



**UNIVERSIDAD MICHOACANA  
DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO**



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

CENTRO UNIVERSITARIO DE ESTUDIOS  
DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

**TESINA**

**ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACION  
SELF-ADJUSTING FILE (SAF)**

Para obtener el grado de

**ESPECIALISTA EN ENDODONCIA**

**PRESENTA:**

**C.D. SILVIA HERNÁNDEZ MARTÍNEZ**

ASESORA: C.D.E.E. PATRICIA MARCELA GUTIÉRREZ ANGUIANO  
ASESOR METODOLÓGICO: M.C. HÉCTOR RUIZ REYES

MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO  
OCTUBRE DE 2013

## AGRADECIMIENTOS.

**A Dios,** por regalarme el milagro de estar viva, por guiarme para poder transitar por el camino correcto, aunque muchas veces no ha sido fácil pero siempre estás ahí para ayudarme a seguir adelante y encontrar la luz al final del camino. Gracias por crearlo todo y ser el pilar de mi vida.

**A mis padres,** por ser maravillosos, por su gran amor y dedicación, por inculcarme valores y principios, por sus desvelos, por ser los mejores consejeros y amigos, por estar siempre a mi lado en las buenas y en las malas. Gracias por creer en mí y enseñarme a luchar por mis sueños, gracias por sus innumerables esfuerzos y sacrificios, nada de esto habría sido posible sin ustedes, todo lo que soy se los debo a ustedes, son los mejores padres y nunca dejaré de agradecerles todo lo que han hecho por mí, los amo.

**A mi esposo,** por tu fortaleza me has dado un gran ejemplo, gracias por tu paciencia, por escucharme e involucrarte en mi mundo, gracias por tolerarme en mis momentos de desesperación y por ayudarme a aterrizar de nuevo, gracias por tus asesorías técnicas, gracias por tu amor.

**A mis hermanos,** son mi ejemplo, gracias por enseñarme a compartir, porque, aunque hemos crecido nunca hemos dejado de ser los niños que jugábamos y cuidábamos uno del otro, gracias por apoyarme en mis decisiones, por ser mis amigos y soportar mis bromas, son los mejores, los amo.

**A mis profesores:**

**C.D.E.O. Elizabeth Zepeda Maldonado,** coordinadora general del Centro Universitario de Estudios de Posgrado e Investigación (CUEPI), gracias por su ayuda, por resolver mis dudas y orientarme siempre con una gran disposición y amabilidad, gracias por abrirme las puertas para lograr esta meta.

**C.D.E.E. Adriana Lucía Arenas Pérez**, coordinadora de la especialidad de endodoncia, gracias por compartirme sus conocimientos sin egoísmo, por darme un gran ejemplo de rectitud, honestidad, prudencia y tenacidad, gracias por escucharme y aclarar mis dudas, gracias por impulsarme, por creer en mí, por depositar en mí su confianza e invitarme a trabajar en su consultorio, gracias por su amistad, la aprecio y la respeto mucho.

**C.D.E.E. Patricia Marcela Gutiérrez Anguiano**, gracias por su sencillez y aceptar ser mi asesora en este proyecto, gracias por compartirme su experiencia y aprender de usted, gracias por su confianza y su ayuda para que este sueño se vuelva una realidad.

**M.C. Héctor Ruíz Reyes**, gracias por su dedicación, por ser el guía para materializar este sueño, gracias por sus consejos, por su optimismo, por hacerme ver lo maravilloso que es esta profesión, gracias por ayudarme a aterrizar mis ideas cuando no sabía qué ruta tomar, gracias por motivarme y ser como un ángel en este camino.

**C.D.E.E. Fernando Fernández Treviño**, gracias por ser parte de mi formación como profesionalista, por compartirme sus conocimientos, por su gran calidad humana, por escuchar mis dudas y enseñarme que nunca hay que perder el suelo y siempre estar en la mejor disposición de servir a los demás, gracias por su buen sentido del humor y ser parte de mi historia.

**C.D.E.E. Esmeralda Ruiz Cuevas**, gracias por sus enseñanzas, por darme un gran ejemplo de disciplina, por ayudarme a resolver mis dudas y actuar siempre con ética y profesionalismo, gracias por brindarme su amistad y abrirme las puertas de su consultorio, gracias por confiar en mí, gracias por ser además de mi maestra, mi amiga.

**C.D.E.E. Martín Alberto Loeza Ramírez**, gracias por enseñarme a buscar la excelencia y entender que hay que ser tenaz y confiar en mí misma, gracias por ser estricto y exigirme a dar más, porque usted siempre supo que podía lograrlo, gracias por ayudarme a mantener los pies en la tierra y a esforzarme día con día.

**C.D.E.E. Janeth Morales Cortés**, amiga, colega y guía, gracias por todo lo que hemos compartido, desde que iniciamos este camino, eres parte de esta historia y ahora además de darte las gracias por tu amistad, por compartir sueños, angustias, lágrimas, risas, te agradezco tu apoyo profesional y tu disposición para ver realizado este sueño. Gracias por estar conmigo en momentos importantes de mi vida, éste no será la excepción, gracias por seguir escribiendo juntas esta historia, te quiero.

**C.D.E.O. Ma. del Rosario Ortiz Zavala**, gracias por apoyarme y respaldarme siempre, por su gran calidad humana, por su amistad y sus consejos, gracias por permitirme compartir con usted momentos importantes de mi vida, la quiero y la respeto mucho.

**C.D. Indira Jazmín García Valdovinos**, mi amiga gracias por todos los momentos que hemos compartido, por ser excelente compañera de estudio, gracias por tu amistad, por los momentos felices y tristes que hemos pasado, por los viajes y tantas anécdotas, finalmente estamos aquí logrando nuestro objetivo, te quiero.

**Adán, Claudia C., Claudia O., Bety, Reyes, Luz**, ustedes son parte de esta familia que formamos y aún seguimos siendo, de cada uno de ustedes tengo un lindo recuerdo, gracias por todos los momentos compartidos, sin ustedes nada de esto habría sido posible.

Un agradecimiento especial a todo el personal que labora en esta institución, su trabajo es fundamental para que todo funcione en armonía, gracias porque siempre tuvieron un trato amable hacia mí, reciban todo mi respeto porque hacen un gran trabajo.

## PRÓLOGO.

La presente tesina es el resultado de una extensa investigación documental en base a artículos científicos. El tema central de dichos artículos es el estudio de las características, ventajas y comportamiento de un nuevo sistema de instrumentación denominado Self-Adjusting File (SAF), el cual por su diseño y propiedades es capaz de adaptarse por sí solo a la forma tridimensional del conducto, llegando a zonas que muchas veces son inaccesibles con las limas rotatorias NiTi que se conocen actualmente. Como sabemos, constantemente surgen materiales y técnicas para mejorar la práctica endodóntica. La instrumentación al igual que la desinfección de conductos son pasos claves para lograr resultados satisfactorios a largo plazo.

Cada uno de los artículos de investigación que conforman el capítulo de antecedentes específicos se explica a base de esquemas donde se representan los pasos de la estrategia experimental que siguieron los autores, esto permite al identificar los pasos de la metodología empleada por los investigadores. También incorporé imágenes obtenidas con tomografía micro-computarizada en 3D de cada uno de los artículos científicos que forman parte de esta revisión bibliográfica.

Por último, quiero compartir una frase que me ha alentado para llegar a la culminación de este trabajo.

***“El hombre nunca sabe de lo que es capaz hasta que lo intenta”.***

*Edgar Allan Poe.*

*Silvia Hernández Martínez.*

*Mayo de 2013.*

## ÍNDICE GENERAL.

	PÁGINA
LISTA DE TABLAS.....	7
LISTA DE FIGURAS.....	9
RESUMEN.....	18
1. INTRODUCCIÓN.....	22
2. OBJETIVO GENERAL.....	25
2.1. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	25
3. JUSTIFICACIÓN.....	26
4. ANTECEDENTES GENERALES.....	27
4.1. IMPORTANCIA DEL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO.....	27
4.2. INSTRUMENTACIÓN.....	29
4.3. IRRIGACIÓN.....	35
4.4. USOS Y APLICACIONES DEL SISTEMA SELF-ADJUSTING FILE (SAF).....	40
4.5. DISEÑO Y MODO DE OPERACIÓN DE LA LIMA SAF.....	40
5. DIAGRAMA DE MAPA CONCEPTUAL.....	52
6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS REVISTAS CONSULTADAS.....	53
7. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.....	55
7.1. TRABAJOS DE INVESTIGACIONES ORIGINALES DONDE SE ESTUDIAN:	
* PROPIEDADES DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN SAF.	
* CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS DEL SISTEMA SAF.	
* VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE SAF COMPARADO CON OTROS SISTEMAS.	
* CAPACIDAD DE LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DE LOS CONDUCTOS.	
* COMPORTAMIENTO DEL SAF EN CONDUCTOS CON ANATOMÍA COMPLEJA.	
* SAF Y SU DESEMPEÑO EN RETRATAMIENTOS.....	55
8. CONCLUSIONES.....	142
9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	145

## LISTA DE TABLAS.

		PAGINA
<b>TABLA I</b>	Lista de revistas consultadas, descripción de su Índice y Factor impacto.	53
<b>TABLA II</b>	Frecuencia y tipos de artículos consultados de cada una de las revistas.	54
<b>TABLA III</b>	Durabilidad de SAF: Fatiga funcional a la fractura.	62
<b>TABLA IV</b>	Scores de Debris presentes en los conductos tratados con lima SAF.	67
<b>TABLA V</b>	Scores del barro dentinario presente en los conductos tratados con lima.	68
<b>TABLA VI</b>	Revela la media, mediana, rango y porcentaje de reducción de unidades de colonias formadas (CFUs) observadas para ambos grupos. El análisis intragrupo que evaluó la reducción en el número de CFUs de la muestra S1 a S2a, S2b o S2ab demostró que ambas técnicas de preparación fueron altamente efectivas ( $P < 0.001$ )	77
<b>TABLA VII</b>	El análisis de los datos de la muestra S2ab indicaron que la preparación de conductos ovales alargados con la lima SAF fue significativamente más efectiva que la técnica BioRaCe en la reducción de la cantidad de <i>E. faecalis</i> ( $P = .01$ ). La frecuencia de cultivos positivos en la muestra S2ab fue 11 de 20 (55%) para la técnica rotatoria y 4 de 20 (20%) para el sistema SAF	77
<b>TABLA VIII</b>	Datos morfométricos del análisis bidimensional (media $\pm$ desviación estándar) y cambios para el conducto en incisivos inferiores antes y después de la preparación con SAF y sistema rotatorio.	80
<b>TABLA IX</b>	Datos morfométricos de la evaluación tridimensional (media $\pm$ desviación estándar) y sus cambios para los conductos de incisivos inferiores antes y después de la preparación con SAF y sistema rotatorio.	81
<b>TABLA X</b>	Comparación estadística del porcentaje de la preparación de las paredes del conducto con el uso del sistema SAF o instrumentos rotatorios en los diferentes tercios	81
<b>TABLA XI</b>	Análisis tridimensional con Micro-CT de la calidad de la limpieza y conformación y de la adaptación del material de obturación a las paredes del conducto.	85
<b>TABLA XII</b>	Datos Morfométricos (Media $\pm$ Desviación Estándar $n = 20$ ) para los conductos distales en Molares Mandibulares antes de la preparación con SAF e instrumentos rotatorios de NiTi.	89
<b>TABLA XIII</b>	Análisis Cuantitativo de los efectos de la preparación (Medias $\pm$ DS) para los conductos distales de molares mandibulares preparados con SAF ( $n = 20$ ) o con instrumentos rotatorios.	90

		PAGINA
<b>TABLA XIV</b>	Porcentaje de tejido pulpar remanente después del uso del sistema ProTaper y sistema SAF.	93
<b>TABLA XV</b>	Porcentajes de debris remanentes y perímetro del conducto no instrumentado en el tercio apical de incisivos mandibulares.	96
<b>TABLA XVI</b>	Porcentaje del medio de contraste removido de conductos alargados-ovales.	99
<b>TABLA XVII</b>	Datos morfométricos (media $\pm$ desviación estándar, n=20) y los cambios en conductos radiculares de molares maxilares y cambios después de la preparación con SAF.	103
<b>TABLA XVIII</b>	Area de la superficie del conducto (%) no afectada por la preparación con SAF (media $\pm$ desviación estándar, n=20) en conductos de molares maxilares.	104
<b>TABLA XIX</b>	Media ( $\pm$ desviación estándar, n=20), transportación del conducto (mm) y rango determinados en los tercios coronal, medio y apical después de la preparación con SAF.	104
<b>TABLA XX</b>	Conteo de CFUs de <i>E. faecalis</i> antes y después de los procedimientos químico-mecánicos usando SAF y dos concentraciones de NaOCl por 2, 4 y 6 minutos.	107
<b>TABLA XXI</b>	Incidencia de cultivos positivos después de la preparación químico-mecánica usando SAF y dos concentraciones de NaOCl por 2, 4 y 6 minutos.	108
<b>TABLA XXII</b>	Porcentaje de los conductos, en cada tercio, los cuales contienen <20% de residuos radiopacos, mediante el análisis de la proyecciones radiográficas en sentido bucolingual (B-L) y mesiodistal (M-D).	125
<b>TABLA XXIII</b>	Número de dientes de cada grupo de acuerdo al score de limpieza del conducto.	127
<b>TABLA XXIV</b>	Muestra los valores de la media $\pm$ desviación estándar de los diferentes parámetros obtenidos con la prueba <i>t</i> Student.	132



**LISTA DE FIGURAS.**

		PÁGINA
<b>FIGURA I</b>	Esquema de las secciones transversales de conductos planos y en forma de lágrima. Indica cómo las limas rotatorias tienden a hacer una conformación circular, además el uso de limas de grueso calibre adelgazan las paredes dentinarias remanentes.	30
<b>FIGURA II</b>	Imágenes reconstruidas en 3D que muestran la conformación del piso pulpar de conductos en forma de C.	30
<b>FIGURA III</b>	Análisis con Micro C-T de la preparación de conductos con limas rotatorias convencionales. Las áreas en verde representan que fueron tocadas por la lima mientras que las rojas permanecieron intactas.	32
<b>FIGURA IV</b>	Análisis con micro-CT de un conducto plano preparado rotatoria imágenes en proyecciones bucal y mesial antes del tratamiento. Secciones transversales a los 4 y 6 mm del ápice, color rojo, antes del tratamiento; color azul, después del tratamiento. En las imágenes de la columna B indican la obturación de un conducto oval donde se observan los extremos intactos con residuos que evitaron el flujo de gutapercha	32
<b>FIGURA V</b>	Proyecciones bucal y proximal reconstruidas con micro-CT de un conducto plano-oval preparado con lima rotatoria. Amarillo: área instrumentada. Rojo: área no instrumentada. El análisis con micro-CT en 3D indica que la preparación es insuficiente.	33
<b>FIGURA VI</b>	Presentación del sistema SAF.	40
<b>FIGURA VII</b>	La lima SAF consiste en un cilindro hueco, con una red abrasiva de NiTi. Contiene en el mango el conector para el tubo de irrigación.	41
<b>FIGURA VIII</b>	Pieza de mano KaVo GENTLEpower y contrángulo RDT3.	41
<b>FIGURA IX</b>	La lima SAF es activada con una pieza de mano vibratoria KaVo (Biberach Riss, Germany). Un tubo de irrigación con un switch de encendido y apagado es conectado a una fuente de irrigación (VATEA, ReDent-Nova).	42
<b>FIGURA X</b>	Dispositivo de irrigación VATEA.	43
<b>FIGURA XI</b>	Recambio de irrigante en la porción apical de un conducto curvo en bloques de acrílico, la irrigación con jeringa fue ineficiente en eliminar todo el contenido del conducto. La lima SAF operada con irrigación constante y vibración eliminó todo el líquido del conducto.	44

		PÁGINA
<b>FIGURA XII</b>	Adaptación de la lima SAF en un conducto plano-oval. Cuando la lima SAF se comprime completamente mesiodistalmente en un conducto plano-oval, esta, se expande bucolingualmente sin la acción del operador. De ahí su nombre "Self-Adjusting File".	45
<b>FIGURA XIII</b>	El valor limitado de las radiografías bidimensionales. Las secciones transversales de los tres conductos se observan de forma similar en proyecciones radiográficas mesiodistales.	46
<b>FIGURA XIV</b>	La lima SAF es extremadamente flexible, no impone su forma a la del conducto, se adapta a la forma de este, eliminando el riesgo de transportación o perforación. La superficie abrasiva permite el ensanchamiento gradual del conducto.	47
<b>FIGURA XV</b>	Análisis con micro-CT de la preparación de un conducto curvo con SAF. En la columna A: arriba antes del procedimiento (rojo), abajo después del procedimiento (azul). B: marcada curva apical, la lima SAF se insertó y se operó por 4min. C: se preservó la forma redonda del foramen apical sin desgarre durante el procedimiento.	47
<b>FIGURA XVI</b>	Conos maestros de gutapercha humedecidos en cloroformo los cuales presentan la reproducción tridimensional del conducto tratado con la lima SAF.	48
<b>FIGURA XVII</b>	Adaptación del material de obturación en un conducto plano preparado con SAF. La circunferencia total del conducto fue instrumentada permitiendo la penetración del material de obturación en las áreas bucal y lingual del canal. Secciones transversales a los 4, 6, 8 mm del ápice.	49
<b>FIGURA XVIII</b>	Conductos planos-ovales preparados con limas rotatorias y obturados con gutapercha termoplastificada. Los extremos bucal y lingual repletos de residuos no se rellenaron con sellador ni con gutapercha.	50
<b>FIGURA XIX</b>	Representa el diseño y estructura del mapa conceptual, en el cual se describen las principales palabras claves utilizadas para la búsqueda de los artículos de investigación en las diferentes bases de datos en Internet.	52
<b>FIGURA XX</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: The Self-adjusting File (SAF). Part 2: Mechanical Analysis.	56
<b>FIGURA XXI</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: The Self-adjusting File (SAF). Part 2: Mechanical Analysis.	58

		PÁGINA
<b>FIGURA XXII</b>	Equipo para la medición de la fuerza circunferencial: una lima SAF se insertó en un canal entre una plataforma superior e inferior. El diámetro del canal fue de 0.2 a 1.0mm.	59
<b>FIGURA XXIII</b>	La fuerza generada por la lima comprimida se registró por medio de un sistema computarizado.	60
<b>FIGURA XXIV</b>	El test de compresibilidad consistió en una placa de metal con orificios precisos de 0.15 1.0 mm. Las limas se insertaron en cada orificio para determinar la profundidad de penetración. El diámetro del orificio representó la máxima compresión de la lima a ese nivel.	60
<b>FIGURA XXV</b>	Equipo usado para medir la abrasividad de la lima SAF: se colocaron 2 porciones de diente en un dispositivo de precisión a 0.2 mm de distancia una de la otra. Se operó una lima SAF entre dos plataformas, la dentina removida se calculó pesando las muestras antes y después del proceso.	61
<b>FIGURA XXVI</b>	Equipo utilizado para medir la durabilidad de la lima SAF: la pieza de mano se operó a 5000 vibraciones por minuto con movimiento de ascenso y descenso generado por un cabezal asimétrico que imita la acción clínica de SAF. La lima se inspeccionó cada minuto.	61
<b>FIGURA XXVII</b>	La falla típica encontrada en la lima SAF fue el desprendimiento de un arco en uno de sus puntos de conexión a los conos longitudinales.	62
<b>FIGURA XXVIII</b>	Esquema de la fuerza aplicada como resultado de la compresión en base al diámetro del canal. Cada punto representa la media de 10 muestras. La desviación estándar fue menor al 0.5%	63
<b>FIGURA XXIX</b>	Muestra el diámetro de la lima comprimida a distancias dadas desde su punta. Cada punto representa la media de 50 muestras. La desviación estándar fue menor al 3%.	63
<b>FIGURA XXX</b>	Muestra la cantidad de dentina removida por la lima SAF en función al tiempo de trabajo de acuerdo a diámetros ISO. Cada punto representa la media de 10 muestras. La desviación estándar fue menos de 0.1%.	64
<b>FIGURA XXXI</b>	Esquema de la degradación de la eficacia de la lima SAF en función de tiempo de trabajo. Las limas se usaron por 10, 20 o 30 minutos y su eficacia se midió y se comparó con limas nuevas.	64
<b>FIGURA XXXII</b>	Degradación de la fuerza aplicada por la lima comprimida en función del tiempo de trabajo. Se midió la fuerza que ejerce la lima comprimida en 10, 20 o 30 minutos de trabajo y se comparó con la acción de limas nueva.	65
<b>FIGURA XXXIII</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo The Self-adjusting File (SAF). Part 3: Removal of Debris and Smear Layer-A Scanning Electron Microscope Study.	67

		PÁGINA
<b>FIGURA XXXIV</b>	Las imágenes de la columna A muestran la presencia de barro dentinario cuando se utilizó NaOCl como único irrigante. Las columnas B y C muestran los diferentes tercios del conducto libres de debris y barro dentinario cuando se irrigó alternadamente con NaOCl y EDTA.	68
<b>FIGURA XXXV</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Removal of Debris and Smear Layer in Curved Root Canals Using Self-Adjusting File with Different Operation Times – A Scanning Electron Microscope Study.	70
<b>FIGURA XXXVI</b>	Distribución de los scores de debris en el nivel apical. Los datos se categorizaron para ilustración gráfica: scores 1-2 (pared del conducto limpia) contra 3-5 (presencia de debris).	70
<b>FIGURA XXXVII</b>	Distribución de los scores de debris a nivel apical. Los datos se categorizaron para ilustración gráfica: scores 1-2 (pared del conducto limpia) contra 3-5 (presencia de barro dentinario).	71
<b>FIGURA XXXVIII</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Root Canal Preparation with a Novel Nickel-Titanium Instrument Evaluated with Micro-computed Tomography: Canal Surface Preparation over Time.	73
<b>FIGURA XXXIX</b>	En esta tabla se esquematiza la preparación progresiva de los conductos con la lima SAF de 1.5mm y de 2.0mm. Los volúmenes iniciales de los conductos en ambos grupos fueron estadísticamente similares. Los símbolos azules corresponden a la preparación hecha con la lima de 1.5mm y los símbolos rojos, a la lima de 2.0mm. (A) El volumen incrementó con la preparación hecha con tiempo extra de trabajo.(B) Reducción en la superficie no instrumentada del conducto con una preparación progresiva.	74
<b>FIGURA XL</b>	Ejemplo de la imagen reconstruida con MCT de incisivo maxilar, con 5 minutos de trabajo de la lima SAF. Las áreas en color verde y rojo representan secciones transversales del conducto preoperatorias y postoperatorias a 1, 5, 9 y 13 mm detallando el volumen de dentina removida a lo largo del perímetro del conducto.	74
<b>FIGURA XLI</b>	Representa el esquema de la estrategia experimental del artículo: Ability of Chemomechanical Preparation with Either Rotary Instruments or Self-adjusting File to Desinfect Oval-shaped Root Canals.	76
<b>FIGURA XLII</b>	Representa el esquema de la estrategia experimental del estudio: Flat-Oval Root Canal Preparation with Self-Adjusting File Instrument: A Micro-Computed Tomography Study.	79

