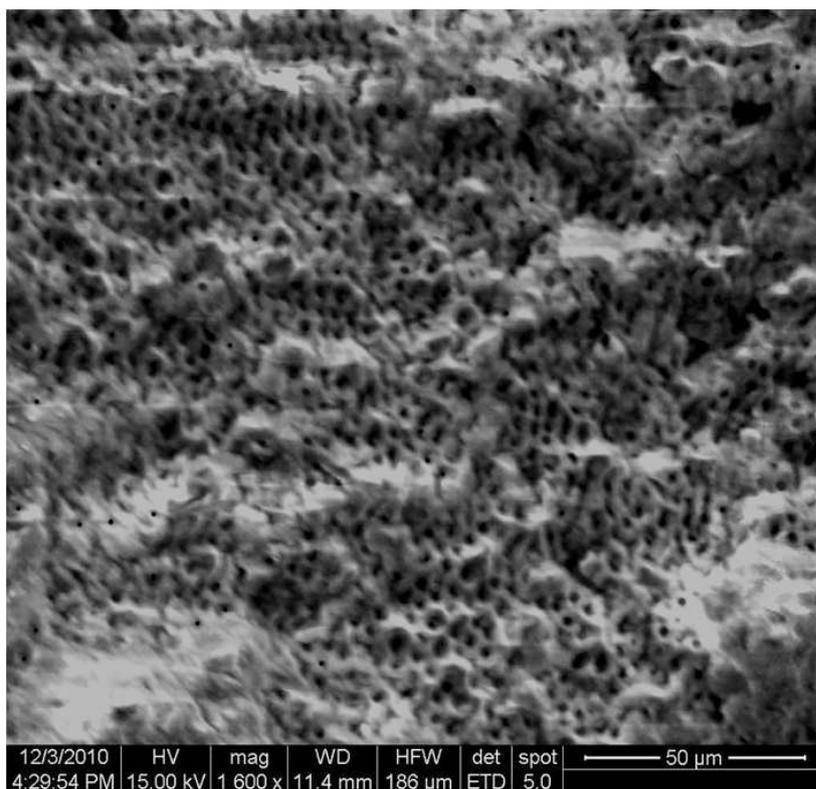


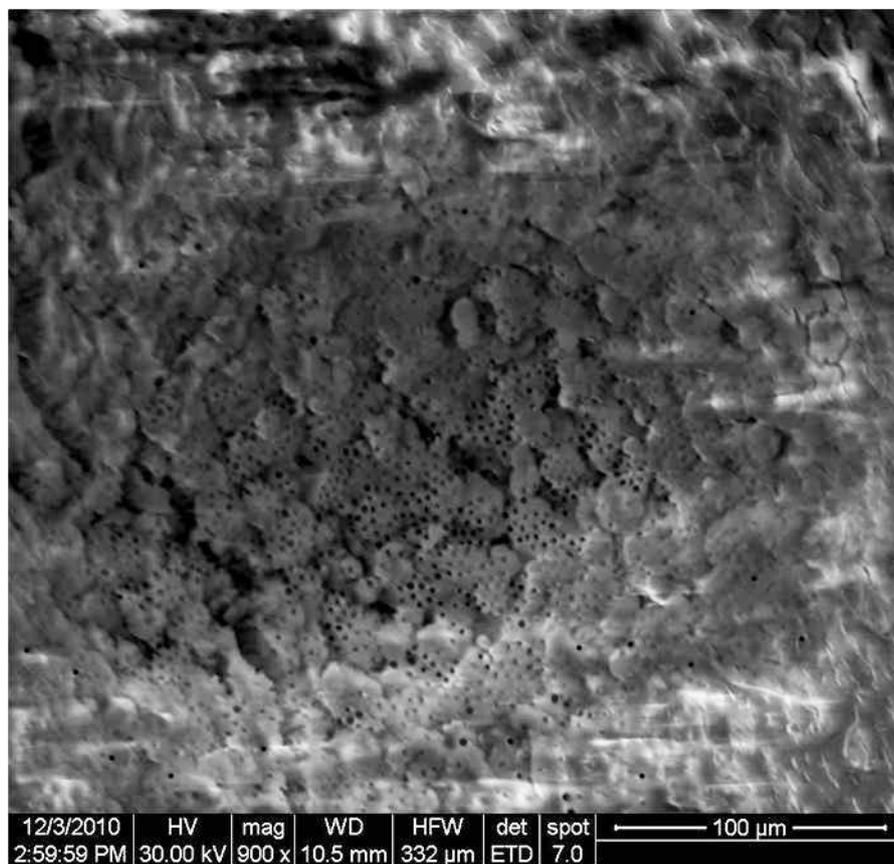