		PÁGINA
<b>FIGURA XLIII</b>	Imagen con MCT del conducto plano-oval del incisivo inferior	82
<b>FIGURA XLIV</b>	Imagen con MCT en las mismas proyecciones indicadas en la imagen superior.	83
<b>FIGURA XLV</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: The Quality of Root Canal Preparation and Root Canal Obturation in Canals Treated with Rotary <i>versus</i> Self-adjusting Files: A Three-dimensional Micro-computed Tomographic Study	85
<b>FIGURA XLVI</b>	Muestra gráfica del porcentaje de la superficie del conducto que no fue afectada por la lima y del porcentaje de la superficie después de la preparación del conducto que no tocó el material de obturación. RFC (root canal filling), C&S (cleaning and shaping).	86
<b>FIGURA XLVII</b>	Representa una imagen con micro-CT reconstruida de la conformación y obturación. Las 4 imágenes superiores representan un conducto preparado con lima SAF (izquierda) y obturadas (derecha), las zonas en azul representan las áreas tocadas por el instrumento, las áreas amarillas, son zonas tocadas por la obturación. Las imágenes inferiores corresponden al sistema rotatorio.	87
<b>FIGURA XLVIII</b>	Representa el esquema de la estrategia experimental del artículo: Micro-computed Tomography Evaluation of the Preparation of Long Oval Root Canals in Mandibular Molars with the Self-adjusting File.	88
<b>FIGURA XLIX</b>	Imagen con MCT de los conductos distales de los molares inferiores. Las áreas en verde son preoperatorias y las rojas, después de la instrumentación con SAF. Las imágenes de las secciones transversales muestran la similitud entre la preinstrumentación y postinstrumentación.	90
<b>FIGURA L</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: The Self-Adjusting File Optimizes Debridement Quality in Oval-shaped Root Canals.	92
<b>FIGURA LI</b>	Imagen histológica del tejido pulpar presente en el grupo control. Las flechas indican la presencia de vasos y nervios en la zona del círculo.	92
<b>FIGURA LII</b>	Las imágenes de la columna de la izquierda representan conductos ovales instrumentados con sistema SAF. En la columna de la derecha, se observan conductos tratados con ProTaper Universal. Las flechas indican la presencia de restos de tejido pulpar en los extremos bucal y lingual.	93
<b>FIGURA LIII</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Comparison of the Cleaning Efficacy of Self-Adjusting File and Rotary Systems in the Apical Third of Oval-shaped Canals.	96

		PÁGINA
<b>FIGURA LIV</b>	Fotomicrografías representativas de conductos ovales preparados con sistema rotatorio y SAF (40x). A y B conductos preparados con sistema rotatorio donde se observan restos de tejido en el extremo lingual. C y D conductos preparados con SAF libres de debris y mínima cantidad de residuos en el extremo lingual (flecha).	97
<b>FIGURA LV</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Comparison of the Self-Adjusting File with Rotary and Hand Instrumentation in Long-oval-shaped Root Canals.	99
<b>FIGURA LVI</b>	Comparación de SAF con PF y HF en la remoción de medio de contraste de conductos radiculares alargados-ovales.	100
<b>FIGURA LVII</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Root Canal Preparation of Maxillary Molars With the Self-adjusting File: A Micro-computed Tomography Study.	101
<b>FIGURA LVIII</b>	Imagen de molar maxilar con MCT. En las columnas A se observan de arriba abajo imágenes preoperatorias y sobrepuestas en proyecciones clínicas y anguladas. En la columna B se observan las secciones transversales apical, media y coronal mostrando la cantidad de dentina removida en la periferia. Las áreas verdes y rojas son preoperatorias y postoperatorias respectivamente.	103
<b>FIGURA LIX</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Time-dependent Antibacterial Effects of the Self-Adjusting File Used with Two Sodium Hypochlorite Concentrations.	106
<b>FIGURA LX</b>	Esquema que muestra la reducción gráfica de las CFUs intraconducto después de la preparación químico-mecánica con SAF por 2, 4 y 6 min usando dos concentraciones de NaOCl.	107
<b>FIGURA LXI</b>	Gráfica que muestra la incidencia de cultivos positivos después de la preparación químico-mecánica con SAF por 2, 4 y 6 minutos usando dos concentraciones de NaOCl.	108
<b>FIGURA LXII</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Dentinal Microcrack formation during Root Canal Preparations by Different NiTi Rotary Instruments and the Self-Adjusting File.	111
<b>FIGURA LXIII</b>	Porcentaje y número de raíces que presentaron defectos después de la preparación con distintos instrumentos. Los grupos con la misma letra no presentaron diferencia estadística entre ellos.	111

		PÁGINA
<b>FIGURA LXIV</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: In Vitro Canal and Isthmus Debris Removal of the Self-Adjusting File, K3 and WaveOne Files in the Mesial Root of Human Mandibular Molars.	114
<b>FIGURA LXV</b>	Porcentaje de la limpieza de conductos e istmos. Sólo se observan diferencias en la limpieza postirrigación, porque este fue considerado el punto final de los protocolos de tratamiento de los 3 grupos.	115
<b>FIGURA LXVI</b>	Datos de la limpieza de K3 y WaveOne de la postirrigación y postirrigación con SAF en el conducto e istmo.	115
<b>FIGURA LXVII</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Effects of Self-Adjusting File, Mtwo, and ProTaper on the Root Canal Wall.	118
<b>FIGURA LXVIII</b>	Porcentaje de dientes que presentaron grietas dentinarias. ProTaper y Mtwo causaron significativamente más grietas que las limas manuales. SAF no fue estadísticamente diferente que el grupo manual.	118
<b>FIGURA LXIX</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Self-Adjusting File Cleaning-Shaping-Irrigation System Optimizes the Filling of Oval-shaped Canals with Thermoplasticized Guttapercha.	121
<b>FIGURA LXX</b>	Esquema que muestra el desempeño de las 2 técnicas de instrumentación. En la imagen se representa la mediana al igual que los trazos mínimo y máximo y la varianza en cada grupo experimental presentados en forma de gráficas de caja.	122
<b>FIGURA LXXI</b>	Secciones de conductos radiculares obturados con gutapercha termoplastificada. Seis pares de incisivos inferiores. En las fotografías con las letras A, C y E se observan los conductos instrumentados con SAF donde se irrigó de manera continua con NaOCl. En las fotografías B, D y F se observan la obturación de los conductos instrumentados con ProTaper e irrigados con jeringa y aguja, las flechas indican la presencia de debris que evitaron el flujo de gutapercha dentro de los extremos bucal y lingual.	122
<b>FIGURA LXXII</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: The effectiveness of a self-adjusting file to remove residual gutta-percha after retreatment with rotary files.	124
<b>FIGURA LXXIII</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Removal of Gutta-percha from Root Canals Using the Self-Adjusting File.	127

		PÁGINA
<b>FIGURA LXXIV</b>	Representación gráfica de los scores de limpieza de los conductos en los diferentes tercios.	128
<b>FIGURA LXXV</b>	Ejemplo de un diente después de la remoción de gutapercha con limas ProTaper de retratamiento. La curvatura limitó el acceso de la lima a ciertas áreas del conducto, dejándolas intactas.	128
<b>FIGURA LXXVI</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Self-Adjusting Files in Retreatment: A High-resolution Micro-Computed Tomography Study.	131
<b>FIGURA LXXVII</b>	Muestra el porcentaje del material de obturación residual que permaneció en el conducto con cada uno de los protocolos utilizados: ProTaper retratamiento seguido por limas ProTaper F1 y F2 y ProFile seguido por lima SAF.	132
<b>FIGURA LXXVIII</b>	Imágenes reconstruidas en 3D de retratamiento. La imagen A muestra los residuos de material que permanecieron después del retratamiento con el sistema ProTaper. Izquierda, después de la preparación; centro, obturación; derecha, residuos después del retratamiento. La imagen B muestra la secuencia de preparación, obturación y retratamiento en un diente donde se usó ProFile/SAF, donde se observan menos residuos de gutapercha y sellador que en la imagen A.	133
<b>FIGURA LXXIX</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: The Challenge of C-shaped Canal Systems: A Comparative Study of the Self-Adjusting File and ProTaper.	134
<b>FIGURA LXXX</b>	Molares mandibular y maxilar con sistemas de conductos en C. Se aprecia la información limitada que proporcionan las radiografías convencionales.	135
<b>FIGURA LXXXI</b>	Imagen con MCT y 3D de conducto en C tratado con lima SAF, A imágenes preoperatorias. B conformación postoperatoria del conducto, las áreas en verde representan las zonas no afectadas por la lima. C y D secciones transversales a los 4 y 6 mm del ápice. Se observa la remoción uniforme de dentina en toda la circunferencia del conducto.	136
<b>FIGURA LXXXII</b>	Imagen con MCT y 3D de un conducto en C tratado con limas ProTaper. A anatomía del conducto antes del procedimiento. El color verde representa las áreas no tocadas por el instrumento. C y D secciones transversales a los 4 y 6mm del ápice. Se observa la conformación circular de las limas en ciertas partes del conducto sin tocar las áreas intermedias.	137



		PÁGINA
<b>FIGURA LXXXIII</b>	Esquema de la estrategia experimental del artículo: Eight Months of Clinical Experience with the Self-Adjusting File System.	139
<b>FIGURA LXXXIV</b>	Imágenes A, B y C muestran un conducto fácil donde se aprecia la preservación de la forma del conducto. D - F conductos con dificultad intermedia, las flechas indican la presencia del bloque de dentina en el área del tercio cervical, el cual no se eliminó, debido a que la lima SAF tiene la habilidad de manejar dobles curvaturas. G – I conductos difíciles donde se accedió inicialmente con Mtwo 10.04-15-05, lima manual 20 NiTi. Posteriormente se usó SAF para limpiar y conformar los conductos.	140
<b>FIGURA LXXXV</b>	A-B imágenes de conducto mesial oval de molar inferior: la segunda proyección muestra la forma oval del conducto tratado con SAF. C – E molar obturado con técnica combinada donde el cono maestro se humedeció en cloroformo, el cual se dejó secar y posteriormente se llevó al conducto con sellador. F cono de gutapercha con la impresión de la parte apical del conducto. G imagen con tomografía computarizada mostrando un conducto oval en su sección transversal en una raíz mesial del segundo molar inferior.	141

## RESUMEN.

La limpieza y conformación del conducto radicular son los pasos clave del tratamiento endodóntico. Este proceso involucra la eliminación de restos de tejido del espacio del conducto, así como, la remoción simultánea de las capas internas de dentina permitiendo al mismo tiempo que los irrigantes alcancen la longitud total del canal para asegurar una limpieza y desinfección completas del espacio radicular.

La introducción de sistemas de limas rotatorias de níquel-titanio (NiTi) ha representado un importante progreso en la preparación mecánica de los conductos, facilitando en gran medida la práctica endodóntica. Debido a su elasticidad, estos instrumentos, son capaces de mantener el eje axial del conducto en su posición original, previniendo así, la transportación y formación de escalones.

Los resultados de estudios recientes donde se ha evaluado la calidad de la preparación de los conductos con los sistemas rotatorios de NiTi mediante el uso de tomografía micro-computarizada de alta definición (micro-CT) han demostrado que las técnicas rotatorias dejan una proporción importante de áreas de dentina intactas, esto se debe a que estos instrumentos tienden a preparar el espacio del conducto hacia una forma redonda y centrada, cuando en realidad, la sección transversal de los conductos es oval, alargada, plana, en forma de C. Estas variaciones, no se observan en las radiografías periapicales de uso clínico, que sólo nos brindan una imagen bidimensional ignorando la forma tridimensional del conducto.

El sistema de instrumentación Self-adjusting File (SAF; ReDent-Nova, Ra'anana, Israel) es diferente a cualquier otro sistema de limas actual, ya que presenta un diseño innovador que consiste en una lima hueca, flexible y cilíndrica, compuesta por una red abrasiva de NiTi, de 120µm de grosor, la cual, tiene la capacidad de comprimirse y expandirse, adaptándose a la forma tridimensional del conducto tanto en sentido longitudinal y a lo largo de su sección transversal. El diseño hueco de la lima permite que la solución irrigadora fluya a través de ella durante todo el procedimiento ejerciendo una acción vibratoria que crea turbulencia en el conducto. La lima se conecta a un dispositivo de bombeo denominado VATEA (ReDent-Nova) encargado de proveer el irrigante a un flujo constante de 5ml/min. La lima SAF está diseñada para preparar de manera eficiente conductos radiculares que no presentan una sección transversal

redonda y de este modo eliminar los residuos presentes en las áreas no tratadas de conductos ovoides o aplanados, dando como resultado también una mejor penetración y adaptación de los selladores y del material de obturación. Esta capacidad de adaptación de la lima disminuye el riesgo de sobreinstrumentación y también reduce el riesgo de causar debilitamiento de las paredes del conducto.

**Palabras Clave:** limpieza y conformación, irrigación, limas rotatorias NiTi, Self-adjusting File.

**ABSTRACT.**

Cleaning and shaping of the root canals are the main steps of the endodontic treatment. This process, involves, the completely removal of tissue remnants and the inner layers of root canal dentin while allowing the irrigants to reach the entire length of the canal for a thorough cleaning and disinfection of the root canal space.

The introduction of nickel-titanium (NiTi) rotary file systems has represented an important progress in the mechanical preparation of the root canals making easier the endodontic practice. Due to their elasticity, these instruments are capable to keep the root canal axis in its original position thus preventing its transportation or ledging.

The results from high-definition micro-computed tomography (micro-CT) scanning studies have demonstrated that most of the mechanical techniques leave most of dentin walls untouched, because of the tendency of rotary files to prepare the main root canal space into a circular shape, when really, the cross-sectional root canal configuration has been classified as round, oval, flattened, long-oval, c-shaped or irregular. These configurations can't be observed in two-dimensional clinical periapical radiographs, yet the third dimension of the root canal is ignored.

The recent introduction of the Self-adjusting File system (SAF, ReDent-Nova, Ra'anana, Israel) is different from any available file system, its innovator design consists of a hollow, flexible, cylindrical file composed of 120µm-thick NiTi lattice which may easily be compressed when inserted into the canal, adapting itself to the canal's shape both longitudinally and along the cross-section.

The hollow design of the file allows the irrigant solution to reach the entire space of the canal throughout the procedure applying a vibrating motion that creates a kind of turbulence in the root canal space. A special irrigation device VATEA (ReDent-Nova) is connected to the file by a silicon tube and provides continuous flow of irrigant at a rate of 5ml/min.

The SAF file is designed to efficiently prepare root canals that are not round in its cross-section and in this way to remove infected tissue and debris from untreated areas of oval or flat canals. The adaptive feature of the file lowers the risk of overpreparation and also lowers the risk of weakening the canal walls.

**Key words:** cleaning and shaping, irrigation, NiTi Rotary files, Self-adjusting File.

## 1. INTRODUCCIÓN.

Un tratamiento endodóntico satisfactorio depende de la efectividad de la limpieza y conformación del sistema de conductos. Cualquier remanente de tejido, bacterias o debris puede contribuir al fracaso endodóntico (Paranipe, 2012). La preparación del sistema de conductos es uno de los pasos más importantes de la terapia endodóntica y una limpieza minuciosa del tercio apical se ha catalogado como un reto para el endodoncista. Cuando el segmento apical es pobremente desinfectado es probable que persista o se desarrolle una periodontitis post-operatoria (Ruckman, 2013). Por muchos años, en la práctica endodóntica era común ensanchar el conducto radicular hasta tres diámetros ISO más que la primera lima que ajustara en la zona apical del conducto. Con esto se daba por sentado que la preparación removía suficiente dentina y permitía al irrigante alcanzar la longitud total del conducto limpiando y desinfectando el espacio radicular (Metzger, 2010).

El sistema de conductos es anatómicamente complejo y la instrumentación mecánica puede ser deficiente, además el uso tanto de limas manuales convencionales y de instrumentos rotatorios de Níquel-Titanio (NiTi) no producen una limpieza completa de la superficie del conducto. Recientemente la sección transversal de los conductos se clasificó en redonda, oval, oval alargada, aplanada o irregular. De acuerdo con Wu, la prevalencia de conductos ovoides alargados en el tercio apical es alrededor de 25%, en incisivos mandibulares y segundos premolares maxilares es mayor a 50% y en raíces distales de molares mandibulares la prevalencia es del 25% al 30% (Paqué, 2011).

La erradicación de microorganismos del conducto es una fase crucial de la terapia endodóntica, es el resultado de la combinación de la preparación biomecánica y de la irrigación. La irrigación por sí sola no es tan efectiva sin la acción simultánea de los instrumentos sobre las paredes del conducto ejerciendo una remoción uniforme de la dentina infectada (Peters, 2010).

Los avances tecnológicos en el proceso y diseño de manufactura de limas endodónticas han conducido a mejoras en la terapia de conductos. Diferencias en el tamaño de la punta, formas de la sección-transversal y ángulos helicoidales demuestran el intento de las compañías para crear un instrumento seguro y con un corte eficiente. Es esencial

obtener un sistema de limas endodónticas que logren remover tejido pulpar, que puedan crear un espacio con una conicidad continua, que mantengan la forma general del conducto y sobre todo que preserven la integridad de la estructura radicular (Burroughs, 2012).

Durante la instrumentación biomecánica de los conductos radiculares se forma una capa amorfa de residuos orgánicos e inorgánicos (entre ellos componentes bacterianos) los cuales se depositan a lo largo de las paredes del conducto. McComb y Smith reportaron que este barro dentinario se adhiere débilmente a las paredes del canal, reduce la adhesión del sellador y afecta el sellado en forma negativa. Esta capa debe eliminarse antes de la obturación para asegurar un contacto íntimo del sellador con la superficie dentinaria (Poggio, 2012).

El proceso de irrigación consiste en el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que pueden estar contenidas dentro del sistema de conductos, para esto se emplean agentes químicos aislados o combinados. La irrigación tiene doble propósito, actuar sobre el componente orgánico removiendo los restos de tejido pulpar y microorganismos presentes (Salem, 2006).

Existen estrategias suplementarias de postinstrumentación para mejorar y/o acelerar la desinfección de los conductos. La activación del irrigante es importante y entre los métodos disponibles, la irrigación pasiva ultrasónica (PUI) es probablemente la más usada. La PUI se refiere a la colocación intracanal de un irrigante con jeringa seguido por activación ultrasónica o suministrar irrigante a través de una pieza de mano ultrasónica. Este ha demostrado ser el sistema más efectivo para remover restos de tejido y debris dentinarios del conducto radicular principal así como de sus irregularidades (Alves, 2011).

Self-adjusting File (SAF) es un nuevo concepto en endodoncia. Metzger y cols., en el 2010 mencionan que cuando la lima es insertada en el conducto, el instrumento se adapta tridimensionalmente a la forma longitudinal y transversal del conducto (Paranipe, 2012). La lima SAF es una lima hueca, comprimible, en forma de cilindro de paredes delgadas compuestas por un entramado delgado de NiTi de 120  $\mu\text{m}$  de grosor. La lima de 1.5 mm de diámetro puede comprimirse para adaptarse a un conducto previamente preparado con una lima K #20. La lima de 2.0 mm de diámetro se adapta en un conducto trabajado hasta una lima K #30. Cuando se inserta en un conducto con sección

transversal redonda, la lima se adapta a esa forma transversal, lo mismo sucede cuando se introduce en conductos con una forma ovalada o plana en su sección transversal. La superficie de la lima es ligeramente abrasiva, lo que le permite remover dentina de las paredes del conducto (Metzger, 2010). El sistema SAF mejora la eficacia de la instrumentación y desinfección de conductos. Este nuevo diseño no sólo limpia conductos con anatomía irregular sino que también provee pasiva y simultáneamente una solución irrigadora en la totalidad del canal durante el proceso de conformación. El espacio del conducto y la dentina interna son limpiados y conformados en tres dimensiones (Cohen, 2010).

El sistema SAF ha sido diseñado con el objetivo de evitar algunas de las limitantes de los instrumentos rotatorios NiTi. Un estudio reciente con tomografía micro-computarizada mostró que el porcentaje del área del conducto afectada por la lima SAF es mayor que la instrumentada por los sistemas de limas rotatorias (Siqueira, 2010).

Siqueira y cols., definieron el sistema SAF como un sistema de limpieza-conformación-irrigación porque efectúa simultáneamente una preparación químico-mecánica y la limpieza del espacio del conducto. La evaluación histológica mostró que el sistema SAF incrementó la calidad de debridamiento en conductos con forma oval. Por lo tanto, es posible asumir que la preparación con SAF tiene un impacto positivo sobre la obturación de los conductos radiculares con forma oval (De-Deus, 2012).

El retratamiento endodóntico se utiliza cuando el tratamiento endodóntico no es exitoso y las lesiones inflamatorias perirradiculares pueden persistir o desarrollarse postoperatoriamente. Con él se intenta restablecer la salud de los tejidos periapicales mediante la remoción de la obturación original, limpiando más a fondo y resellando. La lima SAF remueve la gutapercha remanente después del retratamiento convencional por su movimiento de escarbado con irrigación constante y su capacidad para tocar un mayor porcentaje de las paredes del conducto que los instrumentos rotatorios (Voet, 2012). Diversos estudios recientes sobre el sistema SAF han mostrado resultados superiores sobre la instrumentación rotatoria convencional con limas NiTi en importantes aspectos, por ejemplo presenta un mejor diseño para preparar conductos con forma oval, mejora el debridamiento de tejido pulpar y limpieza de debris de tejido duro. Es eficaz durante la remoción de gutapercha residual después del retratamiento (De-Deus,



2012). Por todo esto, la presente revisión bibliográfica está enfocada a analizar las propiedades y aplicaciones del sistema SAF.

## **2. OBJETIVO GENERAL.**

Examinar en la literatura las propiedades mecánicas y aplicaciones del sistema de instrumentación rotatoria Self-adjusting File (SAF).

### **2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

1. Analizar el diseño estructural y propiedades mecánicas del SAF.
2. Analizar la capacidad de limpieza y conformación de la lima SAF en conductos con anatomía compleja.
3. Comparar el comportamiento de la lima SAF con otros sistemas rotatorios NiTi que existen en el mercado.
4. Valorar la acción de la lima SAF para fines de retratamiento.

### 3. JUSTIFICACIÓN.

El tratamiento endodóntico es un procedimiento enfocado a mantener la salud de los tejidos periapicales por medio de la limpieza y conformación adecuadas del conducto radicular. Hoy en día, gracias a los avances tecnológicos en este ámbito, se han desarrollado sistemas y dispositivos para mejorar la práctica endodóntica y garantizar el éxito del tratamiento a largo plazo. En lo referente a la instrumentación, con la creación de limas rotatorias de NiTi se ha logrado optimizar el tiempo de trabajo, además, ésta aleación da como resultado una mayor flexibilidad de los instrumentos, reduciendo así, los accidentes de procedimiento.

Actualmente con la ayuda de equipos sofisticados como el microscopio electrónico de barrido, la tomografía micro-computarizada y las reconstrucciones en 3D, se ha logrado confirmar que las técnicas de instrumentación y de irrigación actuales no son completamente efectivas, ya que la anatomía radicular es extremadamente compleja, lo cual impide que los instrumentos rotatorios se adapten a la forma tridimensional del conducto, dejando áreas del conducto intactas e inalcanzables por las soluciones irrigadoras, conduciendo al fracaso del tratamiento a corto o largo plazo.

Recientemente surgió un sistema de instrumentación denominado SAF, el cual consiste en una sola lima con forma de un cilindro hueco, constituida por una malla de NiTi abrasiva, la cual al ser insertada en el conducto, se comprime y se adapta por sí sola a la forma tridimensional del conducto, ensanchándolo pero respetando su forma original, es decir, un conducto con una sección transversal en forma oval es ensanchado como un conducto oval pero de mayores dimensiones. La lima SAF contiene en su mango un conector donde se inserta una manguera que a su vez se conecta a un dispositivo de bombeo que proporciona la solución irrigadora a un flujo constante durante todo el procedimiento, esto permite la eliminación del contenido del conducto y produce un efecto de cavitación que origina el desprendimiento de residuos y biofilms adheridos a las paredes dentinarias.

Estudios recientes han evaluado la eficacia de limpieza y conformación de este sistema SAF, especialmente de conductos con anatomía compleja, se ha confirmado cierta superioridad comparada con la acción de otras técnicas de instrumentación.

#### **4. ANTECEDENTES GENERALES.**

##### **4.1 IMPORTANCIA DEL TRATAMIENTO ENDODÓNTICO.**

La limpieza del conducto radicular incluye el vaciamiento total del contenido presente en el canal. El éxito depende de la situación clínica del tejido pulpar, del método y de la calidad de la instrumentación, irrigación, desinfección y de la obturación tridimensional del espacio del conducto (Teixeira, 2004; Eldeniz, 2005).

La Preparación químico-mecánica se define como el uso de soluciones irrigadoras activadas en combinación con la limpieza mecánica para obtener canales radiculares libres de microbiota y residuos. Una limpieza, conformación y desinfección minuciosa del sistema de conductos son los pasos necesarios para el éxito del tratamiento endodóntico (Marening, 2007; Cohen, 2010).

Por muchos años fue una práctica común ensanchar el conducto radicular hasta tres diámetros ISO más, que la primera lima que ajustara en la zona apical del conducto. Con esto se daba por sentado que la preparación removía suficiente dentina y permitía al irrigante alcanzar la longitud total del conducto limpiando y desinfectando el espacio radicular (Metzger, 2010).

La preparación del sistema de conductos, reducir el número de microorganismos y residuos patológicos para prevenir o tratar la periodontitis apical y una limpieza minuciosa del tercio apical se han catalogado como un reto para el endodoncista. Cuando el segmento apical está poco desinfectado es probable que persista o se desarrolle una periodontitis post-operatoria (Baugh, 2005; Ruckman, 2013).

Conformar los conductos con una adecuada geometría para permitir el acceso a las soluciones desinfectantes, ha sido denominada preparación químico-mecánica; cuya

meta principal en materia microbiológica es erradicar la carga bacteriana o reducirla a niveles mínimos que puedan ser compatibles con la salud de los tejidos perirradiculares (Peters, 2010; Siqueira, 2010).

La erradicación de microorganismos es una fase crucial durante la terapia endodóntica, es el resultado de la combinación de la preparación biomecánica y de la irrigación. La irrigación por sí sola no es tan efectiva sin la acción simultánea de los instrumentos sobre las paredes del conducto ejerciendo una remoción uniforme de la dentina infectada (Peters, 2010).

Una desinfección insuficiente de los conductos impide curar o prevenir la periodontitis apical, además de poner en riesgo la siguiente fase del tratamiento que es la obturación. Cualquier material ubicado entre la pared y el material de obturación produce espacios ideales para la filtración y proliferación de bacterias, conduciendo a un fracaso potencial (Metzger, 2010; Solomonov, 2011).

Durante el tratamiento de conductos es necesario conservar la vía original del conducto y la pared dentinaria debe cortarse circunferencialmente de tal forma que el contorno de la preparación refleje su contorno original (Adigüzel, 2011).

Los efectos desinfectantes de los instrumentos e irrigantes son primordiales en el control microbiano y reducción de las colonias bacterianas del conducto radicular principal, sin embargo, estos se ven obstaculizados cuando existe una anatomía compleja del conducto (Alves, 2011).

El éxito de la endodoncia es evaluado por la salud del hueso periapical adyacente a los conductos radiculares obturados. Goldman y cols., mostraron que al evaluar la reparación de las lesiones periapicales usando radiografías en 2D sólo hubo un 47% de acuerdo entre 6 analistas. Goldman y cols., también reportaron que cuando esos mismos analistas evaluaron dichas películas a dos tiempos diferentes, sólo tuvieron entre un 19% - 80% de coincidencia entre las dos evaluaciones (Scarfe, 2010).

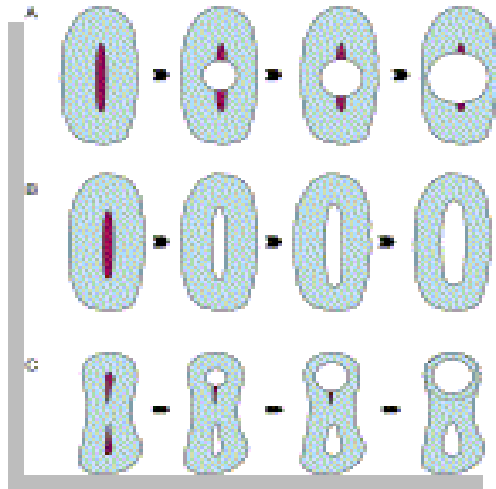
## 4.2 INSTRUMENTACIÓN.

La instrumentación endodóntica, ya sea manual o con técnicas mecanizadas, produce barro dentinario y tapones de partículas orgánicas e inorgánicas de tejido calcificado y elementos orgánicos como residuos de tejido pulpar, procesos odontoblásticos, microorganismos y células sanguíneas dentro de los túbulos dentinarios (Eldeniz, 2005).

La preparación del conducto debe realizarse con mínimo o ningún error tales como, desgarre o perforación. Aunque los sistemas rotatorios preparan los conductos sin mayores errores de procedimiento, no se adaptan a conductos cuya sección transversal es alargada o aplanada. Las paredes radicales serán escasamente preparadas y las extensiones bucal y lingual quedarán pobremente limpias (Peters, 2010).

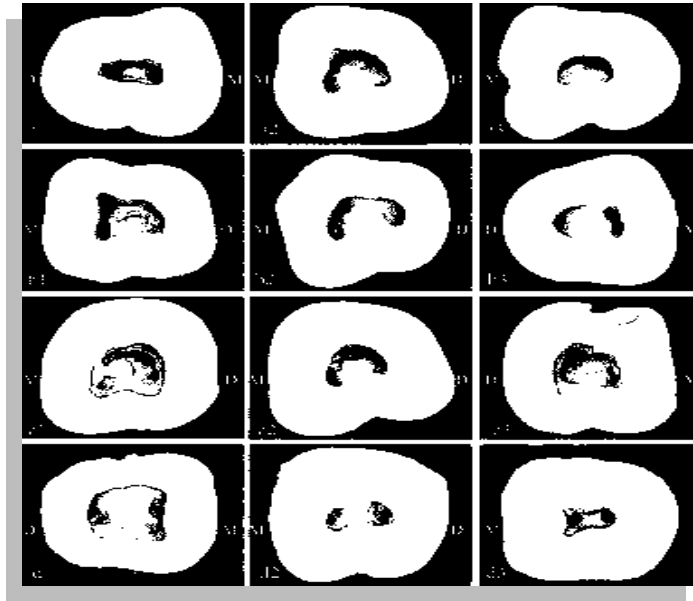
La introducción de sistemas rotatorios de NiTi representa un gran avance en el desarrollo de instrumentos endodónticos. La aleación súper elástica ha hecho posible la fabricación de instrumentos altamente eficientes que pueden rotarse con seguridad, incluso en conductos curvos, manteniendo el eje axial del conducto en su posición original. Todos estos instrumentos tienen algo en común: consisten en un núcleo de metal con algún tipo de cuchilla rotatoria que trabaja en el conducto con un movimiento circular usando estrías que arrojan coronalmente esquirlas de dentina y residuos. Consecuentemente, todas las limas rotatorias NiTi conforman el conducto como un cilindro con una sección transversal redonda. Cuando se trata de conductos cuya sección transversal es simple, angosta y recta, la mayoría de los sistemas de limas rotatorias actuales limpiarán y conformarán adecuadamente dichos conductos. Las complejidades anatómicas de los conductos representan limitantes físicas. Tales configuraciones incluyen secciones transversales ovales, alargadas, aplanadas o irregulares. En conductos con estas condiciones anatómicas los instrumentos manuales o rotatorios realizan una limpieza deficiente dejando esquinas del conducto intactas. De

este modo una técnica de obturación con gutapercha termoplastificada será ineficiente para sellar esos espacios (Hof, 2010; Metzger, 2010; Siqueira, 2010).



**Figura 1.** Esquema de las secciones transversales de conductos planos y en forma de lágrima. Indica cómo las limas rotatorias tienden a hacer una conformación circular, además el uso de limas de grueso calibre adelgazan las paredes dentinarias remanentes (Metzger, 2010).

Durante la última década los instrumentos rotatorios NiTi han alcanzado gran popularidad, apoyada por numerosos estudios que indican una habilidad notable para mantener la curvatura original del conducto, producir formas del conducto cónicas aptas para la obturación. Algunos estudios referentes a la habilidad para conformar tanto de los instrumentos NiTi y los instrumentos tradicionales de acero inoxidable funcionan bien en conductos regulares y con poca dificultad, pero no así, en conductos complejos tales como los conductos en forma de C (Yin, 2010).



**Figura II.** Imágenes reconstruidas en 3D que muestran la conformación del piso pulpar de conductos en forma de C (Min, 2006).

La instrumentación ultrasónica, combinada con el uso de limas rotatorias y la instrumentación manual con un lima Hedström mejora la preparación pero ninguna técnica limpió completamente los conductos con forma oval, lo cual puede albergar restos de tejido pulpar necrótico y biofilms bacterianos (Alves, 2011).

La limpieza y conformación de los conductos radiculares requiere la presencia de soluciones irrigadoras que solo pueden alcanzar el tercio apical del conducto después de ser ensanchado con instrumentos. Los instrumentos rotatorios de NiTi se han convertido en auxiliares importantes en la conformación de conductos. Sin embargo, los instrumentos rotatorios tienen un desempeño pobre en canales con forma oval alargada, tal como, en conductos distales de molares inferiores, ya que no preparan ni el 60% de la superficie bajo estas condiciones. La eliminación de microorganismos, es el resultado de la combinación de la preparación mecánica y la irrigación (Peters, 2011).

De acuerdo con Wu, la prevalencia de conductos ovales alargados en el tercio apical es alrededor de 25%, en incisivos mandibulares y segundos premolares maxilares es mayor a 50% y en raíces distales de molares mandibulares la prevalencia es del 25% al 30% (Paqué, 2011).

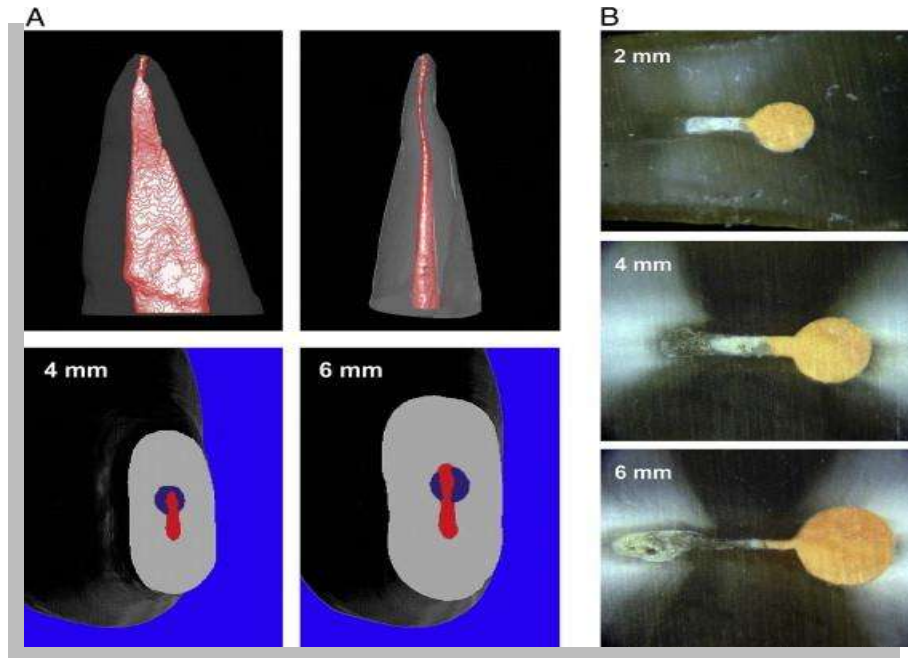
Los resultados de estudios realizados con tomografía micro-computarizada han enfatizado la baja calidad de la preparación de conductos con los sistemas rotatorios de NiTi actuales. Por muchos años se han utilizado métodos histológicos para evaluar la instrumentación radicular pero estos son ya considerados obsoletos cuando se comparan con métodos que emplean tomografía micro-computarizada, sin embargo aportan datos valiosos que no pueden obtenerse de otra manera, por lo tanto son un complemento esencial cuando se usa tomografía micro-computarizada (De-Deus, 2011).

Los cambios tecnológicos en el diseño de instrumentos y en el tipo de metales utilizados para su manufactura se han hecho con el propósito de reducir los errores en la preparación de conductos, logrando una mejor preservación de la masa central del conducto. Sin embargo, muchos estudios indican que conformar no es lo mismo que limpiar. Se ha reportado que los instrumentos rotatorios de NiTi pueden dejar entre el 40 al 60% de la superficie sin cambios durante la instrumentación. Las variaciones en la geometría de los conductos antes de los procedimientos de limpieza y conformación parecen tener mayor influencia en los cambios ocurridos durante la preparación (Adigüzel, 2011; Solomonov, 2011; Versiani, 2011).



**Figura III.** Análisis Con Micro C-T de la preparación de conductos con limas rotatorias convencionales. Las áreas en verde representan que fueron tocadas por la lima mientras que las rojas permanecieron intactas (Metzger, 2010).



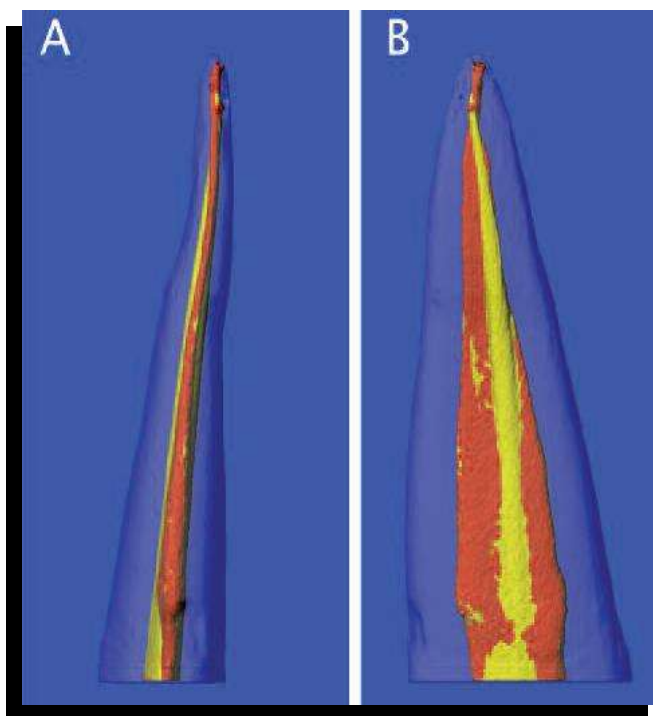


**Figura IV.** Análisis con micro-CT de un conducto plano preparado con técnica rotatoria. Imágenes en proyección bucal y mesial antes del tratamiento. Secciones transversales a los 4 y 6 mm del ápice, color rojo, antes del tratamiento; color azul, después del tratamiento. En las imágenes de la columna B indican la obturación de un conducto oval donde se observan los extremos intactos con residuos que evitaron el flujo de gutapercha (Metzger, 2010).

La acción combinada de instrumentos endodónticos y soluciones irrigadoras producen una cantidad importante de residuos orgánicos e inorgánicos, debris y barro dentinario. Metzger y cols, han demostrado que una capa de barro dentinario del grosor de 5  $\mu\text{m}$  crea un espacio potencial entre el material de obturación y la pared del conducto que es capaz de albergar aproximadamente 5 capas de bacterias (Cruz-Filho, 2011; Paranipe, 2012).

Con el paso de los años, ha habido un desarrollo substancial en el diseño de limas rotatorias de NiTi. En la primera generación, todos los instrumentos tenían una conicidad uniforme y un diseño uniforme de sus estrías y ángulo helicoidal (Profile, Quantec, GT, Hero 624 y FlexMaster). La segunda generación se diseñó con conicidades variables a lo largo de su parte activa y con un diseño no uniforme de sus estrías (ProTaper, Race, K3, Hero Shaper y Revo-S) y la tercera generación ha sido desarrollada en base a nuevos conceptos metalúrgicos como Twisted File por un lado e instrumentos hechos

con sistema M wire, tales como, GTX o WaveOne. Todos los sistemas rotatorios de NiTi son similares en que ignoran la forma tridimensional del conducto (Metzger, 2011).



**Figura V.** Proyecciones bucal y proximal reconstruidas con micro-CT de un conducto plano-oval preparado con lima rotatoria. Amarillo: área instrumentada. Rojo: área no instrumentada. El análisis con micro-CT en 3D indica que la preparación es insuficiente (Metzger, 2011).

Los conductos de forma oval-alargada son relativamente comunes, con una prevalencia de aproximadamente 25% en el tercio apical y en algunos dientes tales como incisivos mandibulares y premolares maxilares, la prevalencia es mayor del 50%. Estos conductos son un reto importante en la limpieza y conformación tanto para instrumentación manual, instrumentación rotatoria de NiTi o la combinación de ambas (Ruckman, 2013).

El diámetro al cual debe instrumentarse el tercio apical de los conductos representa un tema controversial en endodoncia. Yared y Bou Dagher reportaron que los conductos instrumentados hasta una lima K #25 estaban tan limpios como aquellos instrumentados hasta una lima K #40, sin diferencias significativas en relación a las bacterias eliminadas. Contrariamente, Rollison y cols., que el ensanchamiento apical hasta una lima K #50 de los conductos mesiovestibulares de molares mandibulares presentaron una reducción mayor de bacterias que en aquellos ensanchados hasta un diámetro 35. Sabiendo que la

mayoría de los conductos no son circulares en el tercio apical, presentando dos diámetros. Ronaldo Araújo Souza y cols., en el 2012, realizaron un estudio in vivo, donde instrumentaron conductos a diferentes diámetros apicales, alternando PUI y jeringa y aguja convencionales; los resultados demostraron que el ensanchamiento del tercio apical no altera el pronóstico del tratamiento de conductos en dientes con lesión periapical, afirmando que la reparación de la lesión no guarda una relación directa con el diámetro apical final (Araújo Souza, 2012).

### **4.3 IRRIGACIÓN.**

En el tratamiento de conductos, la limpieza es la remoción de todo el contenido del sistema de conductos antes y durante la conformación. La limpieza exitosa conlleva el uso de instrumentos para remover sustancias físicamente, los sistemas de irrigación para enjuagar material desprendido y los químicos para disolver residuos en zonas inaccesibles. La irrigación es actualmente el mejor método para disolver tejido y restos dentinarios durante la instrumentación (Ari, 2004).

La irrigación intraconducto no sólo remueve debris pulpaes y restos dentinarios sino también ayuda a lubricar los instrumentos endodónticos y facilita su acción de corte. La efectividad de la solución en el debridamiento del conducto depende de la profundidad

de colocación y volumen de la solución. Ningún método de irrigación consigue reducir o prevenir la extrusión de debris en los tejidos periapicales (Teixeira, 2004).

El proceso de irrigación consiste en el lavado y aspiración de todos los restos y sustancias que pueden estar contenidas dentro del sistema de conductos y se lleva a cabo mediante el uso de agentes químicos aislados o combinados. La irrigación tiene doble propósito, actuar sobre el componente orgánico removiendo los restos de tejido pulpar y microorganismos presentes y sobre el componente inorgánico para remover la capa residual (Salem, 2006).

Históricamente se han sugerido innumerables soluciones como irrigantes del conducto radicular, incluyendo sustancias inertes tales como cloruro de sodio u otras altamente tóxicas como formaldehído. En general, el irrigante endodóntico ideal debe cubrir ciertos requisitos:

- 1.- Tener un amplio espectro antimicrobiano contra microorganismos anaerobios y facultativos organizados en biofilms.
- 2.- Disolver restos de tejido pulpar necrótico.
- 3.- Inactivar endotoxinas.
- 4.- Prevenir la formación de barro dentinario o disolverla una vez que se produce.

Ya que los irrigantes endodónticos entran en contacto con tejidos vitales no deben ser tóxicos o cáusticos a los tejidos periodontales y con un bajo potencial de causar reacciones anafilácticas (Zehnder, 2006).

No existe una solución irrigadora ideal, por lo que se deberán combinar dos o más para conseguir los objetivos mencionados. Para una eficiente limpieza del tercio apical la aplicación del irrigante debe estar lo más cerca del ápice, siempre teniendo en cuenta que no haya riesgo de extrusión por el foramen apical. En la 1ª. Guerra Mundial Dakin usó el hipoclorito de sodio (NaOCl) al 0.5% como desinfectante de heridas. A partir de 1920 fue usado en endodoncia. El NaOCl es efectivo contra bacterias y levaduras, en elevada concentración (5%) contra esporas. Su mecanismo de acción consiste en interferir sobre la fosforilación oxidativa y en la síntesis de ADN en el interior de la célula (Ballester, 2009).

De todas las sustancias comúnmente usadas el NaOCl parece ser el irrigante ideal, debido a que cubre todos los requerimientos necesarios. El hipoclorito tiene la capacidad para disolver tejido necrótico, vital y los componentes orgánicos del barro dentinario. Mata patógenos endodónticos organizados en biofilms y dentro de los túbulos dentinarios, también se ha reportado su capacidad para desactivar endotoxinas bacterianas (Zehnder, 2006).

La irrigación de los canales radiculares es un procedimiento esencial y determinante en los tratamientos de endodoncia. La clorhexidina en endodoncia es utilizada al 0.12% como irrigante intracanal continuando su liberación por un período de 48 a 72 horas posterior a la instrumentación. La clorhexidina fue desarrollada en la década de los 40 por Imperial Chemical Industries en Inglaterra. Actúa contra la pared celular de los microorganismos causando alteraciones en su movilidad electroforética, alterando la integridad de su pared celular y facilitando la liberación de los componentes intracelulares. A bajas concentraciones es bacteriostático, las sustancias de bajo peso molecular como potasio y fósforo pasan a través de la membrana celular y a altas concentraciones es bactericida, produce precipitación del citoplasma (Torres, 2009).

La clorhexidina es un potente antiséptico, el cual es ampliamente utilizado para controlar la placa en la cavidad oral, para lo que se recomiendan soluciones con una concentración del 0.1 y 0.2%, mientras que se usa a concentraciones del 2% como irrigante del conducto radicular. A pesar de su amplio uso como irrigante final, la clorhexidina no puede catalogarse como el irrigante principal en endodoncia. La clorhexidina tiene una gran afinidad por los tejidos duros dentales y una vez que se adhiere a la superficie, presenta una gran actividad antimicrobiana, un fenómeno conocido como sustantividad (Zehnder, 2006).

Durante la instrumentación biomecánica de los conductos radiculares, una capa amorfa de residuos orgánicos e inorgánicos, así como de componentes bacterianos es producida y depositada a lo largo de las paredes del conducto. McComb y Smith reportaron que este barro dentinario se adhiere débilmente a las paredes reduciendo la adhesión del sellador. Si esta capa no se remueve, tiene un impacto negativo actuando

como una barrera física entre el material de obturación y las paredes del conducto. Es importante enfatizar que los procedimientos químicos y mecánicos no están aislados, puesto, que el objetivo es obtener una limpieza, conformación y desinfección del conducto (Poggio, 2012; Zapparoli, 2012; Akcay, 2012).

Diversas soluciones irrigadoras han sido utilizadas para remover el barro dentinario de los conductos. Sustancias descalcificantes tales como ácido cítrico y ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) se han catalogado como aptas para llevar a cabo este objetivo. Los agentes quelantes fueron introducidos en endodoncia por Nygaard-Ostby en 1957 como auxiliares en la preparación de conductos estrechos y calcificados. Una solución líquida de EDTA fue el primer quelante usado en endodoncia como un agente capaz de alisar químicamente la dentina, disolviendo el barro dentinario e incrementando la permeabilidad de la dentina. La quelación es un proceso físicoquímico que promueve la remoción de iones positivos multivalentes por medio de sustancias químicas específicas. En la dentina radicular, el agente reacciona con los iones de calcio de los cristales de hidroxiapatita (Unverdi, 2005; Cruz-Filho, 2011; Vasudev, 2010).

Aunque la combinación de NaOCl y EDTA se ha designado como el régimen de irrigación ideal para remover materia orgánica e inorgánica, aún no hay un criterio claro en la literatura sobre la secuencia, volumen y tiempo de aplicación del irrigante. El NaOCl en una concentración del 1% al 5.25% es la solución más ampliamente recomendada ya que oxida la materia orgánica y desnaturaliza los compuestos de colágena del barro dentinario. El EDTA desmineraliza los componentes inorgánicos de la dentina mediante la quelación de Calcio (Qian, 2011; Uzunoglu, 2012; Zhang, 2010).

Con el objeto de reducir el estrés sobre las limas endodónticas, es aconsejable mantener el sistema de conductos con abundante irrigación durante la preparación mecánica. Se recomienda alternar ambos irrigantes con el propósito de maximizar el efecto del NaOCl sobre los restos tisulares necróticos y la solución quelante como irrigación final para remover el barro dentinario (Mareending, 2007).