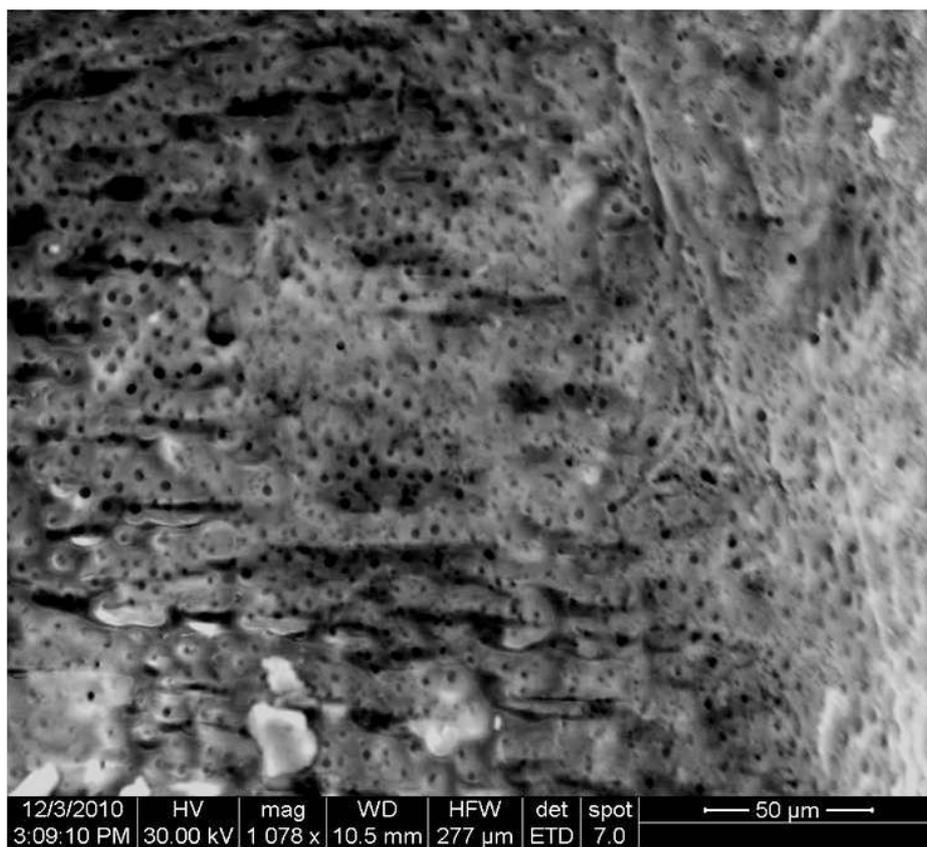
ANEXO 4
EDTA Eufar con ultrasonido

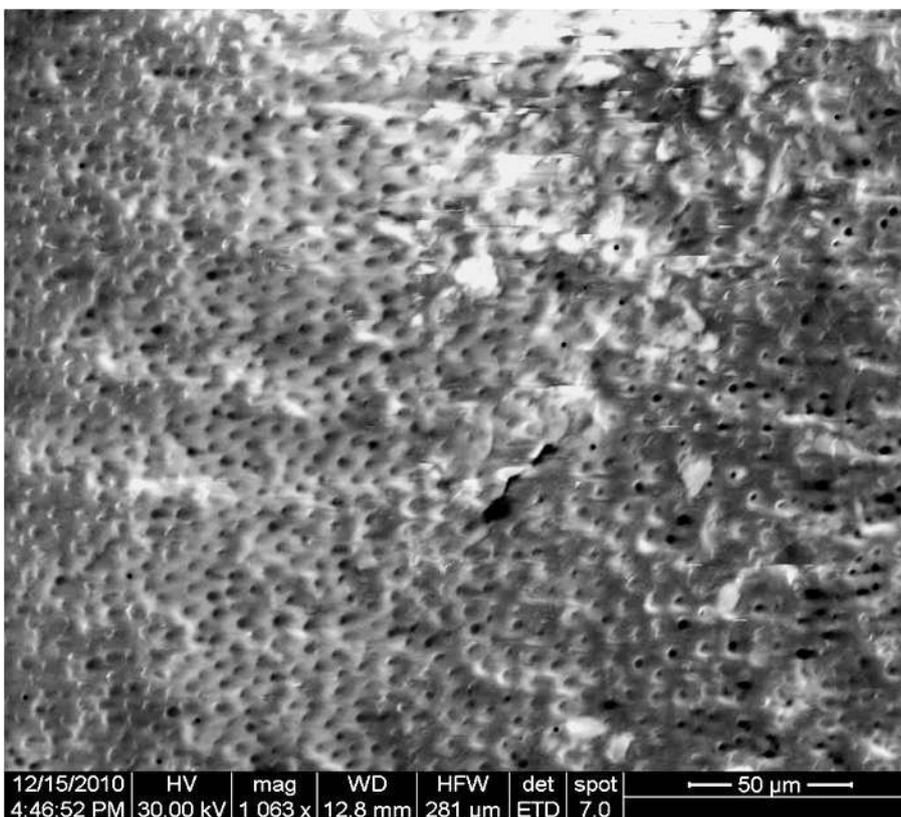
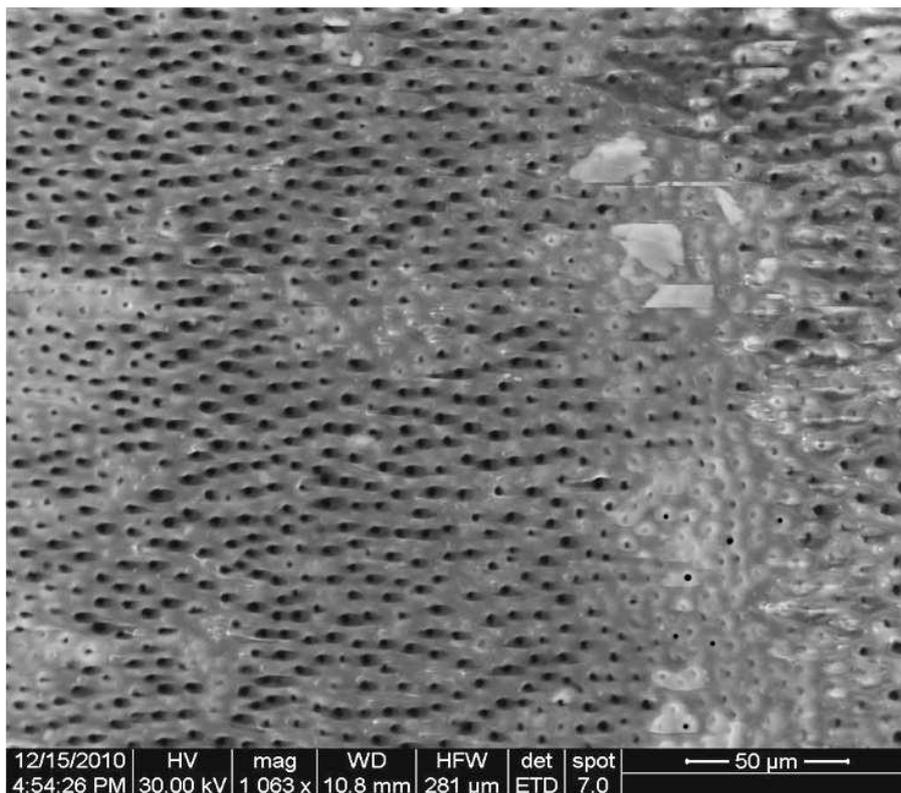


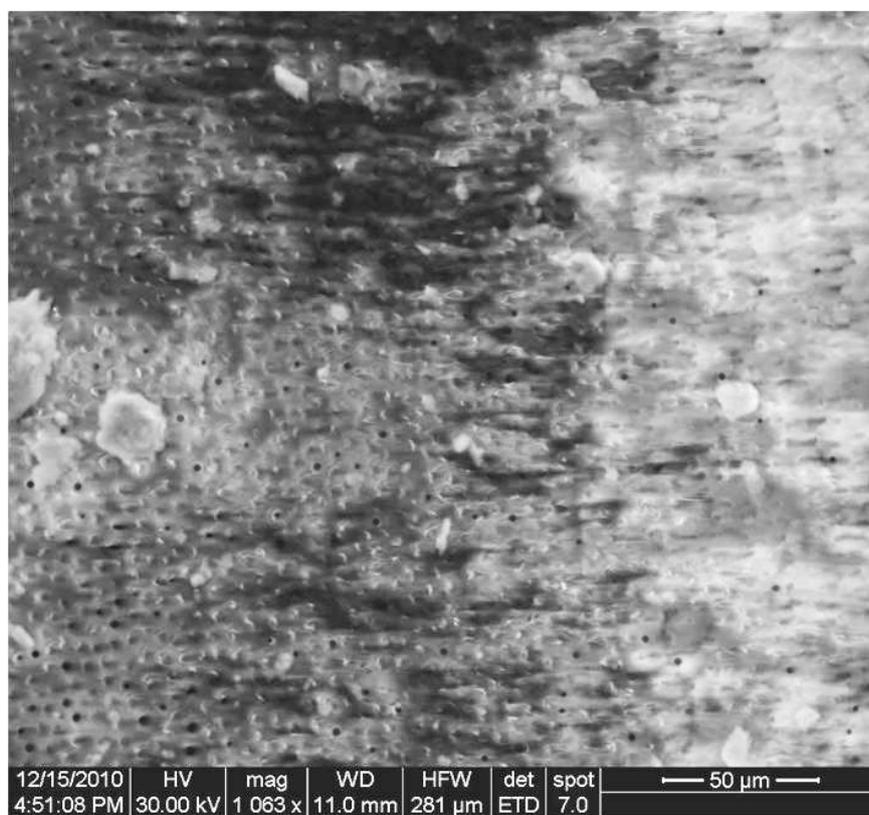
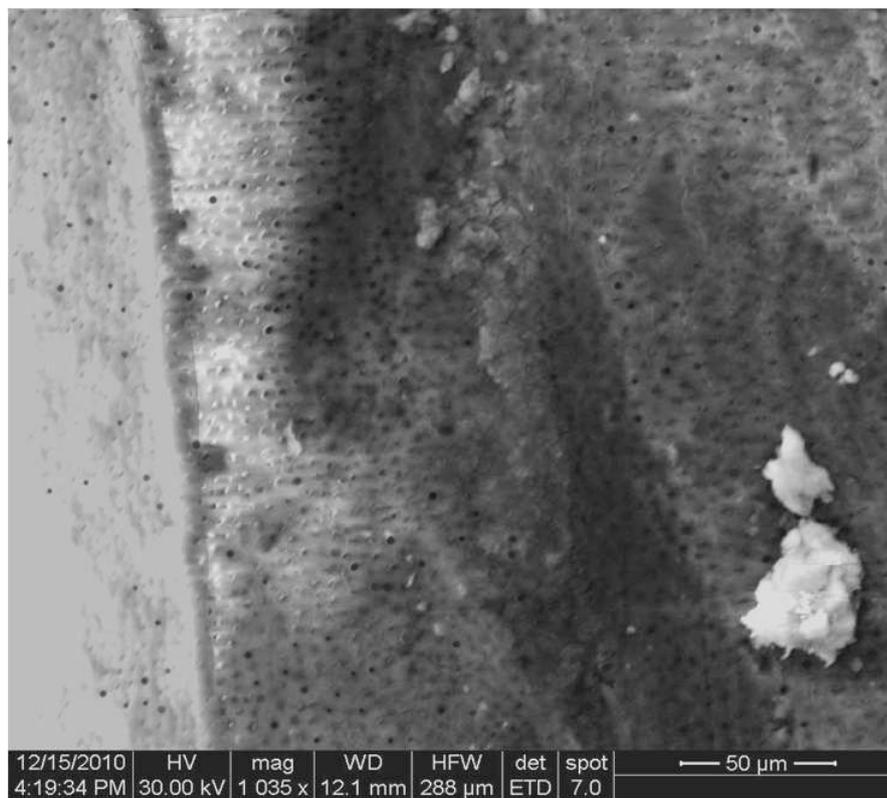