A lo largo de la historia de la endodoncia, se han desarrollado sistemas para proveer y agitar las soluciones irrigantes en el sistema de conductos. Estos sistemas se dividen en dos categorías de técnicas de agitación manual y mecánica. Los procedimientos mecanizados incluyen el uso de cepillos rotatorios, irrigación simultánea con instrumentación rotatoria, dispositivos de presión alternada y sistemas sónicos y ultrasónicos. La literatura describe dos tipos de irrigación ultrasónica. El primero es con la combinación de irrigación ultrasónica e instrumentación. El segundo funciona sin instrumentación simultánea y se conoce como irrigación pasiva ultrasónica (PUI) (Mozo, 2012).

El uso del ultrasonido en la práctica endodóntica, por primera vez, fue descrito por Richman. La PUI fue descrita por Weller y cols. Activación pasiva significa que el instrumento dentro del conducto contacta con las paredes del canal. Durante la PUI, una lima de diámetro pequeño es colocada en el centro del conducto después de instrumentarlo, enseguida, es activada ultrasónicamente ocurriendo una corriente acústica. Esta corriente, crea un movimiento del fluido, corto, intenso y circular alrededor de la lima, la agitación de la solución sucede cercana a la punta del instrumento. Diversos estudios han demostrado que el NaOCl usado con PUI remueve más restos de dentina, bacterias y tejido pulpar que la irrigación con jeringa y aguja convencionales (Tasdemir, 2008).

#### **4.4 USOS Y APLICACIONES DEL SISTEMA SELF-ADJUSTING FILE (SAF)**

#### **4.5 DISEÑO Y MODO DE OPERACIÓN DE LA LIMA SAF.**

El sistema Self-adjusting File (SAF) mejora dramáticamente la eficacia de la instrumentación y desinfección de conductos. Este nuevo diseño no sólo limpia conductos con anatomía irregular sino que también provee pasiva y simultáneamente una solución irrigadora en la totalidad del canal durante el proceso de conformación. El espacio del conducto y la dentina interna son limpiados y conformados en tres dimensiones (Cohen, 2010).

La lima SAF es una lima hueca, comprimible, en forma de cilindro de paredes delgadas compuestas por un entramado delgado de Níquel-Titanio de 120  $\mu\text{m}$  de grosor. La lima de 1.5 mm de diámetro puede comprimirse para adaptarse a un conducto previamente



preparado con una lima K #20. La lima de 2.0 mm de diámetro se adapta en un conducto trabajado hasta una lima K #30. Cuando se inserta en un conducto con sección transversal redonda, la lima se adapta a esa forma transversal, lo mismo sucede cuando se introduce en conductos con una forma ovalada o plana en su sección transversal. La superficie de la lima es ligeramente abrasiva, lo que le permite remover dentina de las paredes del conducto (Metzger, 2010).



Figura VI. Presentación del sistema SAF (Adigüzel, 2011).



**Figura VII.** La lima SAF consiste en un cilindro hueco, con una red abrasiva de NiTi. Contiene en el mango el conector para el tubo de irrigación (Adigüzel, 2011).



**Figura VIII.** Pieza de mano KaVo GENTLEpower y contrángulo RDT3 (Adigüzel, 2011).

El instrumento SAF se inserta en una pieza de mano diseñada especialmente que hace oscilar a la lima hacia arriba y hacia abajo dentro del conducto 5000 veces por minuto con una amplitud de 0.4 mm; es este movimiento el que permite que la lima lije las paredes del conducto. No hay un movimiento rotacional para conformar el conducto. Debido a la memoria inherente al entramado de Níquel-Titanio de la lima, la lima SAF se expande radialmente dentro del conducto, adaptándose a la morfología original del conducto (como un efecto de acordeón). Durante el uso del sistema SAF la mayor remoción de dentina ocurre dentro de los primeros 2 minutos de trabajo. Después de los 4 minutos de operación recomendados de la lima SAF el tercio apical del conducto habrá sido ensanchado aproximadamente 3 a 5 diámetros ISO. El uso de esta lima no se recomienda en dientes con ápice inmaduro o en casos de perforación o con amplia reabsorción. Para facilitar la salida del irrigante, un tubo de silicón se conecta a la lima y después se dirige al dispositivo de irrigación VATEA que es un sistema de bombeo peristáltico de irrigante. El flujo de irrigante puede ajustarse desde 1mL/min hasta

10ml/min. El sistema VATEA usa cualquier irrigante, incluso hipoclorito de sodio (Cohen, 2010).

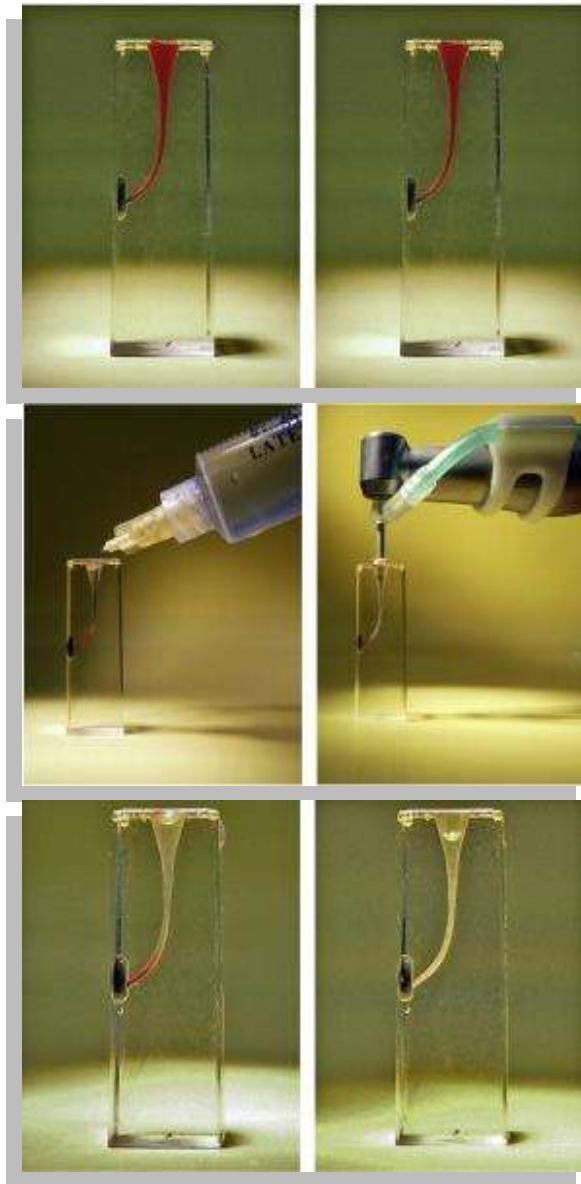


**Figura IX.** La lima SAF es activada con una pieza de mano vibratoria KaVo (Biberach Riss, Germany). Un tubo de irrigación con un switch de encendido y apagado es conectado a una fuente de irrigación (VATEA, ReDent-Nova) (Metzger, 2010).

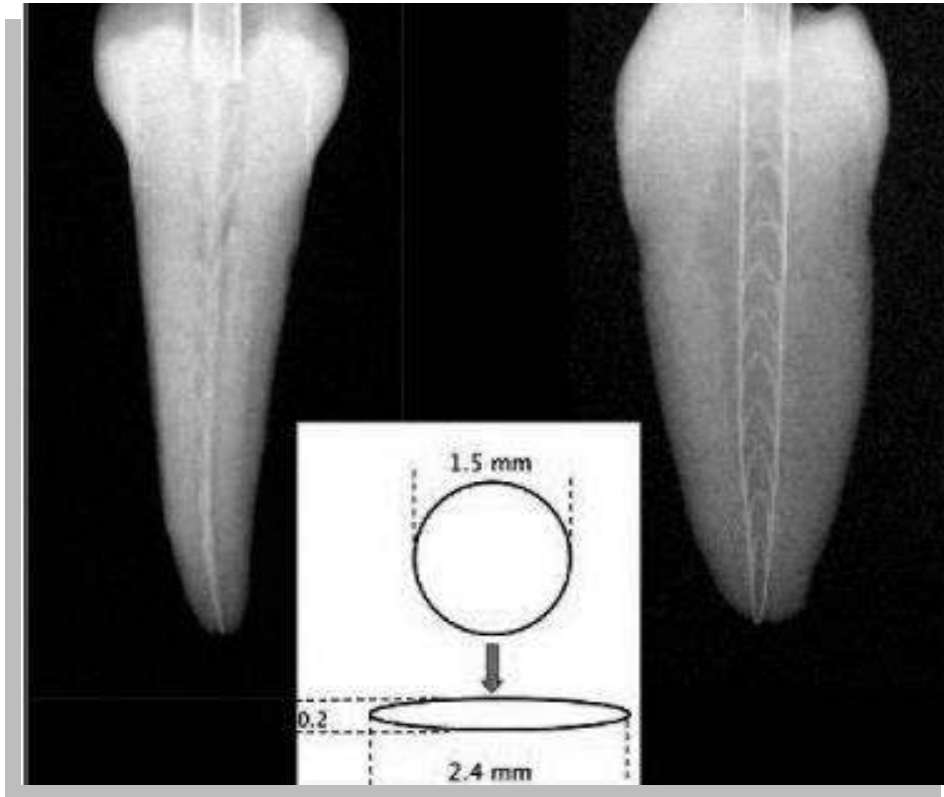


**Figura X.** Dispositivo de irrigación VATEA (Adigüzel, 2011)

El recambio efectivo de NaOCl en la porción apical del conducto es esencial para proporcionar su efecto total y sus beneficios en esta área crítica durante el tratamiento de conductos. El recambio efectivo de irrigante en la parte apical del canal ocurre sin una presión positiva clínicamente significativa (Metzger, 2010).



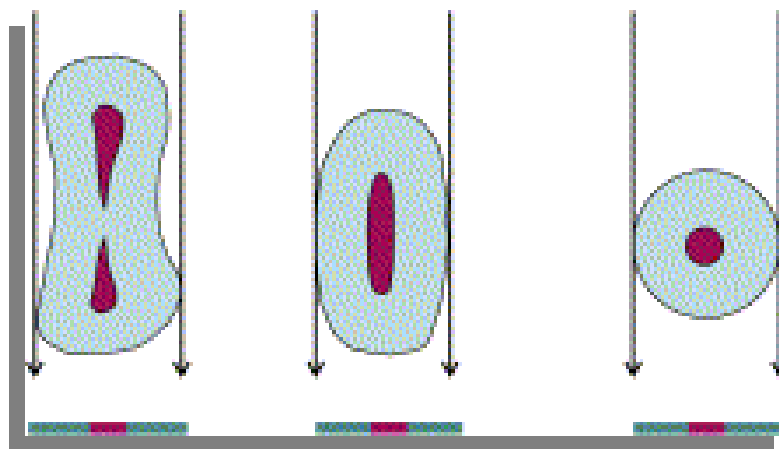
**Figura XI.** Recambio de irrigante en la porción apical de un conducto curvo en bloques de acrílico, la irrigación con jeringa fue ineficiente en eliminar todo el contenido del conducto. La lima SAF operada con irrigación constante y vibración eliminó todo el líquido del conducto (Metzger, 2010).



**Figura XII.** Adaptación de la lima SAF en un conducto plano-oval. Cuando la lima SAF se comprime completamente mesiodistalmente en un conducto plano-oval, esta, se expande bucolingualmente sin la acción del operador. De ahí su nombre “Self-Adjusting File” (Metzger, 2011).

La lima SAF se ha diseñado con el propósito de evitar algunas de las limitantes que tienen los instrumentos rotatorios NiTi. Cuando esta lima se inserta en el conducto tiene la capacidad de adaptarse por sí sola a la forma del conducto, tanto longitudinalmente como a su sección transversal, permitiendo una adaptación tridimensional (Siqueira, 2010).

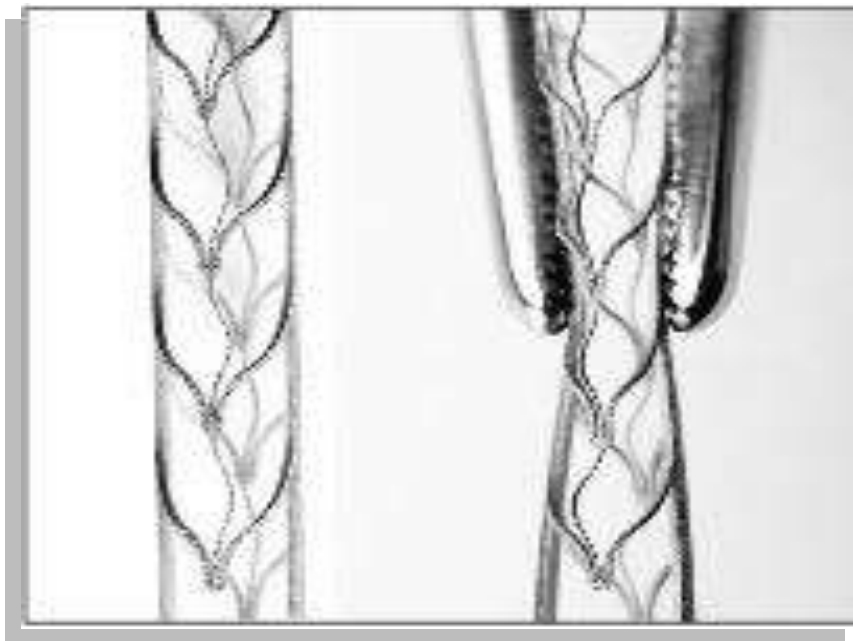
Pocos son los conductos con una sección transversal redonda, son más frecuentes los conductos ovals y en forma de lágrima. Desafortunadamente la imagen bidimensional que nos ofrecen las radiografías convencionales no permite apreciar estas irregularidades tridimensionales. De acuerdo a un estudio de Peters y Paqué, las limas rotatorias convencionales dejan más del 49% de la superficie del conducto intacta, mientras que la instrumentación con la lima SAF deja sólo el 25% del conducto intacto (Metzger, 2011).



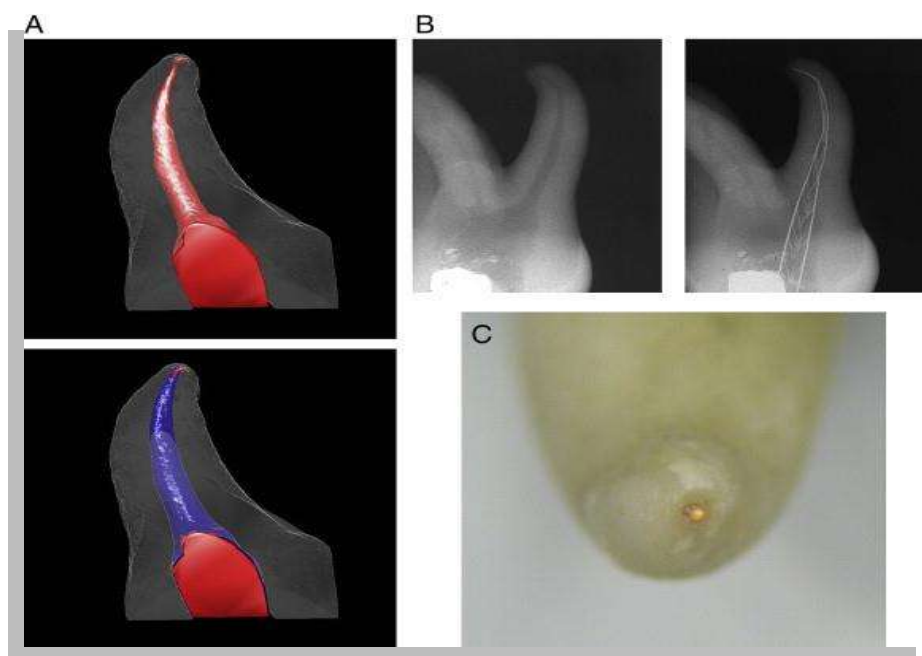
**Figura XIII.** El valor limitado de las radiografías bidimensionales. Las secciones transversales de los tres conductos se observan de forma similar en proyecciones radiográficas mesiodistales (Metzger, 2010).

El sistema SAF fue introducido recientemente buscando cerrar la brecha entre lo que creemos que hacemos y lo que podemos lograr actualmente en conductos ovales-alargados y su realidad tridimensional. Cuando se usan limas SAF en conductos planos-ovales de raíces distales de molares mandibulares se demostró que la extensión de las áreas no tocadas por el instrumento se redujo al 23% (Solomonov, 2012).

Los reportes iniciales del sistema SAF mostraron resultados promisorios. El entramado metálico de la lima asegura su adaptación por sí sola a las paredes del conducto, incluso, en aquellos con secciones transversales aplanadas. La malla metálica realiza un movimiento vibratorio que actúa como un estropajo sobre las paredes del conducto (De-Deus, 2012).



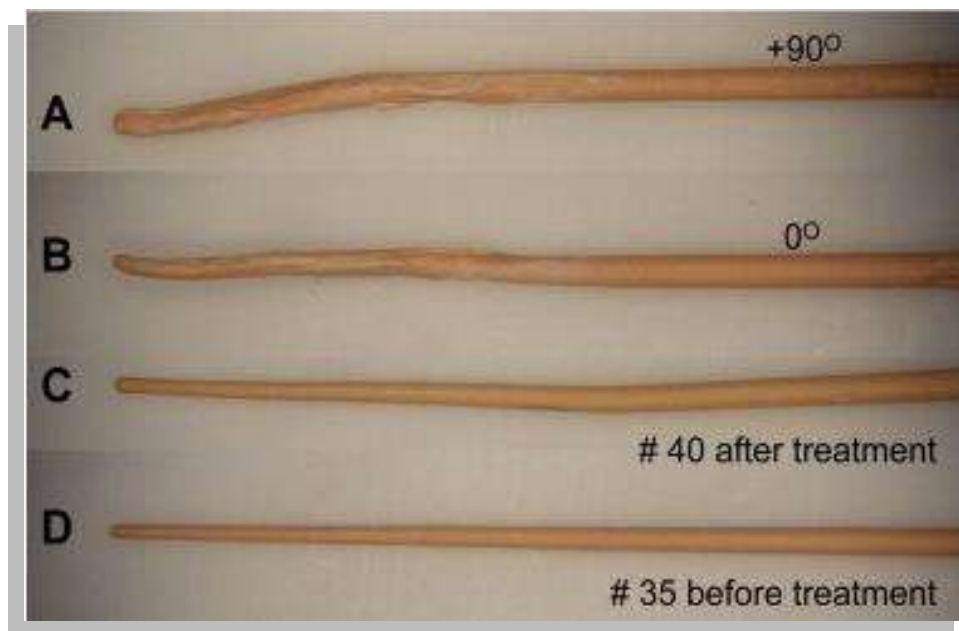
**Figura XIV.** La lima SAF es extremadamente flexible, no impone su forma a la del conducto, se adapta a la forma de este, eliminando el riesgo de transportación o perforación. La superficie abrasiva permite el ensanchamiento gradual del conducto (Cohen, 2010).



**Figura XV.** Análisis con micro-CT de la preparación de un conducto curvo con SAF. En la columna A: arriba antes del procedimiento (rojo), abajo después del procedimiento (azul). B: marcada curva apical, la lima SAF se insertó y se operó por 4min. C: se preservó la forma redonda del foramen apical sin desgarre durante el procedimiento (Metzger, 2010).

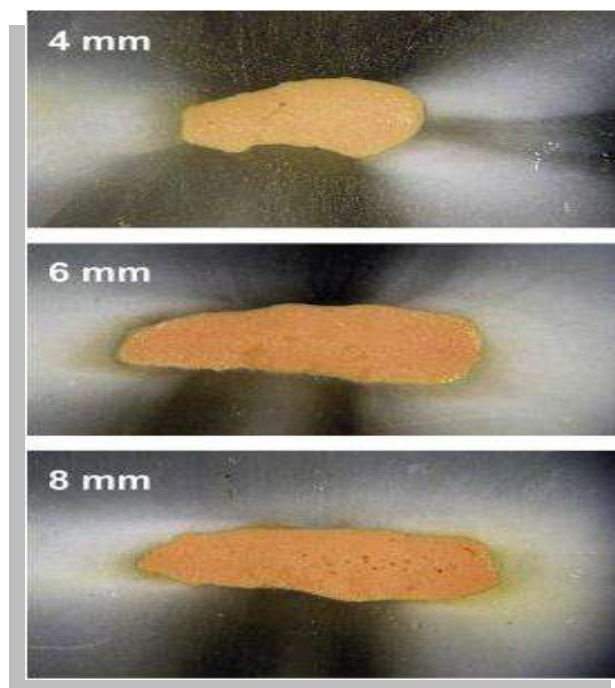


La obturación de conductos radiculares instrumentados con limas SAF es posible realizarla con cualquier técnica. Se ha reportado la obturación con técnica de condensación lateral sumergiendo conos maestros de gutapercha en cloroformo. Esta técnica tiene la ventaja de poder visualizar la forma de los conductos instrumentados con limas SAF (Adigüzel, 2011).



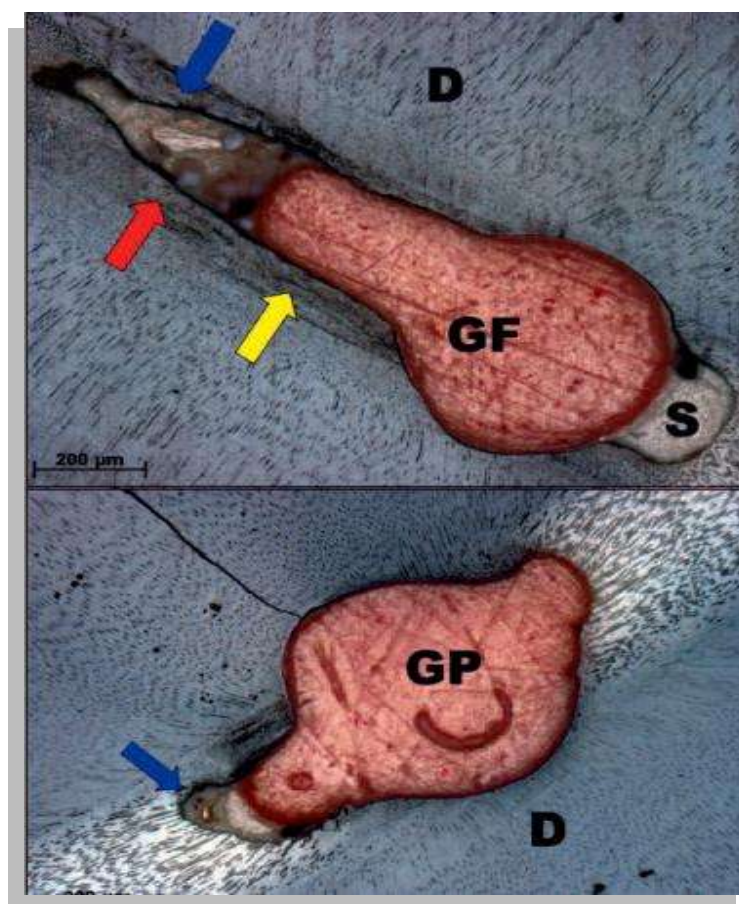
**Figura XVI.** Conos maestros de gutapercha humedecidos en cloroformo los cuales presentan la reproducción tridimensional del conducto tratado con la lima SAF (Metzger 2010).

Siqueira y cols., definieron el sistema SAF como un sistema de limpieza-conformación-irrigación porque efectúa simultáneamente una preparación químicomecánica y la limpieza del espacio del conducto. La evaluación histológica mostró que el sistema SAF incrementó la calidad de debridamiento en conductos con forma oval. Por lo tanto, es posible asumir que la preparación con SAF tiene un impacto positivo sobre la obturación de los conductos radiculares con forma oval (De-Deus, 2011).



**Figura XVII.** Adaptación del material de obturación en un conducto plano preparado con SAF. La circunferencia total del conducto fue instrumentada permitiendo la penetración del material de obturación en las áreas bucal y lingual del canal. Secciones transversales a los 4, 6, 8 mm del ápice (Metzger 2010).

Los conductos ovaes aplanados tratados con limas rotatorias de NiTi e irrigados con jeringa y aguja mostraron un amplio porcentaje de la pared del conducto no tocada por el instrumento y un alto porcentaje del conducto libre de contacto con el material de obturación. Conductos similares instrumentados con limas SAF presentaron una mejor obturación atribuida a una adecuada conformación (Metzger, 2011).



**Figura XVIII.** Conductos planos-ovales preparados con limas rotatorias y obturados con gutapercha termoplastificada. Los extremos bucal y lingual repletos de residuos no se rellenaron con sellador ni con gutapercha (Metzger, 2011).

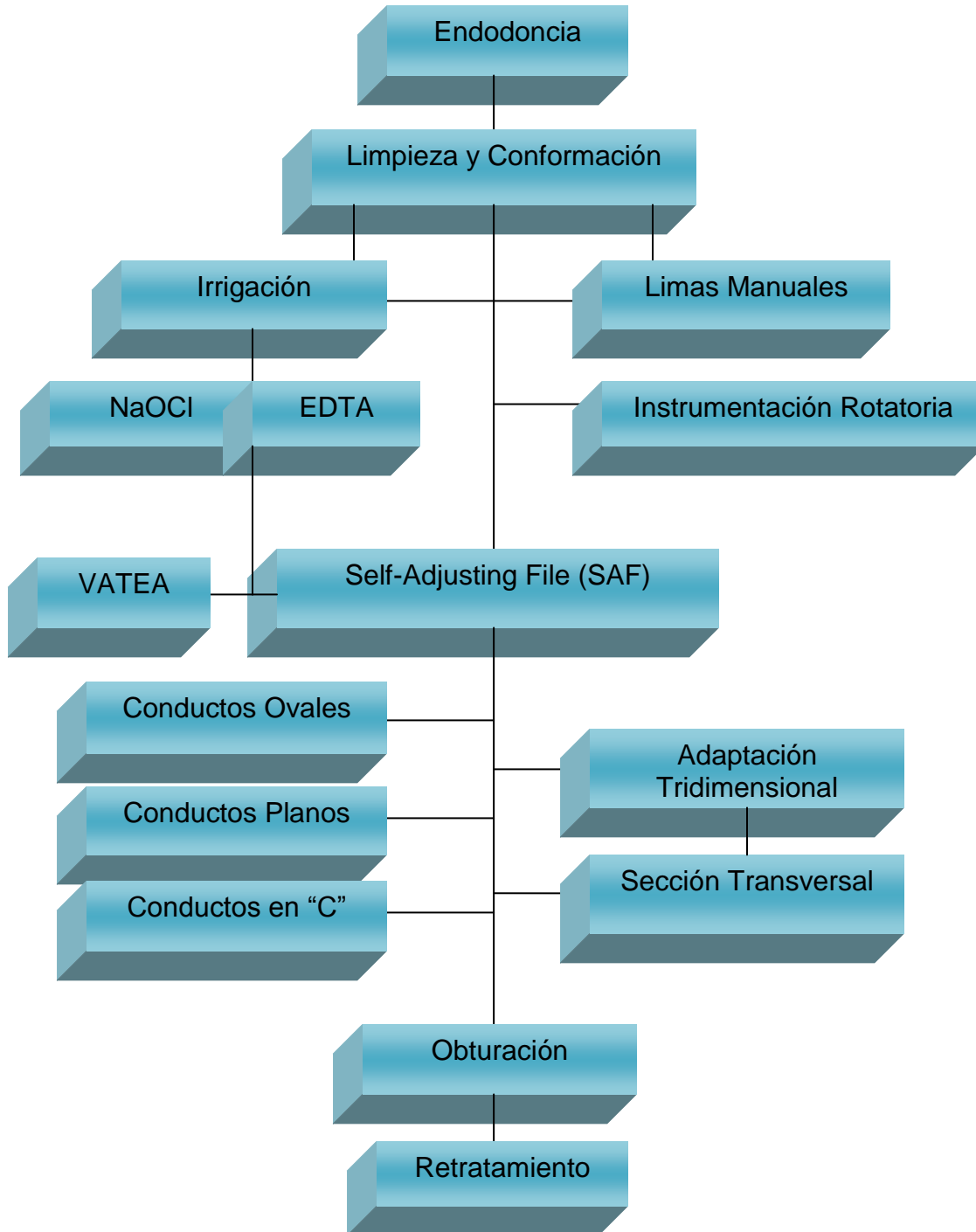
La lima SAF es prevista para remover gutapercha remanente después del retratamiento convencional ya que por su movimiento de escarbado con irrigación constante y su capacidad para tocar un mayor porcentaje de las paredes del conducto que los instrumentos rotatorios (Voet, 2012).

Diversos estudios recientes sobre el sistema SAF han mostrado resultados superiores sobre la instrumentación rotatoria convencional con limas NiTi en importantes aspectos:

1. Habilidad para preparar conductos con forma oval.
2. El debridamiento de tejido pulpar.

3. La limpieza de debris de tejido duro.
4. El perfeccionamiento en la calidad de la obturación.
5. La remoción de gutapercha residual después del retratamiento (De-Deus, 2012).

5. DIAGRAMA DE MAPA CONCEPTUAL.



**Figura XIX.** Representa el diseño y estructura del mapa conceptual, en el cual se describen las principales palabras claves utilizadas para la búsqueda de los artículos de investigación en las diferentes bases de datos en Internet.

## 6. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS REVISTAS CONSULTADAS.

**Tabla I.** Lista de revistas consultadas, descripción de su Índice y Factor impacto.

REVISTA	FACTOR IMPACTO	BASE DE DATOS
JOURNAL OF ENDODONTICS	2.880	Elsevier
BRAZILIAN DENTAL JOURNAL	0.5318	Medline,/Pubmed/Dedaluz
DENTUM	ISSN 1575-6157 EISSN 2013- 925X	IBECs/IME/Latindex
INT. ENDODONTIC J.	2.179	EBSCO
GACETA MEDICA ESPIRITUANA	ISSN 1608-8921	Latindex
INTERNATIONAL DENTAL RESEARCH	ISSN 2146-1767	Index Copernicus International
ALPHA-OMEGAN	ISSN 0002-6417	Elsevier
MEDICINA ORAL PATOLOGIA ORAL CIRUGIA BUCAL	1.130	Medline
ENDODONTIC PRACTICE	ISSN 1456-9417	
ENDODONCIA	ISSN 1870-5855	Medline
ACTA ODONTOLÓGICA VENEZOLANA	ISSN 2027-7822	Index Dental Literature/Latindex
ODONTOLOGIA SANMARQUINA	ISSN 1560-9111	Latindex
EUROPEAN JOURNAL OF DENTISTRY	ISSN 1305-7456	PubMed
INTERNATIONAL JOURNAL OF DENTISTRY	ISSN 1687-8728	PubMed/HINARI/EBSCO
REVISTA DE CIENCIAS DE LA SALUD: ARCHIVOS DE CIENCIA	ISSN 2007-2139	
Media ± Desviación estándar	1.35 ± 1.91	

**Tabla II.** Representa la cantidad y tipos de artículos consultados de cada una de las revistas científicas.

REVISTA	ORIGINALES	REVISIÓN	META-ANALISÍS	TOTAL
JOURNAL OF ENDODONTICS	40	3		43
BRAZILIAN DENTAL JOURNAL	1			1
DENTUM		1		1
INT. ENDODONTIC J.	1			1
GACETA MEDICA ESPIRITUANA		1		1
INTERNATIONAL DENTAL RESEARCH	1	1		2
ALPHA OMEGAN		1		1
MEDICINA ORAL PATOLOGIA ORAL CIRUGIA BUCAL		1		1
ENDODONTIC PRACTICE		1		1
ENDODONCIA	1			1
ACTA ODONTOLOGICA VENEZOLANA		1		1
ODONTOLOGIA SANMARQUINA		1		1
EUROPEAN JOURNAL OF DENTISTRY	2			2
INTERNATIONAL JOURNAL OF DENTISTRY	1			1
REVISTA DE CIENCIAS DE LA SALUD: ARCHIVOS DE CIENCIA	1			1
			TOTAL	59

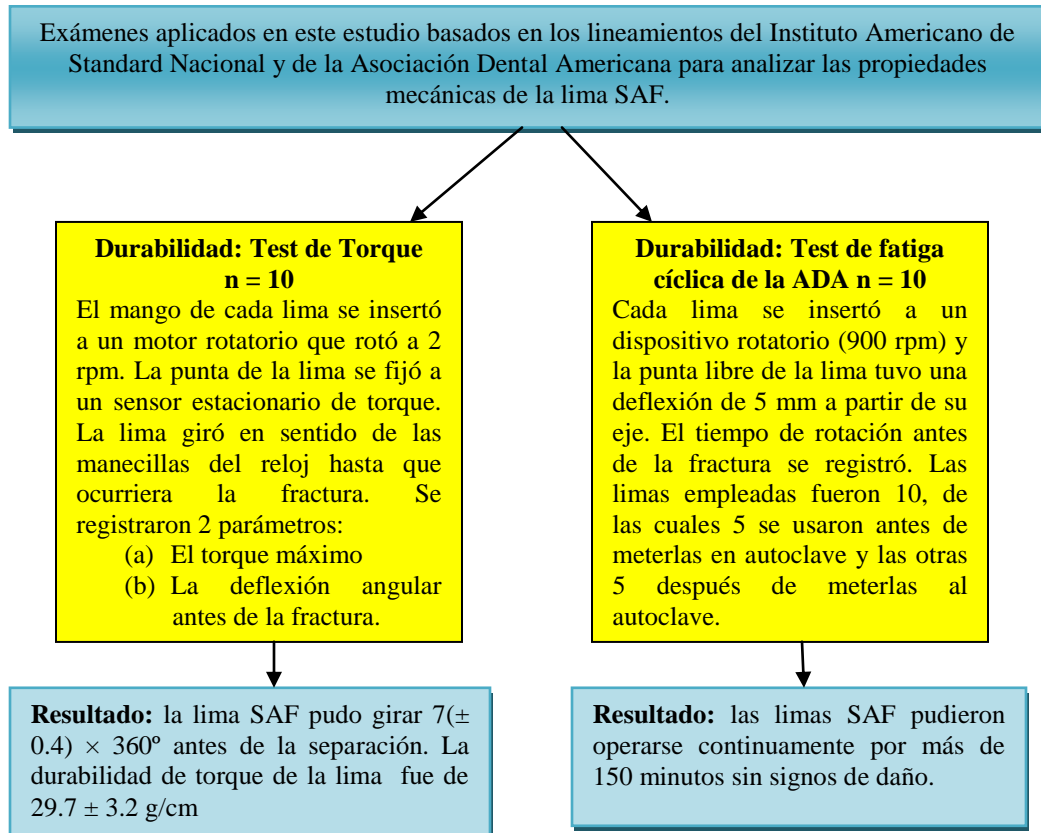
## **7. ANTECEDENTES ESPECÍFICOS.**

### **7.1. TRABAJOS DE INVESTIGACIONES ORIGINALES DONDE SE ESTUDIAN:**

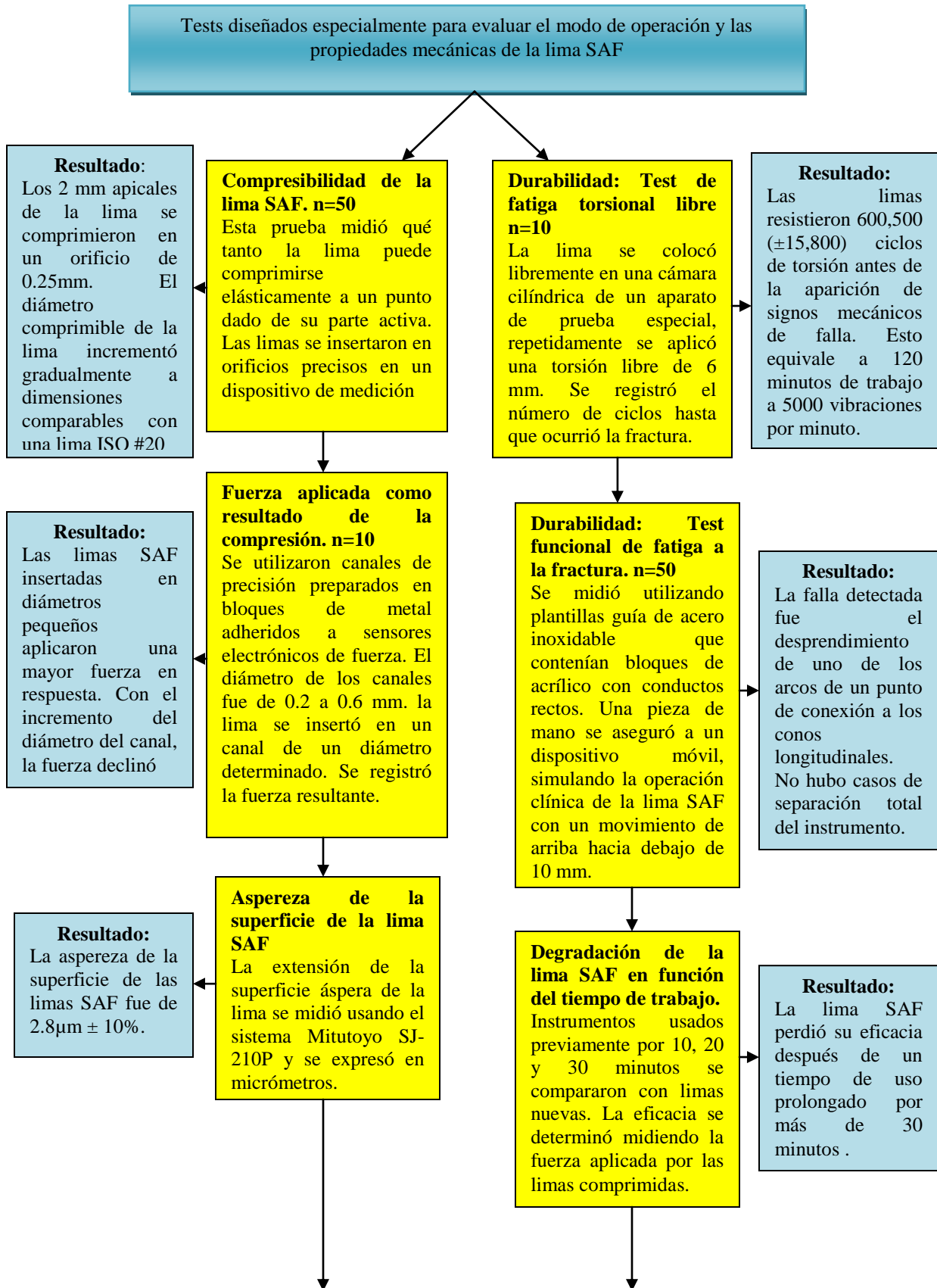
- \* Propiedades del sistema de instrumentación SAF.
- \* Características mecánicas del sistema SAF.
- \* Ventajas y desventajas de SAF comparado con otros sistemas.
- \* Capacidad de limpieza y desinfección de los conductos.
- \* Comportamiento del SAF en conductos con anatomía compleja.
- \* SAF y su desempeño en retratamientos.

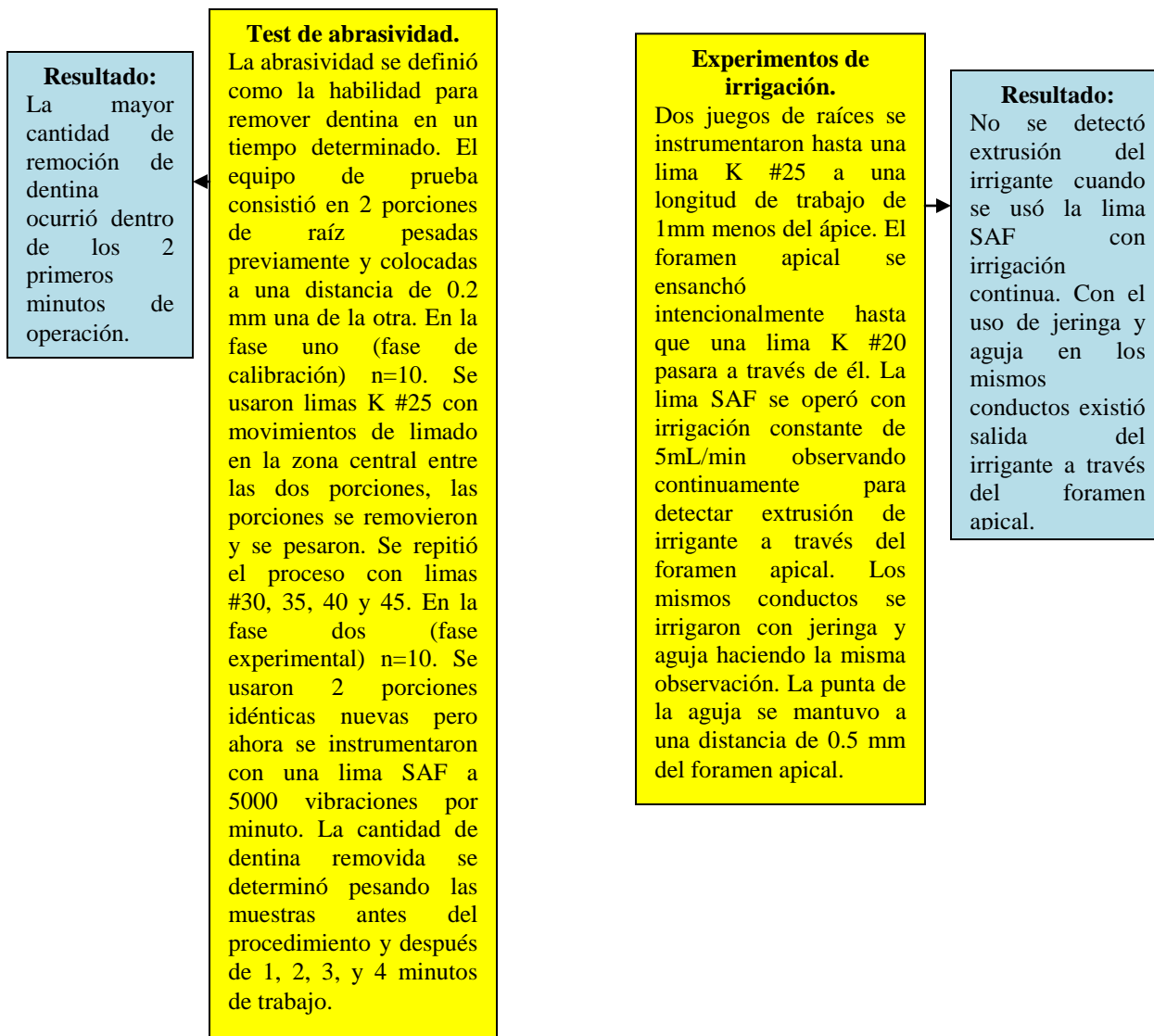


Hof R. y cols., (2010) analizaron las propiedades mecánicas del sistema de instrumentación SAF, basándose en lineamientos establecidos por el Instituto Americano de Standard Nacional y de la Asociación Dental Americana así como en tests diseñados especialmente para evaluar el modo de operación del sistema SAF. En las figuras XX y XXI se muestran las estrategias experimentales seguidas por los investigadores.



**Figura XX.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: The Self-adjusting File (SAF). Part 2: Mechanical Analysis (Hof, 2010).





**Figura XXI.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: The Self-adjusting File (SAF). Part 2: Mechanical Analysis (Hof, 2010).

Después de analizar las propiedades mecánicas de la lima SAF, los autores concluyeron lo siguiente:

La lima SAF puede comprimirse elásticamente de un diámetro de 1.5 mm a dimensiones similares de una lima K #20 ISO.

La compresión de la lima genera fuerza circunferencial.

La aspereza de su superficie combinada con fuerza ascendente y la vibración de entrada y salida permite la remoción de dentina con movimiento de limado.

La fuerza circunferencial y la habilidad para remover dentina declinan conforme se incrementa el diámetro del conducto.

La capacidad de remoción de dentina declina si la lima es reutilizada.

La lima SAF mantiene mecánicamente durable por 29 minutos de operación continua.

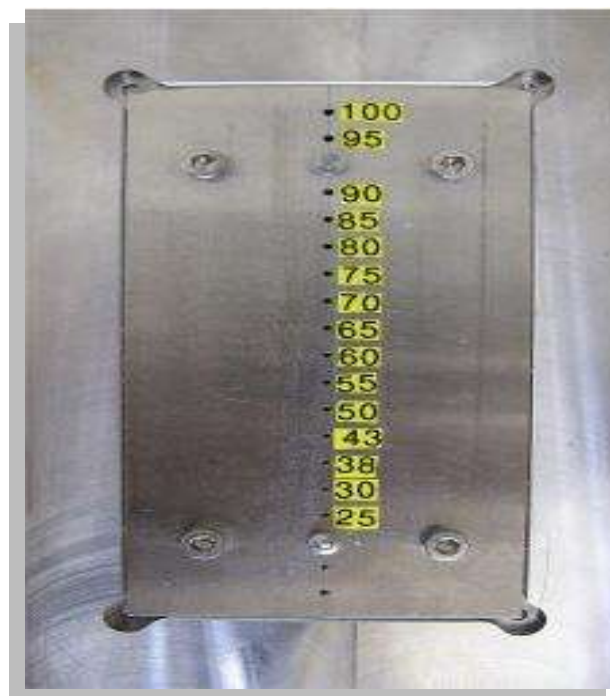
La aplicación de la lima SAF no empuja el irrigante más allá del foramen apical.



**Figura XXII.** Equipo para la medición de la fuerza circunferencial: una lima SAF se insertó en un canal entre una plataforma superior e inferior. El diámetro del canal fue de 0.2 a 1.0mm (Hof, 2010).



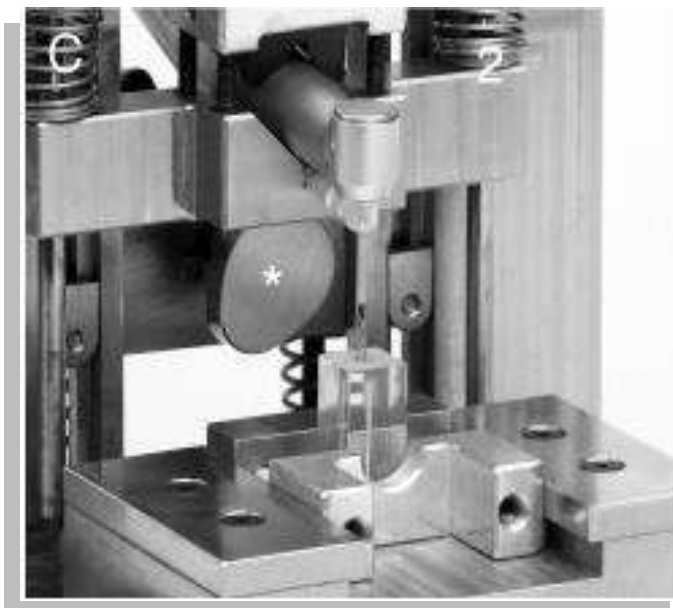
**Figura XXIII.** La fuerza generada por la lima comprimida se registró por medio de un sistema computarizado (Metzger, 2011).



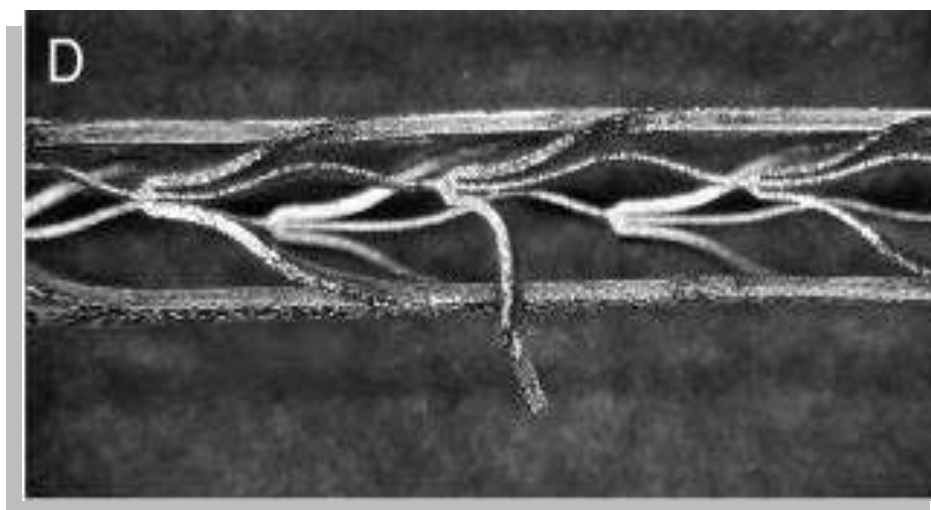
**Figura XXIV.** El test de compresibilidad consistió en una placa de metal con orificios precisos de 0.15 a 1.0 mm. Las limas se insertaron en cada orificio para determinar la profundidad de penetración. El diámetro del orificio representó la máxima compresión de la lima a ese nivel (Hof, 2010).