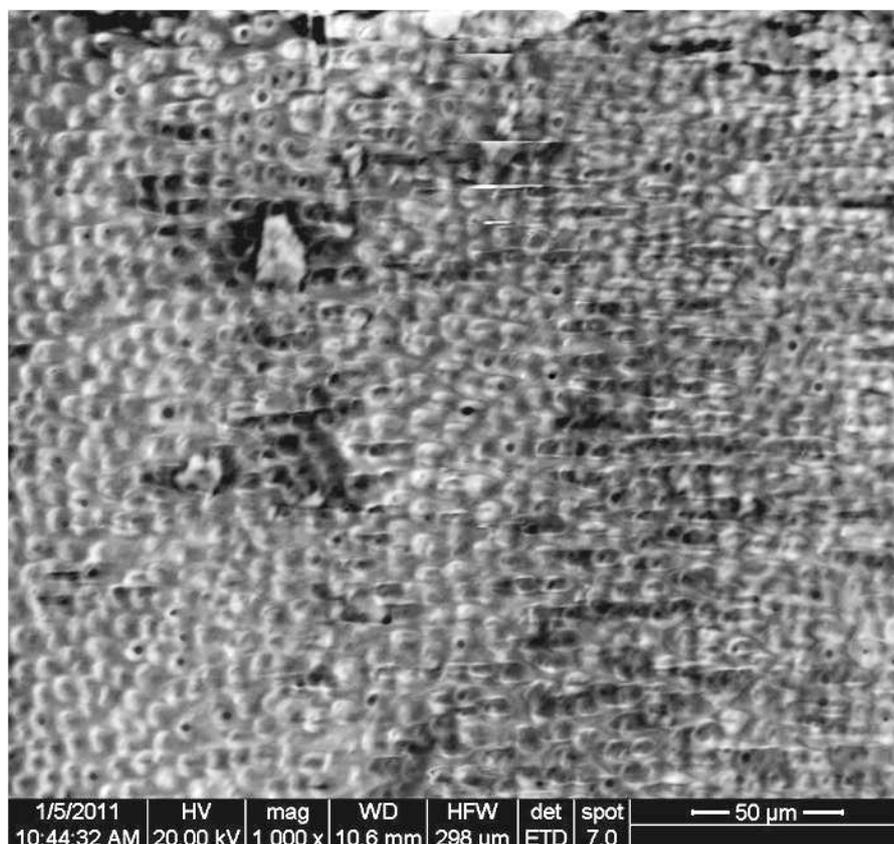
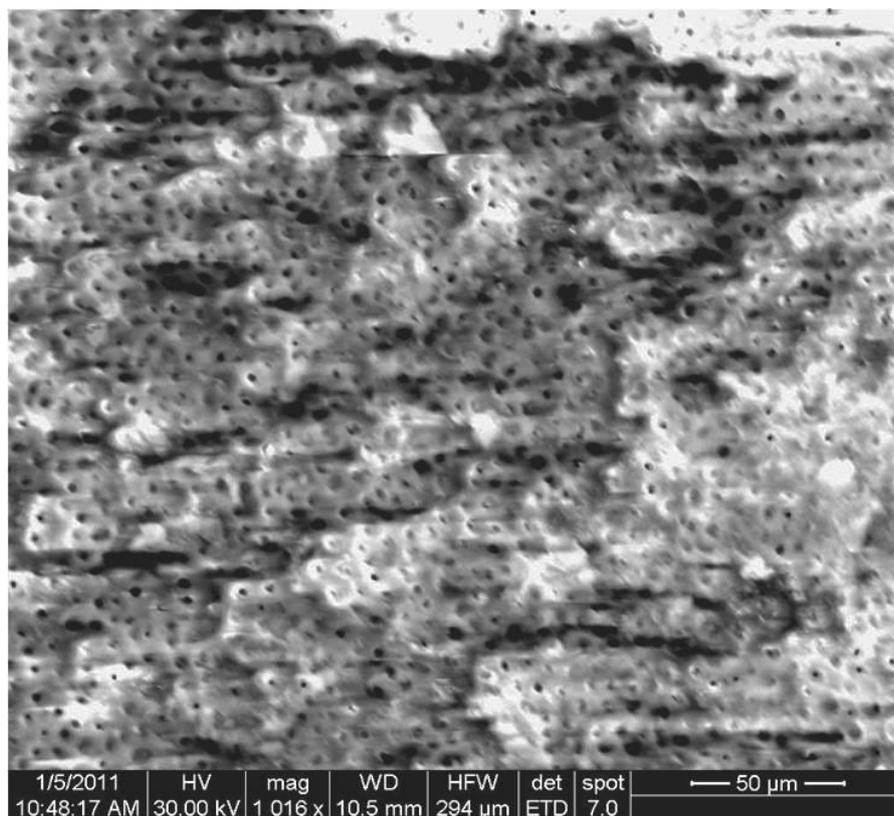