**Figura XXV.** Equipo usado para medir la abrasividad de la lima SAF: se colocaron 2 porciones de diente en un dispositivo de precisión a 0.2 mm de distancia una de la otra. Se operó una lima SAF entre dos plataformas, la dentina removida se calculó pesando las muestras antes y después del proceso (Hof, 2010).



**Figura XXVI.** Equipo utilizado para medir la durabilidad de la lima SAF: la pieza de mano se operó a 5000 vibraciones por minuto con movimiento de ascenso y descenso generado por un cabezal asimétrico que imita la acción clínica de SAF. La lima se inspeccionó cada minuto (Hof, 2010).

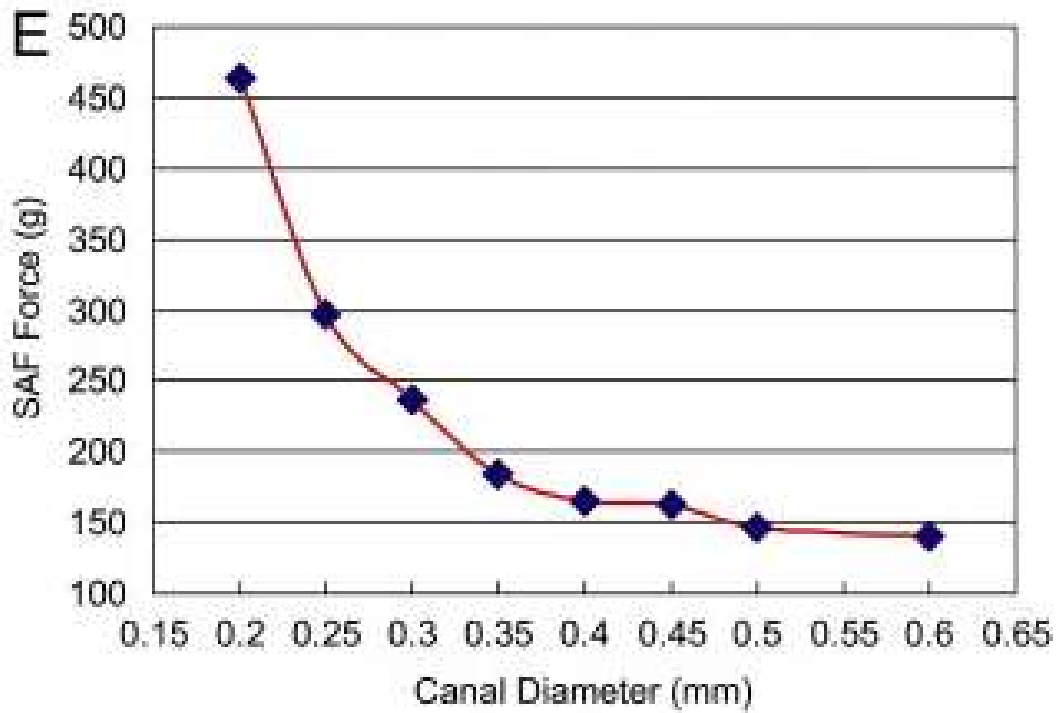


**Figura XXVII.** La falla típica encontrada en la lima SAF fue el desprendimiento de un arco en uno de sus puntos de conexión a los conos longitudinales (Hof, 2010).

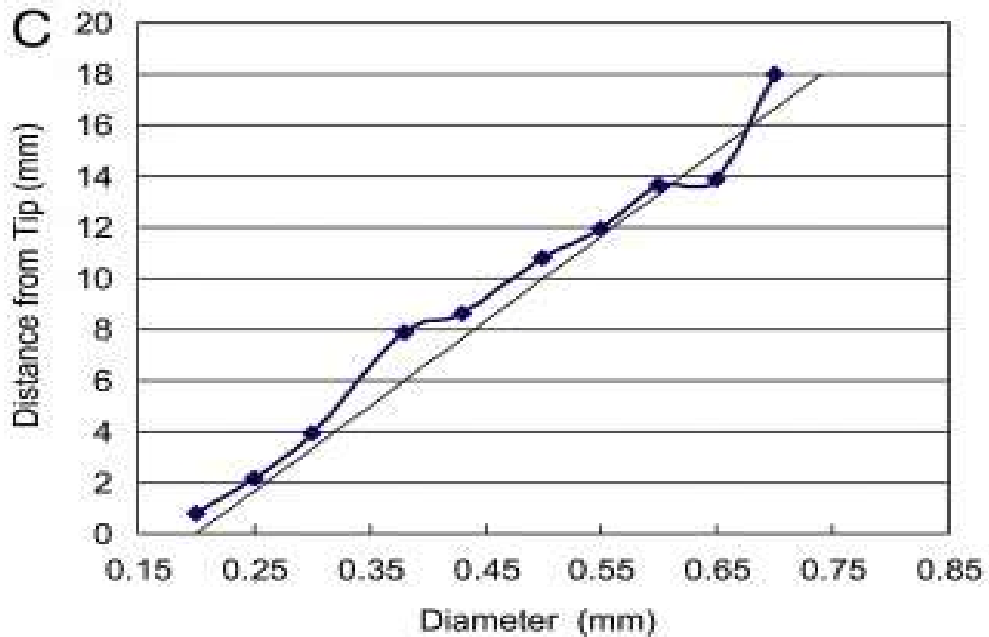
### Tablas de resultados.

**Tabla III.** Durabilidad de SAF: Fatiga funcional a la fractura (Hof, 2010).

SAF lot	MeanTime	SD	SD in %
A	29.1	1.29	4.4
B	29.3	1.06	3.6
C	28.9	1.2	4.1
D	29.1	1.29	4.4
E	29.1	1.29	4.4
All 5 lots	29.1	1.2	4.2

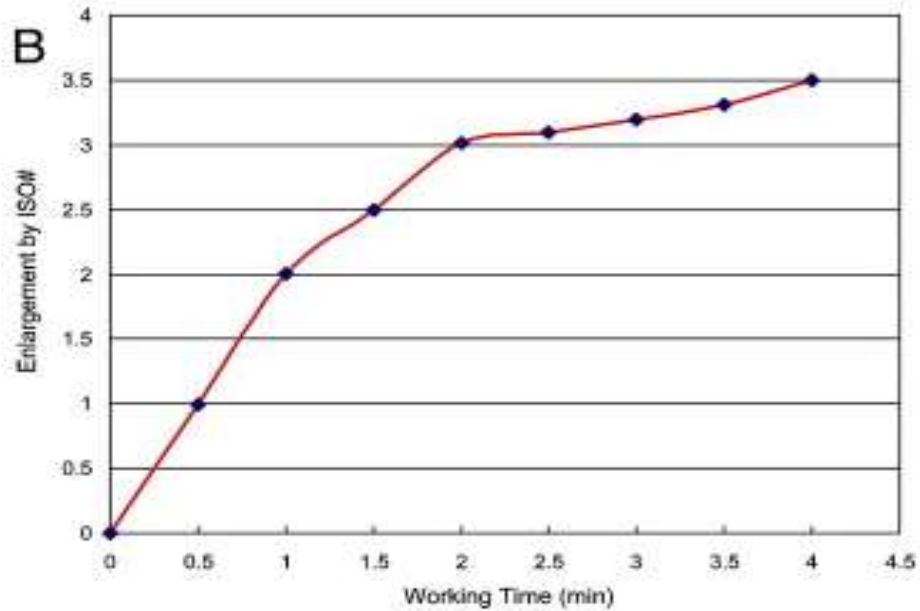


**Figura XXVIII.** Esquema de la fuerza aplicada como resultado de la compresión en base al diámetro del canal. Cada punto representa la media de 10 muestras. La desviación estándar fue menor al 0.5% (Hof, 2010).

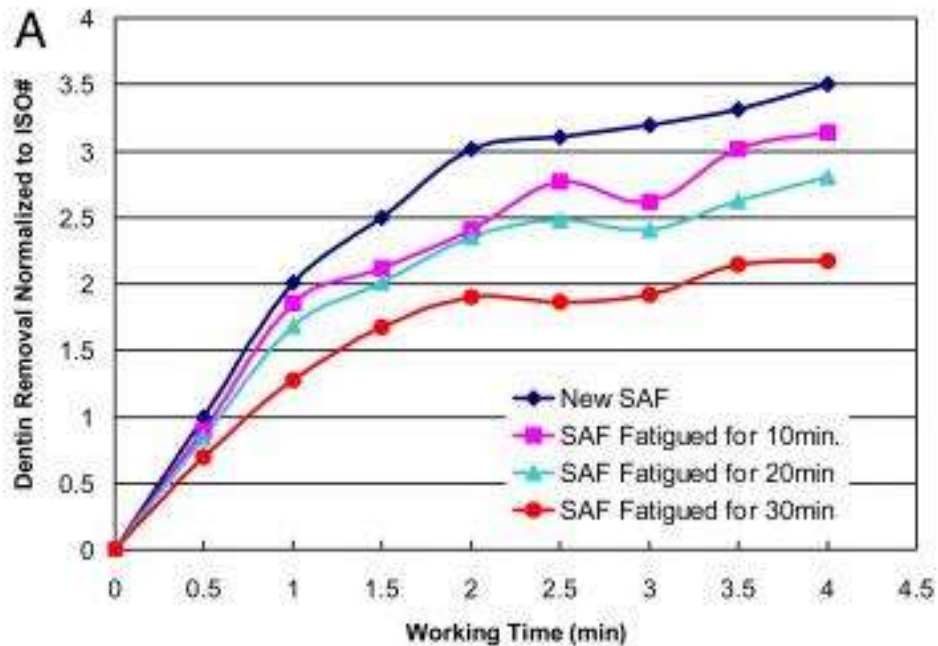


**Figura XXIX.** Muestra el diámetro de la lima comprimida a distancias dadas desde su punta. Cada punto representa la media de 50 muestras. La desviación estándar fue menor al 3% (Hof, 2010).

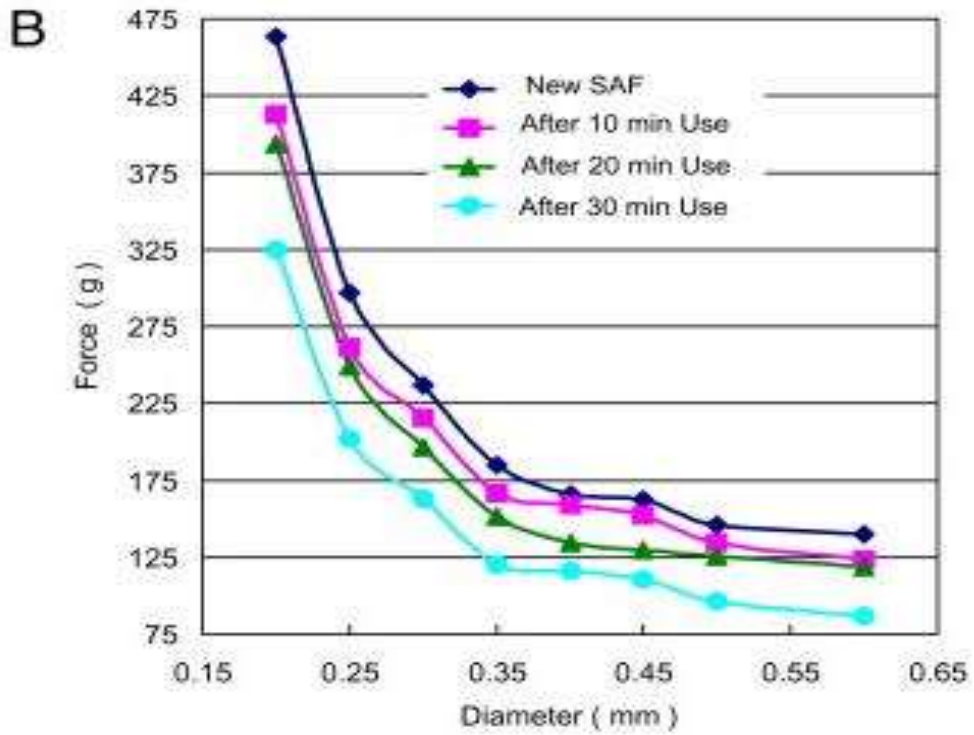




**Figura XXX.** Muestra la cantidad de dentina removida por la lima SAF en función al tiempo de trabajo de acuerdo a diámetros ISO. Cada punto representa la media de 10 muestras. La desviación estándar fue menos de 0.1% (Hof, 2010).

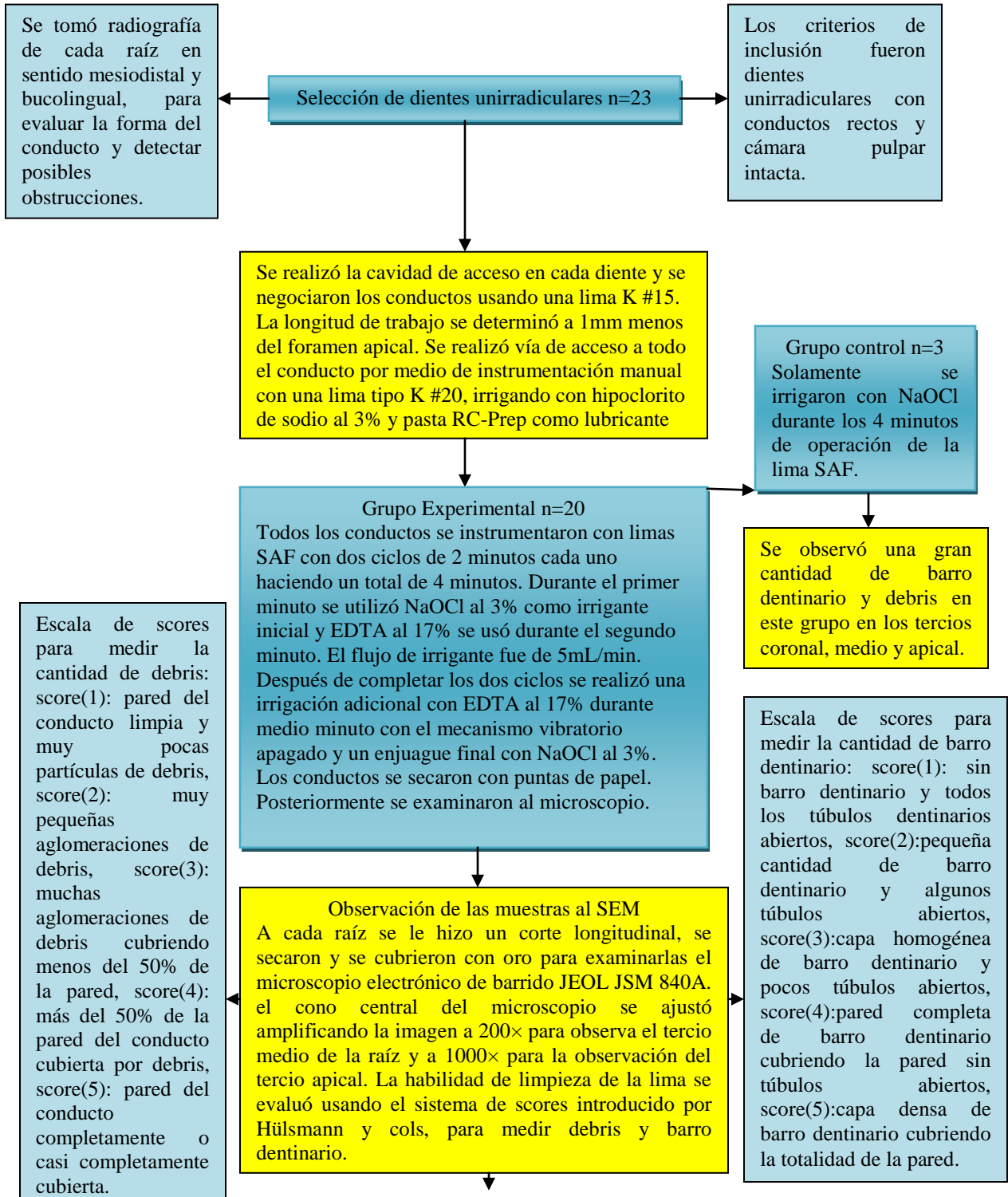


**Figura XXXI.** Esquema de la degradación de la eficacia de la lima SAF en función de tiempo de trabajo. Las limas se usaron por 10, 20 o 30 minutos y su eficacia se midió y se comparó con limas nuevas (Hof, 2010).



**Figura XXXII.** Degradación de la fuerza aplicada por la lima comprimida en función del tiempo de trabajo. Se midió la fuerza que ejerce la lima comprimida en 10, 20 o 30 minutos de trabajo y se comparó con la acción de limas nueva (Hof, 2010).

Metzger Z. y cols., (2010) evaluaron por medio de SEM (Microscopio Electrónico de Barrido) la habilidad de limpieza de la lima SAF en términos de remoción de debris y barro dentinario. La figura XXXIII representa la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



Los valores de esta escala de scores, se unificaron en dos categorías tanto para debris como para barro dentinario en: "pared del conducto limpia" incluyendo scores 1 y 2 o "presencia de debris" incluyendo scores 3, 4 y 5. Para barro dentinario fue: "pared del conducto limpia" incluyendo scores 1 y 2 o "presencia de debris" incluyendo scores 3, 4 y 5.

**Figura XXXIII.** Esquema de la estrategia experimental del artículo The Self-adjusting File (SAF). Part 3: Removal of Debris and Smear Layer-A Scanning Electron Microscope Study (Metzger, 2010).

Los resultados de este estudio demostraron que al evaluar la presencia de debris en las paredes dentinarias se encontró dentro de los scores 1 y 2 representando paredes limpias en el 100% de los casos en los tercios coronal, medio y apical. Al evaluar la presencia de barro dentinario se encontró que en los tercios coronal y medio 20 de 20(100%) y 16 de 20(80%) muestras respectivamente se ubicaron en los scores 1 y 2 representando una superficie dentinaria limpia y sólo 4 de 20(20%) tuvieron scores 3 y 5 en el tercio medio; en el tercio apical del conducto 13 de 20(65%) muestras se ubicaron en los scores 1 y 2 mientras que 7 de 20(35%) muestras se ubicaron en los scores 3 y 5.

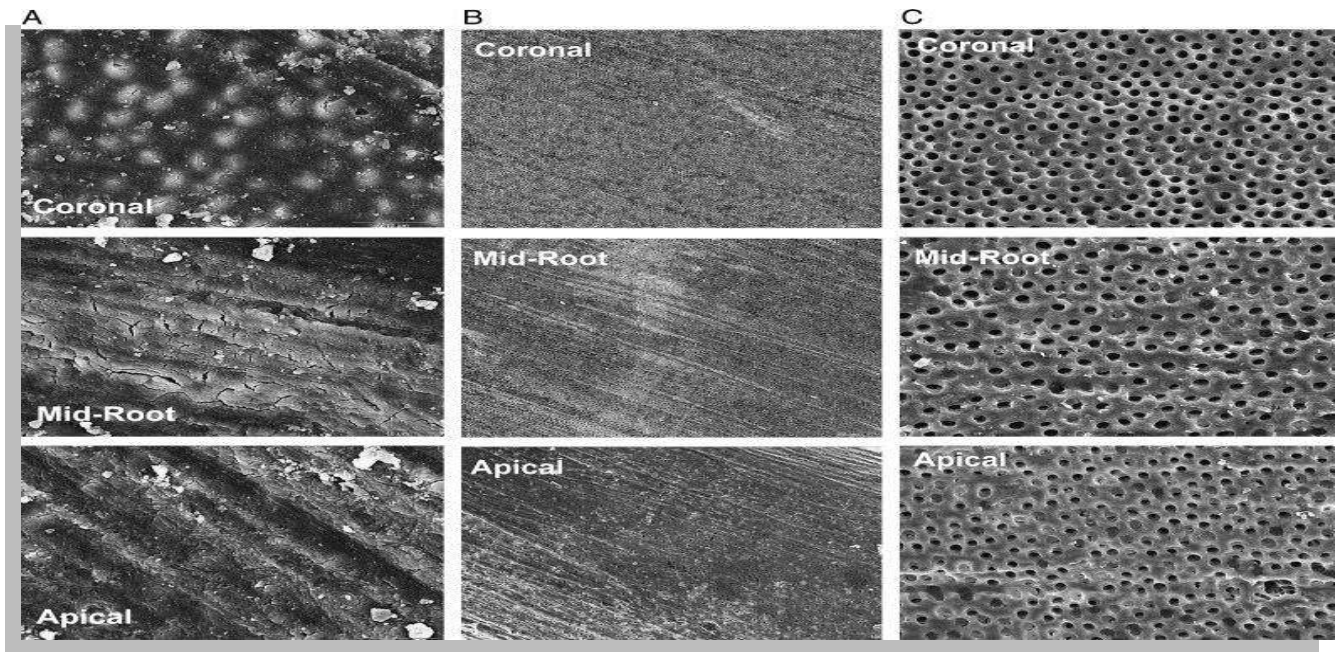
**Tablas de resultados.**

**Tabla IV.** Scores de Debris presentes en los conductos tratados con lima SAF (Metzger, 2010).

Coronal third					Middle third					Apical third				
Clean		Debris present			Clean		Debris present			Clean		Debris present		
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
20/20	0	0	0	0	16/20	4/20	0	0	0	14/20	6/20	0	0	0
20/20	0				20/20	0				20/20	0			
(100%)	(0%)				(100%)	(0%)				(100%)	(0%)			

**Tabla V.** Scores del barro dentinario presente en los conductos tratados con lima (Metzger, 2010).

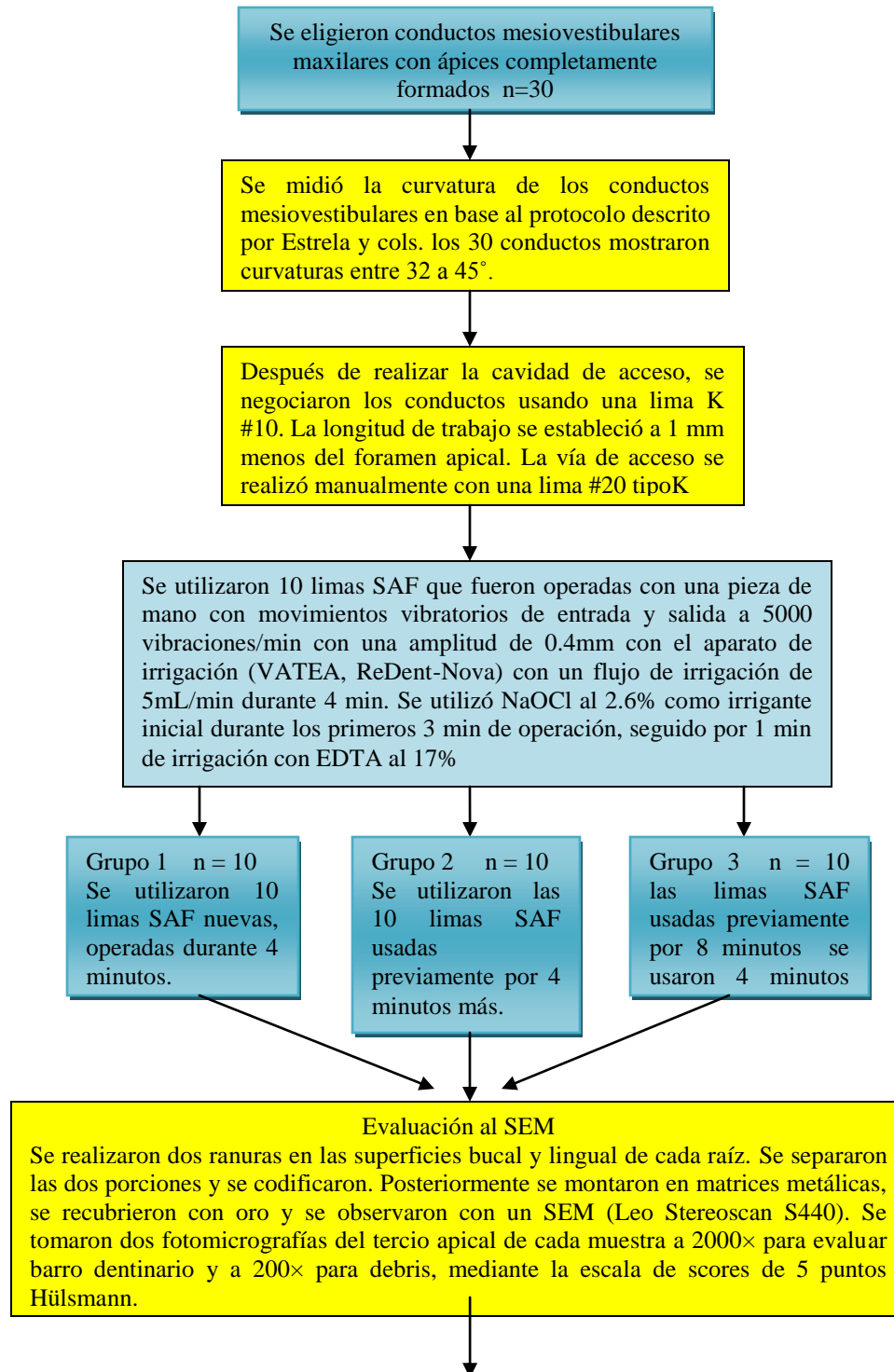
Coronal third					Middle third					Apical third				
Clean		Smear layer present			Clean		Smear layer present			Clean		Smear layer present		
1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
14/20	6/20	0	0	0	10/20	6/20	3/20	1/20	0	3/20	10/20	5/20	2/20	0
20/20		0			16/20		4/20			13/20		7/20		
(100%)		(0%)			(80%)		(20%)			(65%)		(35%)		



**Figura XXXIV.** Las imágenes de la columna A muestran la presencia de barro dentinario cuando se utilizó NaOCl como único irrigante. Las columnas B y C muestran los diferentes tercios del conducto libres de debris y barro dentinario cuando se irrigó alternadamente con NaOCl y EDTA (Metzger, 2010).

Estudios publicados previamente donde se utilizó el mismo sistema de scores, mostraron que los scores de debris 3 a 5 se registraron en los tercios coronal, medio y apical de los conductos en un 24%-50%, 32%-48% y 40%-73% de las muestras, respectivamente. Los resultados en los conductos tratados con SAF fueron claramente diferentes, donde se registraron scores de 1 a 2 en todas las muestras.

Özer y cols., (2011) analizaron la capacidad de debridamiento del nuevo instrumento SAF y su aparato especial de irrigación cuando se utiliza con diferentes tiempos de operación en conductos radiculares curvos. En la figura XXXV se muestra la estrategia experimental de este estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.

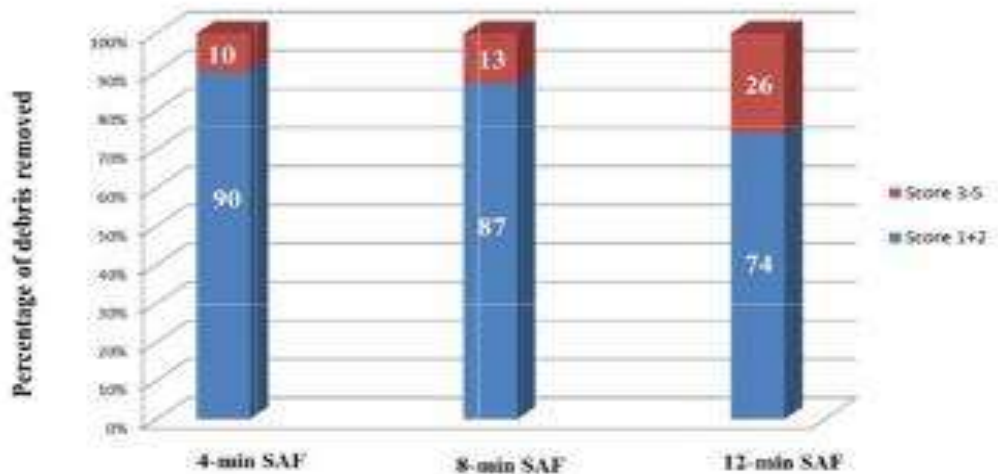


Análisis estadístico.  
 Se utilizaron análisis no-paramétricos de varianza. Los resultados se consideraron como significativos si  $p < .05$ , se ajustaron comparaciones usando corrección de Bonferroni.

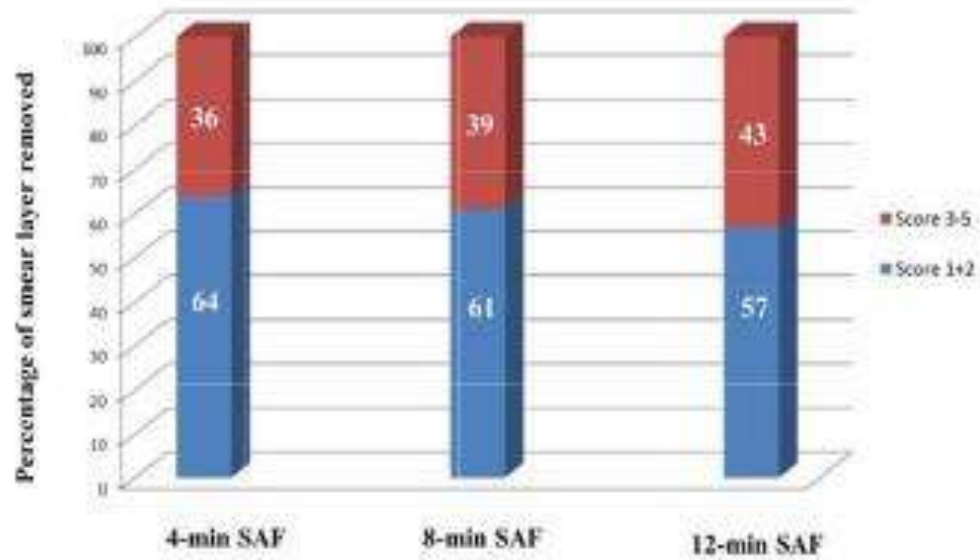
**Figura XXXV.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Removal of Debris and Smear Layer in Curved Root Canals Using Self-Adjusting File with Different Operation Times – A Scanning Electron Microscope Study (Özer, 2011).

La preparación de conductos usando lima SAF en los tres grupos resultó en conductos libres de debris ubicándose en los scores 1 o 2 representando una superficie de conducto limpia. En el grupo instrumentado con limas SAF nuevas el 90% del tercio apical de las muestras estuvieron libres de debris, el 87% en el grupo 2 y finalmente el 74% en el grupo 3 con limas de 12 minutos de uso. Estadísticamente no hubo diferencia entre los grupos  $P > .05$ . Respecto a la evaluación de la presencia de barro dentinario se encontró que en el grupo 1, el 64% de la superficie dentinaria libre de barro dentinario, en el grupo 2, el 61% y en el grupo 3, el 57%. Se demostró que la remoción de barro dentinario en tiempo indistinto de 4, 8 o 12 minutos de uso de la lima SAF removió barro dentinario en forma similar del tercio apical. Estadísticamente no se encontró diferencia entre los grupos  $P > .05$ .

Tablas de resultados



**Figura XXXVI.** Distribución de los scores de debris en el nivel apical. Los datos se categorizaron para ilustración gráfica: scores 1-2 (pared del conducto limpia) contra 3-5 (presencia de debris) (Özer, 2011).

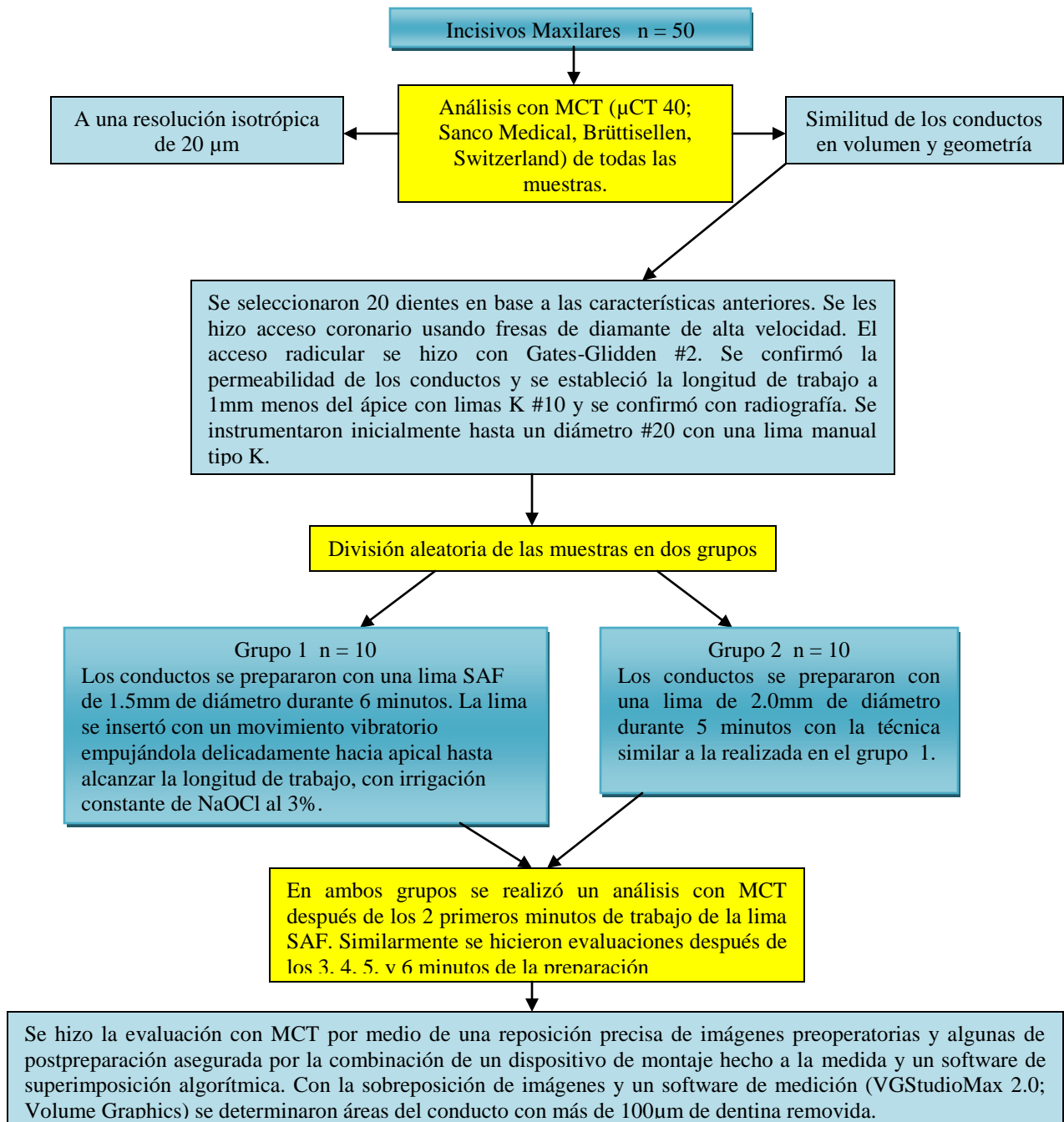


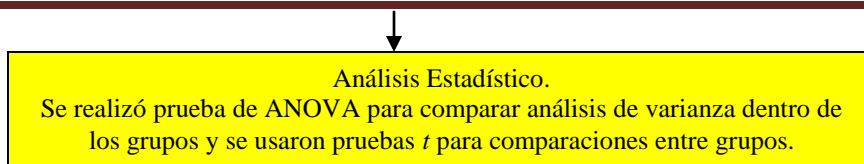
**Figura XXXVII.** Distribución de los scores de barro dentinario a nivel apical. Los datos se categorizaron para ilustración gráfica: scores 1-2 (pared del conducto limpia) contra 3-5 (presencia de barro dentinario) (Özer, 2011).

Los reportes recientes de Peters y cols., establecen que el diámetro apical resultante cuando se usa la lima SAF durante 5 minutos es equivalente a una lima #40. Diversos estudios confirman que una preparación apical amplia reduce la cantidad de bacterias. Probablemente la preparación apical realizada con la lima SAF ahunada al movimiento vibratorio delicado de la red de la parte activa del instrumento dentro del fluido que es continuamente renovado, tiene un efecto sinérgico para debridar las paredes dando como resultado conductos limpios en la crítica región apical.



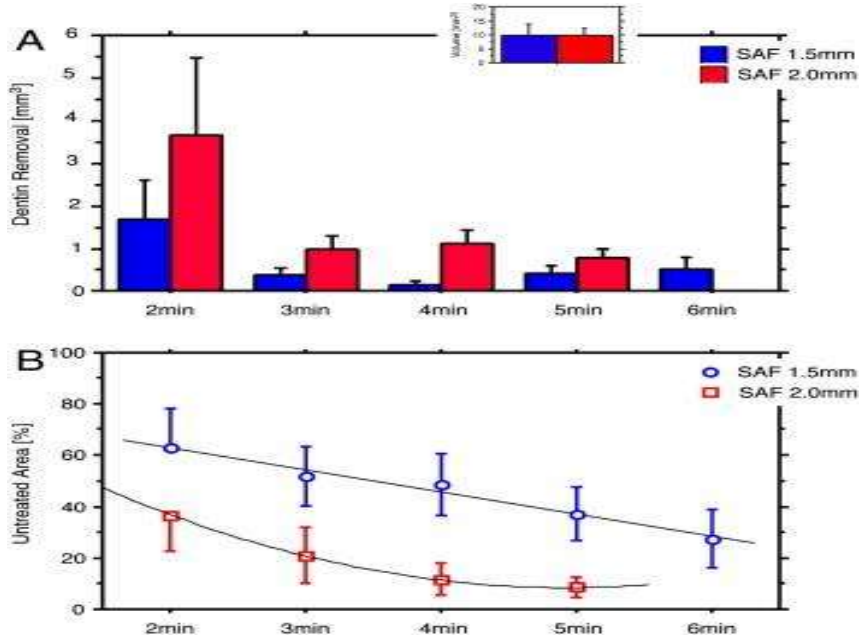
Peters O.A. y cols., (2010) realizaron un estudio para detallar la remoción de dentina con el uso de la lima SAF mediante el uso de MCT (Tomografía Micro-Computarizada), evaluando específicamente en dientes anteriores la disminución de la superficie dentinaria no tratada aumentando el tiempo de trabajo de la lima, así como, analizar cambios en el volumen de dentina general y apical. En la figura XXXVIII se muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



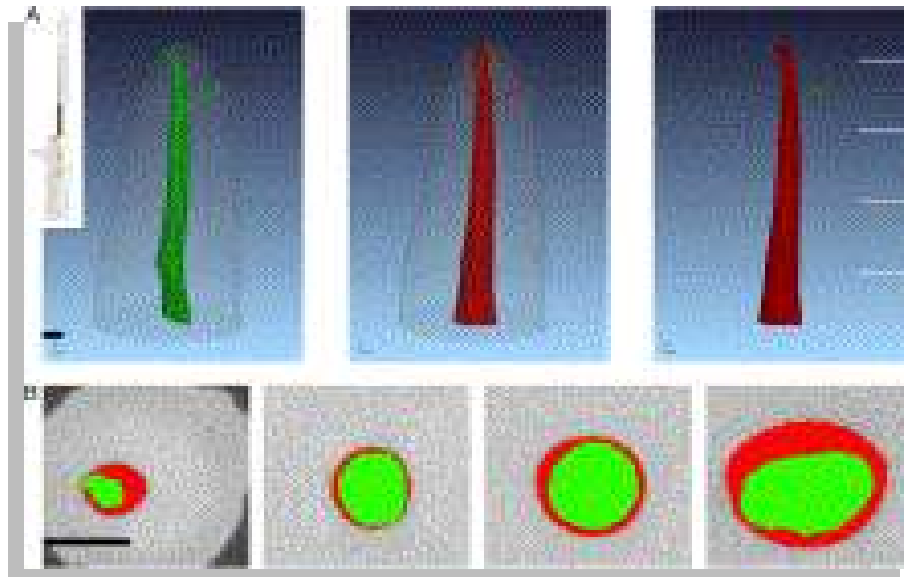


**Figura XXXVIII.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Root Canal Preparation with a Novel Nickel-Titanium Instrument Evaluated with Micro-computed Tomography: Canal Surface Preparation over Time (Peters, 2010).

Los cálculos basados en las reconstrucciones postoperatorias con MCT mostraron un incremento gradual en el diámetro del conducto, el cual, fue más pronunciado después de la preparación con la lima SAF de 2.0 mm, el análisis cuantitativo de los conductos asignado a ambos grupos dio lugar a volúmenes similares del conducto, con  $9.86 \pm 3.97 \text{ mm}^3$  y  $9.80 \pm 2.67 \text{ mm}^3$ , respectivamente. Los volúmenes finales de los conductos fueron  $13.58 \pm 3.58 \text{ mm}^3$  (después de 6 min de trabajo con la lima SAF de 1.5 mm) y  $16.43 \pm 3.64 \text{ mm}^3$  (después de 5 min con la lima SAF de 2.0 mm). Los conductos en el presente estudio tuvieron volúmenes iniciales mayores que los conductos vestibulares de molares maxilares, reflejado en una calibración apical #30 a #35 en la mayoría de las muestras. Los datos aquí obtenidos sugieren que la lima SAF de 2.0 mm es adecuada para conductos con estos diámetros apicales. En conclusión la preparación de conductos rectos de dientes anteriores con el instrumento SAF dejó muy poca superficie del conducto sin instrumentar después de 5 minutos de activación. El período de tiempo de aplicación clínica dependerá de la cantidad de dentina que se desee remover y se hará con una lima SAF elegida en base al calibre apical del conducto.

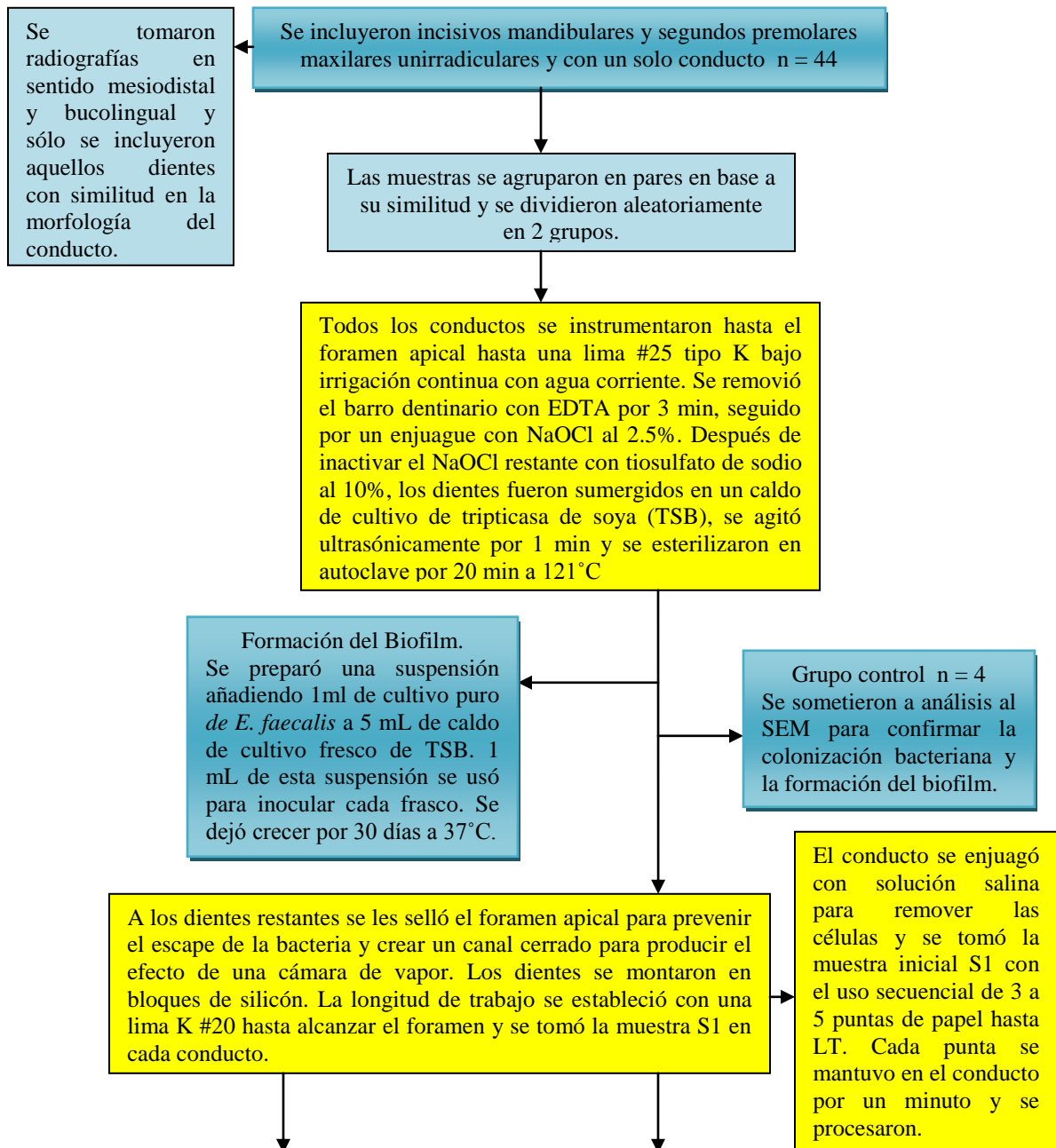


**Figura XXXIX.** En esta tabla se esquematiza la preparación progresiva de los conductos con la lima SAF de 1.5mm y de 2.0mm. Los volúmenes iniciales de los conductos en ambos grupos fueron estadísticamente similares. Los símbolos azules corresponden a la preparación hecha con la lima de 1.5mm y los símbolos rojos, a la lima de 2.0mm. (A) El volúmen incrementó con la preparación hecha con tiempo extra de trabajo.(B) Reducción en la superficie no instrumentada del conducto con una preparación progresiva (Peters, 2010).