SmearClear con ultrasonido

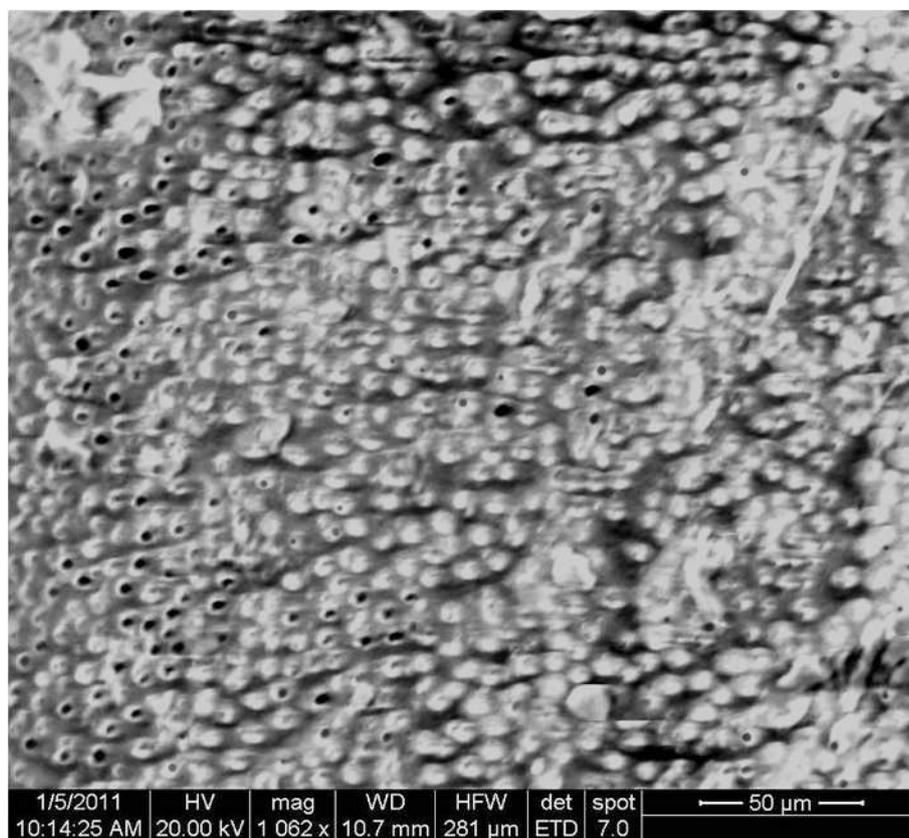
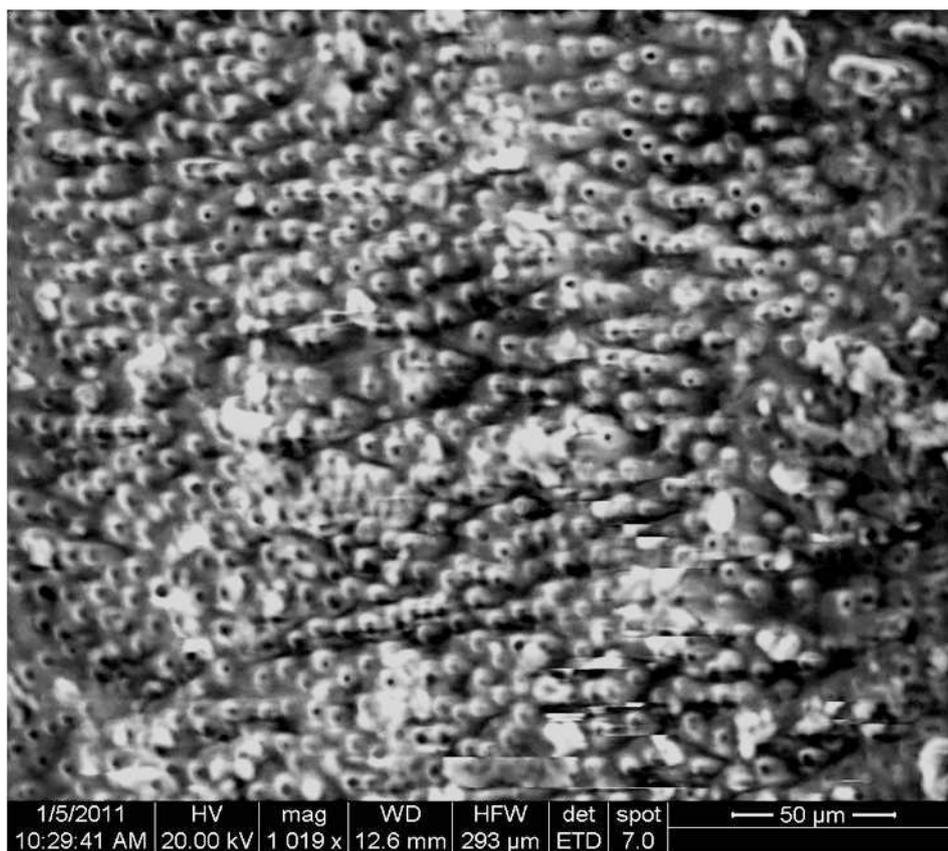




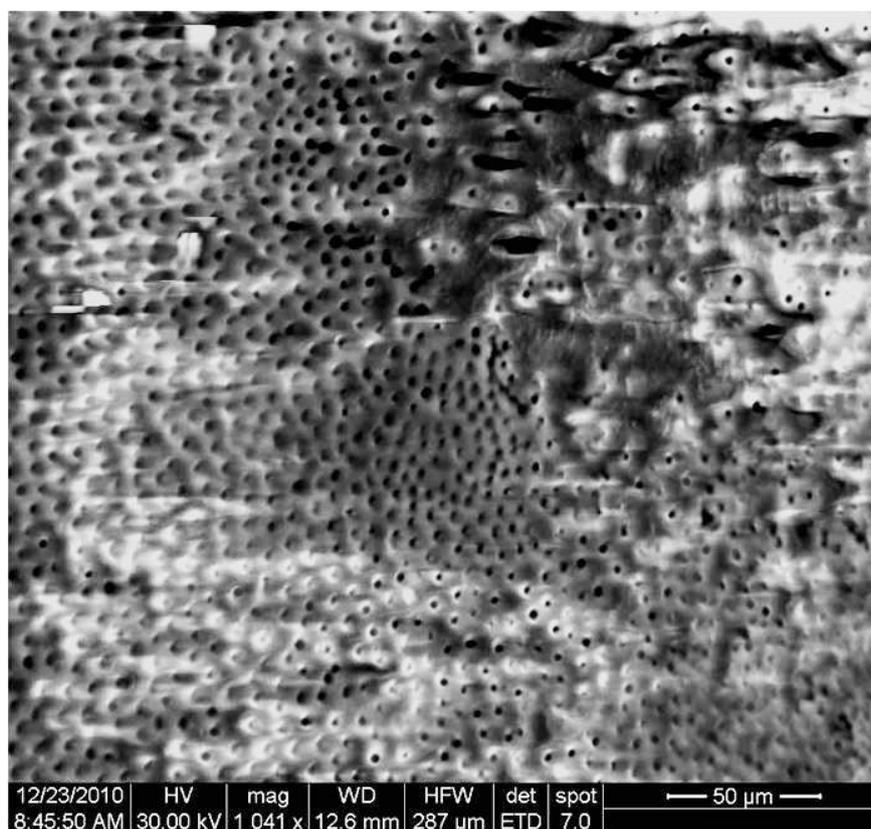
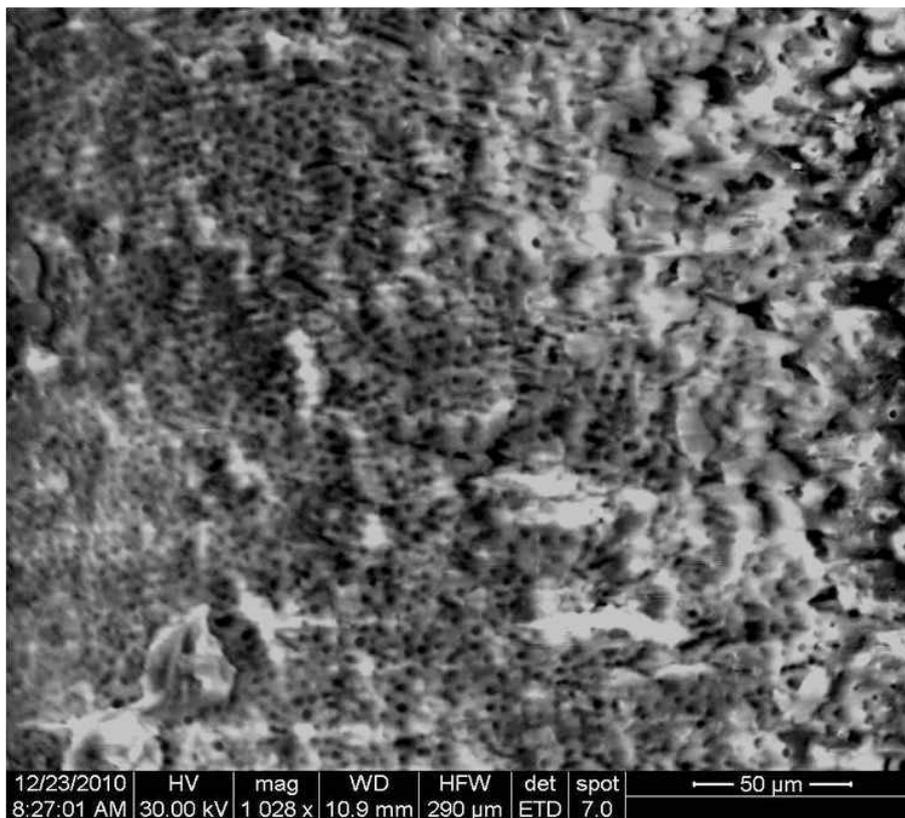
Químicamente preparado con ultrasonido

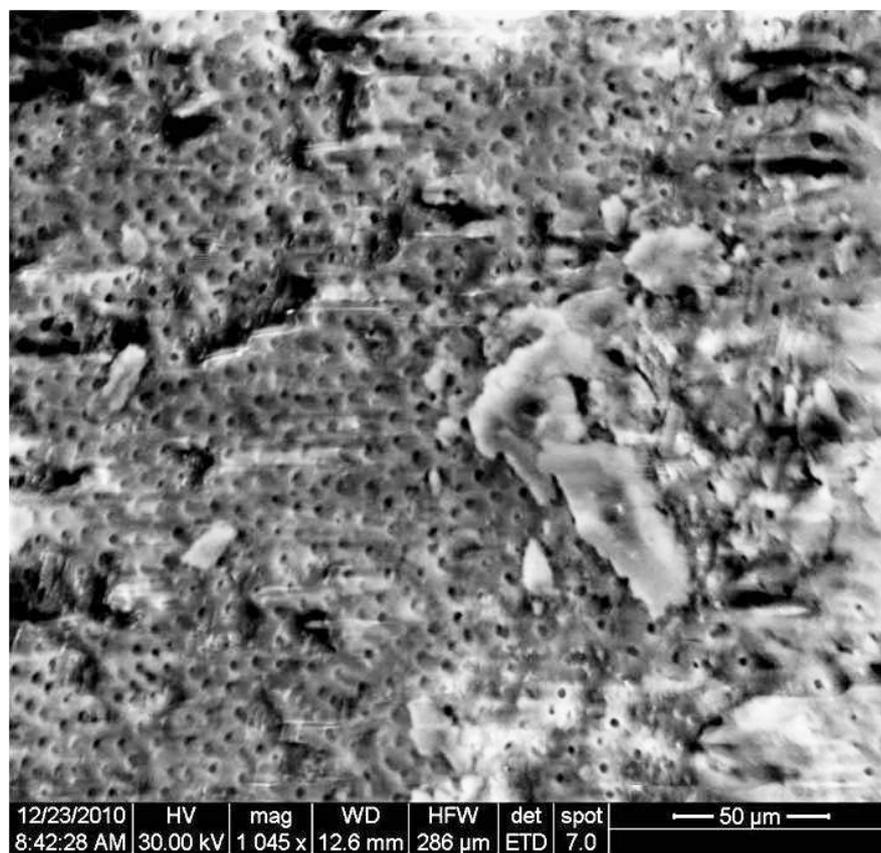
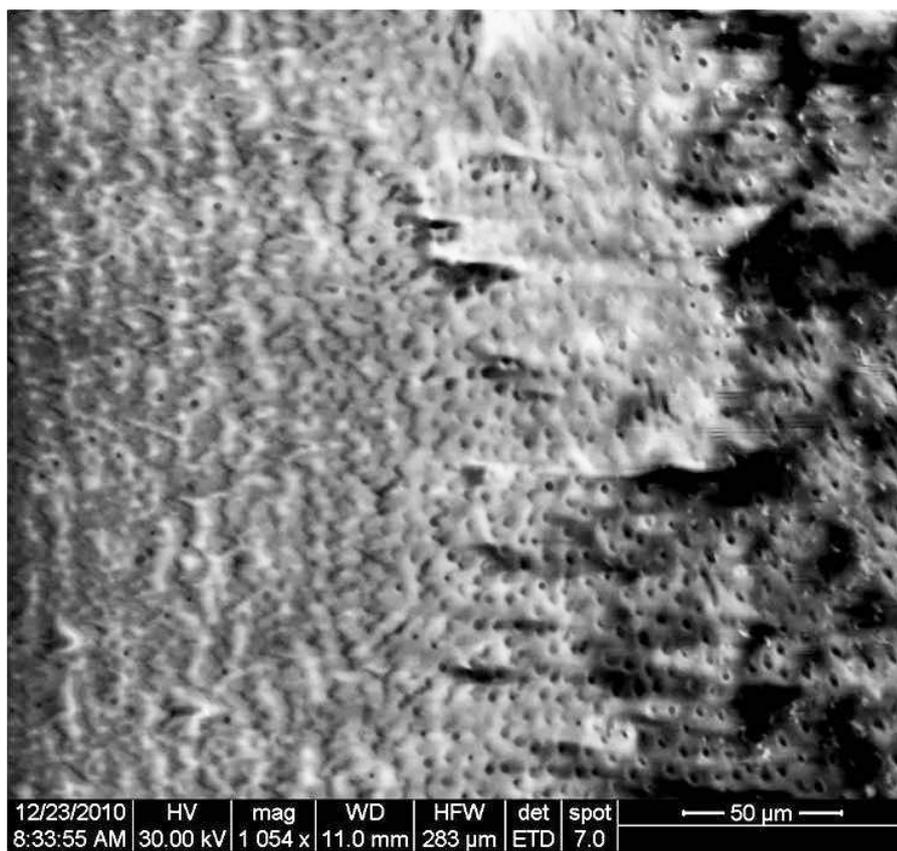


EDTA Eufar sin ultrasonido



SmearClear sin ultrasonido





Químicamente preparado sin ultrasonido