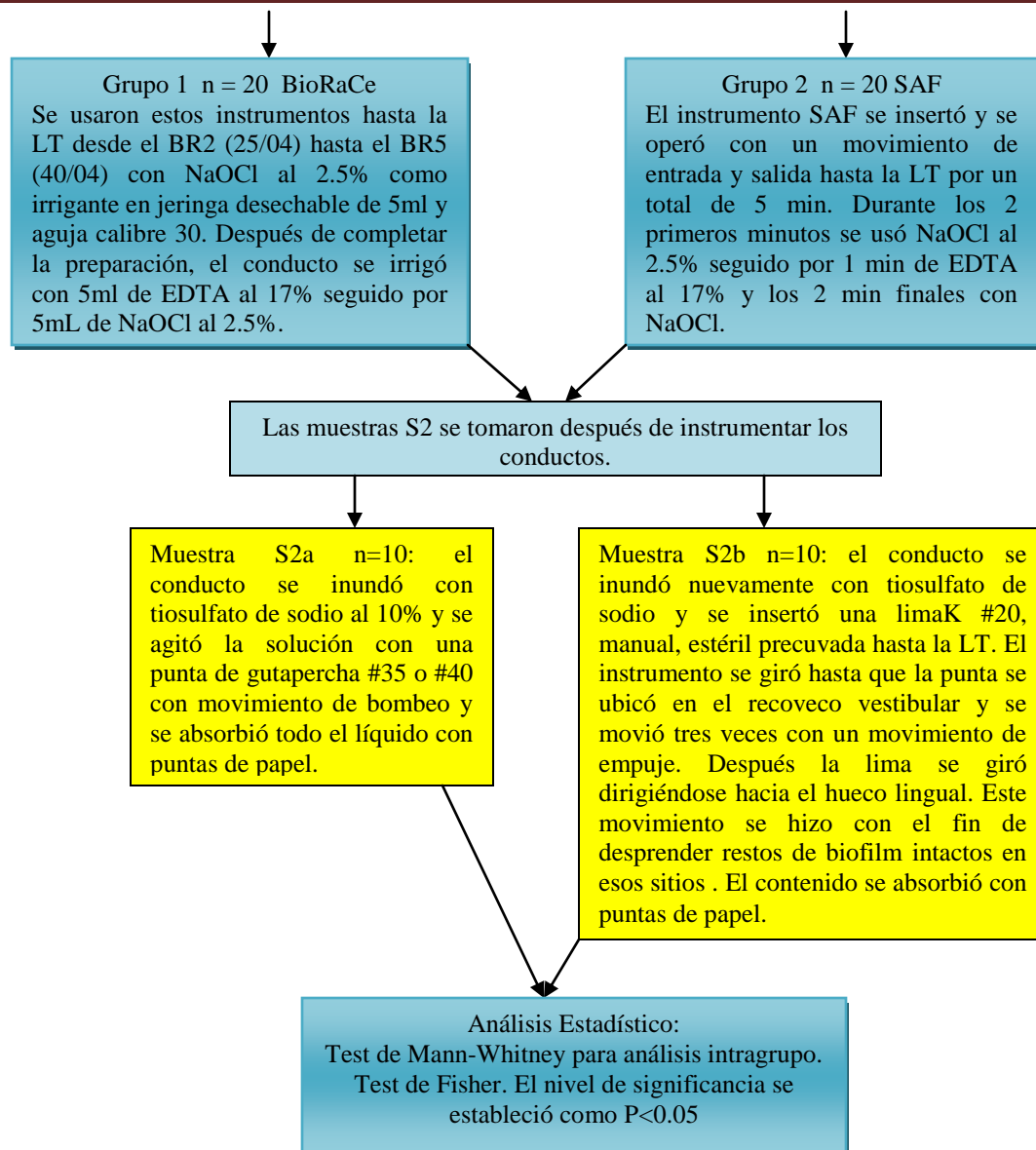


**Figura XL.** Ejemplo de la imagen reconstruida con MCT de incisivo maxilar, con 5 minutos de trabajo de la lima SAF. Las áreas en color verde y rojo representan secciones transversales del conducto preoperatorias y postoperatorias a 1, 5, 9 y 13 mm detallando el volúmen de dentina removida a lo largo del perímetro del conducto (Peters, 2010).

Siqueira JF y cols., (2010) realizaron un estudio dirigido a investigar la habilidad del recién desarrollado sistema SAF para eliminar posibles colonias de *Enterococcus faecalis* en conductos ovales comparándolo con instrumentación rotatoria de NiTi con irrigación por medio de jeringa y aguja; así como también evaluaron la habilidad en la modificación de la técnica de muestreo de bacterias contenidas en recovecos de estos conductos ovales. En la figura XLI se muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



## ANÁLISIS DEL SISTEMA DE INSTRUMENTACIÓN SELF-ADJUSTING FILE (SAF)



**Figura XLI.** Representa el esquema de la estrategia experimental del artículo: Ability of Chemomechanical Preparation with Either Rotary Instruments or Self-adjusting File to Desinfect Oval-shaped Root Canals (Siqueira, 2010).

El análisis intragrupo indicó que ambas técnicas fueron exitosas en promover una alta reducción de las colonias bacterianas intraconducto. Cuando se compararon los 2 grupos (análisis intergrupo), el dato cuantitativo (conteo de CFU) reveló que el método SAF fue significativamente más efectivo que la instrumentación rotatoria de NiTi. Los datos con respecto a la incidencia de cultivos negativos y positivos (análisis cualitativo) revelaron que mientras en el grupo SAF el 80% de las muestras se mostraron libres de niveles detectables de *E. faecalis*, la instrumentación con BioRaCe solo mostró el 45%

de cultivos negativos. En el presente estudio el instrumento BioRaCe 40/04 se usó para lograr una preparación apical amplia. Aún así, se detectaron bacterias en aproximadamente la mitad de las muestras postoperatorias. Es razonable asumir que las bacterias remanentes estuvieron mayormente localizadas en los huecos bucal y lingual de los conductos. Los resultados aparentemente confirman la superioridad del sistema SAF para preparar conductos ovalados.

Tablas de resultados.

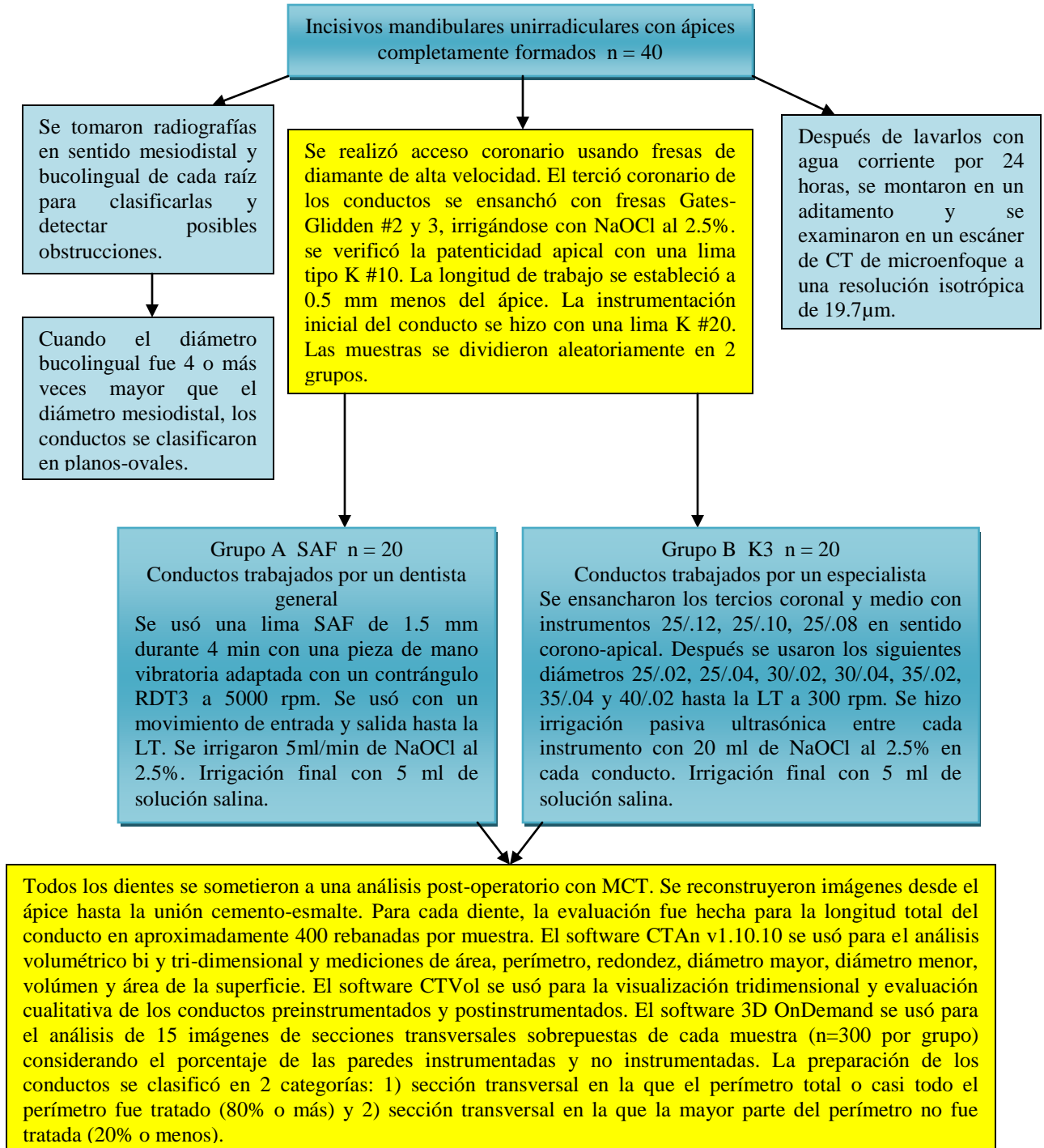
**Tabla VI.** Revela la media, mediana, rango y porcentaje de reducción de unidades de colonias formadas (CFUs) observadas para ambos grupos. El análisis intragrupo que evaluó la reducción en el número de CFUs de la muestra S1 a S2a, S2b o S2ab demostró que ambas técnicas de preparación fueron altamente efectivas ( $P < 0.001$ ) (Siqueira, 2010).

Groups	S1			S2			S2b			%Reduction
	Mean	Median	Range	Mean	Median	Range	Mean	Median	Range	Median S1-S2ab
Rotary Instruments	2.05x	1.00x	2.58x	9.62x	0	0-1.28	1.14x	0	0-2.1x	99.98
	10 <sup>6</sup>	10	10 <sup>3</sup> -2.67x	10 <sup>2</sup>		x 10	10		10	
			10							
SAF	6.28x	8.00x	8.32x	1.70x	0	0-3.4x	1.25x	0	0-1.6x	100
	10	10	10 <sup>3</sup> -9.8x	10 <sup>1</sup>		10 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup>		10 <sup>2</sup>	
			10							

**Tabla VII.** El análisis de los datos de la muestra S2ab indicaron que la preparación de conductos ovales alargados con la lima SAF fue significativamente más efectiva que la técnica BioRaCe en la reducción de la cantidad de *E. faecalis* ( $P = .01$ ). La frecuencia de cultivos positivos en la muestra S2ab fue 11 de 20 (55%) para la técnica rotatoria y 4 de 20 (20%) para el sistema SAF (Siqueira, 2010).

Group	S2a	S2b	S2ab
Rotary instruments	4/20 (20)	8/20 (40)	11/20 (55)
SAF	1/20 (5)	4/20 (20)	4/20 (20)

Versiani M. A. y cols., (2011) evaluaron la preparación de conductos radiculares en conductos planos-ovales de incisivos mandibulares con una técnica rotatoria y limas SAF con el análisis por medio de tomografía micro-computarizada tridimensional. En la figura XLII se muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



## Análisis estadístico.

Los resultados se analizaron estadísticamente con tests de muestras independientes, test  $X^2$  (con corrección de Yates) entre grupo y prueba  $t$  de muestra par dentro del grupo, la hipótesis nula se estableció al 5% con el uso del paquete estadístico SPSS 17.0

**Figura XLII.** Representa el esquema de la estrategia experimental del estudio: Flat-Oval Root Canal Preparation with Self-Adjusting File Instrument: A Micro-Computed Tomography Study (Versiani, 2011).

Los resultados de la evaluación cuantitativa conforme al análisis bidimensional de este estudio demostraron que en general, área, perímetro, redondez y diámetros mayor y menor revelaron diferencia no estadísticamente significativa entre la preparación con lima SAF y K3 ( $P > 0.05$ ). Sin embargo, el aumento del porcentaje de la media del área del conducto en el tercio coronal fue significativamente más alta con la lima SAF ( $65.07\% \pm 18.4\%$ ) que con instrumentación rotatoria ( $38.02\% \pm 29.3\%$ ) ( $P = 0.03$ ). A pesar de las diferencias entre grupos en los resultados postoperatorios los resultados en relación a redondez ( $P=0.02$ ) y diámetro menor ( $P=0.01$ ) no hubo diferencia en el aumento preoperatorio y postoperatorio de estos parámetros ( $P>0.05$ ). No hubo diferencia estadística de los parámetros analizados en los tercios medio y apical ( $P>0.05$ ).

Los resultados del análisis tridimensional mostraron que no se observó diferencia estadísticamente significativa en volumen o área de la superficie en los tercios medio y apical entre los grupos ( $P > 0.05$ ). A pesar de que el aumento de la media del volumen del conducto en el tercio coronario fue significativamente más alto con SAF ( $1.44 \pm 0.49 \text{ mm}^3$ ) que con instrumentación rotatoria ( $0.81 \pm 0.45 \text{ mm}^3$ ) ( $P = 0.01$ ), no se observó lo mismo con el área de la superficie ( $P > 0.05$ ). Dentro del grupo, volumen y área de la superficie mostraron diferencia estadísticamente significativa entre los resultados preoperatorios y postoperatorios ( $P < 0.05$ ).

Respecto a la evaluación cualitativa, preoperatoriamente, las secciones transversales de los conductos se presentaron significativamente más aplanadas en la proyección mesiodistal que en la bucolingual. La sobreposición de las imágenes con MCT en todos los tercios demostró que el uso d SAF removió dentina de manera más uniforme a lo largo del perímetro de los conductos que con la técnica rotatoria. El número de muestras en la que todo o casi todo el perímetro del conducto no fue tratado fue de 58 (19.3%)



para el grupo SAF y de 119 (39.7%) para el grupo K3. Las secciones transversales y el análisis tridimensional mostraron que el uso de SAF dio como resultado una preparación más homogénea de las paredes del conducto comparada con instrumentación rotatoria.

Tablas de resultados

**Tabla VIII.** Datos morfométricos del análisis bidimensional (media  $\pm$  desviación estándar) y cambios para el conducto en incisivos inferiores antes y después de la preparación con SAF y sistema rotatorio (Versiani, 2011).

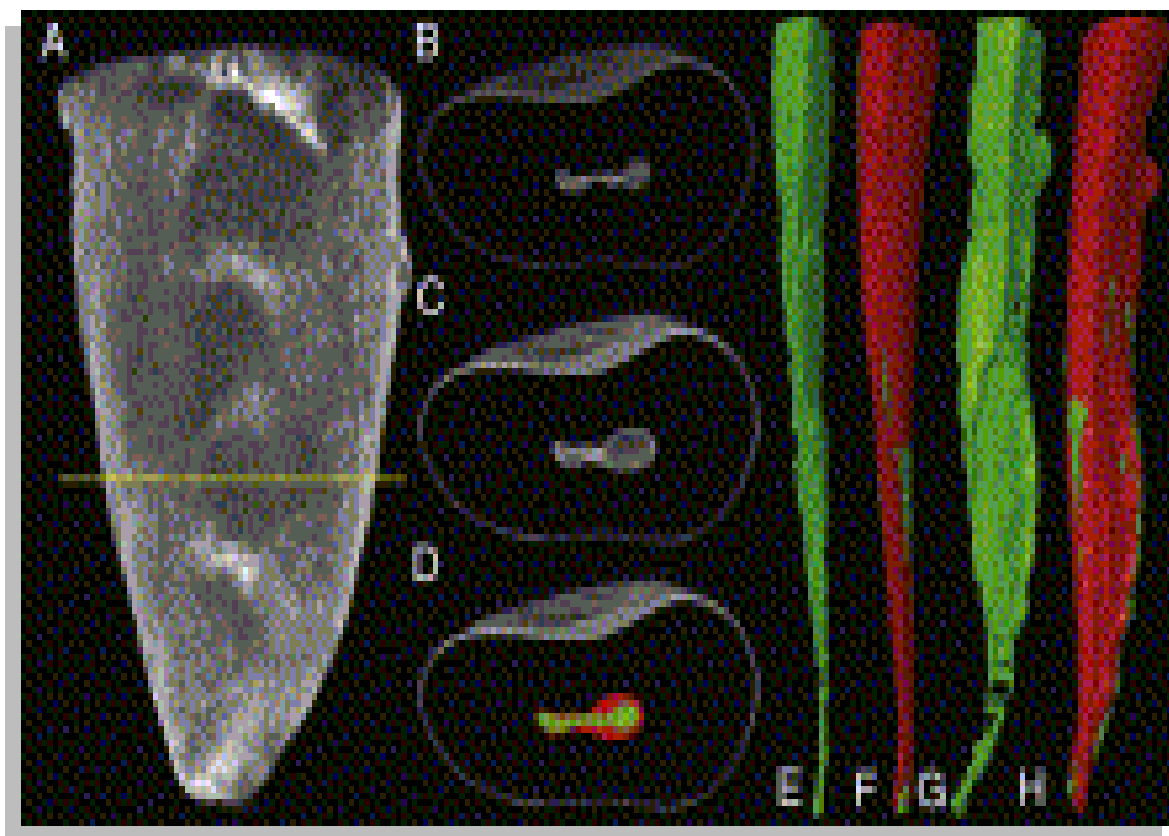
	All thirds		Coronal third		Middle third		Apical third	
	Rotary	SAF	Rotary	SAF	Rotary	SAF	Rotary	SAF
<b>Area (mm<sup>2</sup>)</b>								
$\Delta$	0.14 $\pm$ 0.07	0.22 $\pm$ 0.10	0.23 $\pm$ 0.15*	0.40 $\pm$ 0.14*	0.13 $\pm$ 0.06	0.18 $\pm$ 0.10	0.07 $\pm$ 0.03	0.06 $\pm$ 0.06
%	43.11 $\pm$	61.88 $\pm$	38.02 $\pm$	65.07 $\pm$	47.40 $\pm$	61.52 $\pm$	65.19 $\pm$	57.74 $\pm$
$\Delta$	28.01	24.22	29.3*	18.4*	28.73	32.91	41.58	58.33
<b>Perimeter (mm)</b>								
$\Delta$	0.31 $\pm$ 0.18	0.37 $\pm$ 0.23	0.33 $\pm$ 0.27	0.50 $\pm$ 0.22	0.25 $\pm$ 0.19	0.37 $\pm$ 0.27	0.34 $\pm$ 0.17	0.25 $\pm$ 0.27
%	12.10 $\pm$	15.22 $\pm$	9.11 $\pm$	14.4 $\pm$	9.75 $\pm$	15.46 $\pm$	25.85 $\pm$	19.02 $\pm$
$\Delta$	9.14	9.75	8.33	6.75	10.11	12.23	14.79	21.62
<b>Roundness</b>								
$\Delta$	0.07 $\pm$ 0.04	0.11 $\pm$ 0.06	0.09 $\pm$ 0.06	0.14 $\pm$ 0.07	0.10 $\pm$ 0.07	0.11 $\pm$ 0.06	0.03 $\pm$ 0.03	0.07 $\pm$ 0.07
%	12.47 $\pm$	19.13 $\pm$	17.03 $\pm$	26.05 $\pm$	21.84 $\pm$	23.11 $\pm$	4.31 $\pm$	11.55 $\pm$
$\Delta$	8.35	12.92	15.9	13.91	17.83	17.78	5.07	14.0
<b>Minor diameter (mm)</b>								
$\Delta$	0.09 $\pm$ 0.07	0.09 $\pm$ 0.07	0.08 $\pm$ 0.10	0.10 $\pm$ 0.05	0.07 $\pm$ 0.08	0.08 $\pm$ 0.12	0.11 $\pm$ 0.07	0.09 $\pm$ 0.09
%	8.70 $\pm$	9.70 $\pm$	5.41 $\pm$	8.21 $\pm$	7.65 $\pm$	8.97 $\pm$	21.33 $\pm$	17.13 $\pm$
$\Delta$	8.57	8.66	7.22	5.95	9.52	12.64	14.32	19.56
<b>Major diameter (mm)</b>								
$\Delta$	0.15 $\pm$ 0.08	0.13 $\pm$ 0.07	0.19 $\pm$ 0.13	0.22 $\pm$ 0.11	0.16 $\pm$ 0.09	0.11 $\pm$ 0.08	0.11 $\pm$ 0.07	0.07 $\pm$ 0.05
%	40.88 $\pm$	27.71 $\pm$	37.67 $\pm$	32.81 $\pm$	46.92 $\pm$	24.38 $\pm$	42.87 $\pm$	24.10 $\pm$
$\Delta$	31.66	18.12	36.4	22.55	34.92	19.05	30.74	15.76

**Tabla IX.** Datos morfométricos de la evaluación tridimensional (media  $\pm$  desviación estándar) y sus cambios para los conductos de incisivos inferiores antes y después de la preparación con SAF y sistema rotatorio (Versiani, 2011).

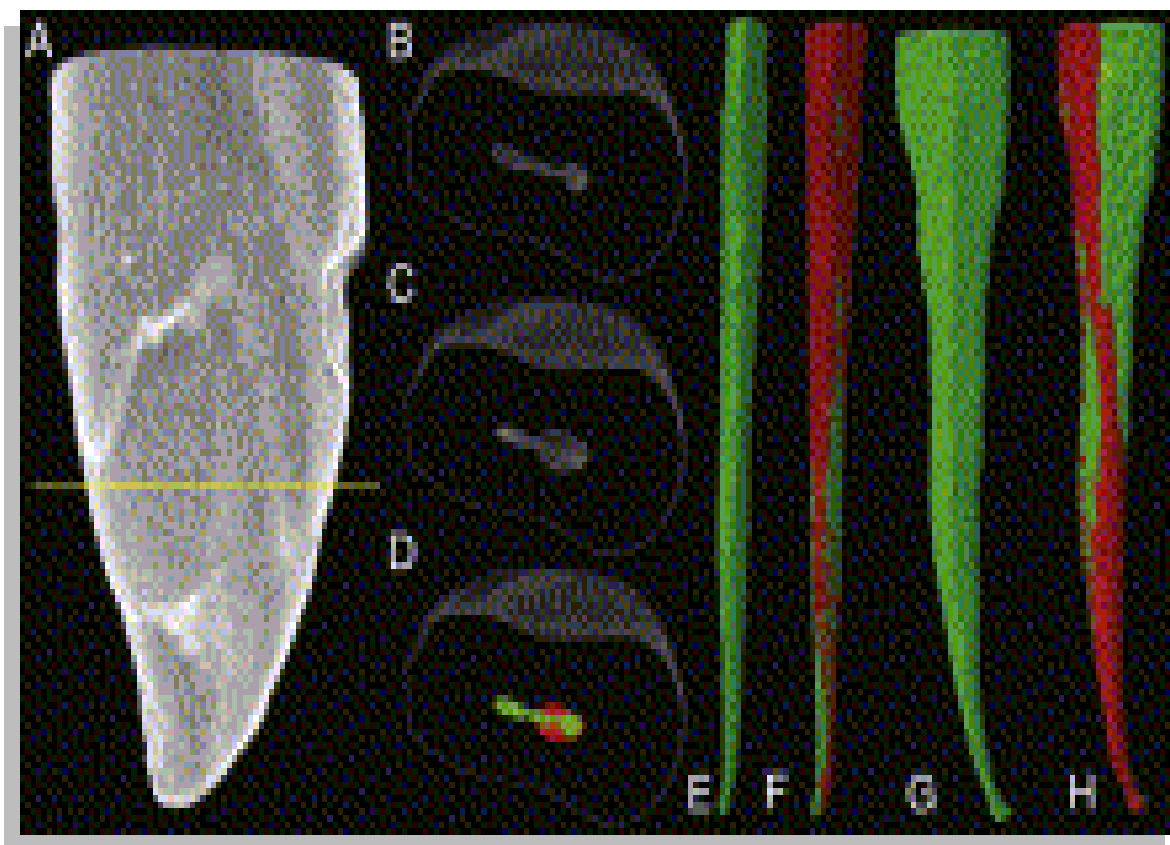
	All thirds		Coronal third		Middle third		Apical third	
	Rotary	SAF	Rotary	SAF	Rotary	SAF	Rotary	SAF
<b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b>								
$\Delta$	1.47 $\pm$ 0.67*	2.32 $\pm$ 1.0*	0.81 $\pm$ 0.45*	1.44 $\pm$ 0.49*	0.42 $\pm$ 0.24	0.67 $\pm$ 0.35	0.24 $\pm$ 0.10	0.22 $\pm$ 0.19
%	41.63 $\pm$	62.77 $\pm$	37.25 $\pm$	65.77 $\pm$	45.0 $\pm$	63.23 $\pm$	63.51 $\pm$	56.95 $\pm$
$\Delta$	27.0	24.45	27.93*	18.46*	32.66	32.97	35.66	59.11
<b>Surface (mm<sup>2</sup>)</b>								
$\Delta$	4.06 $\pm$ 1.92	4.77 $\pm$ 3.27	1.67 $\pm$ 1.22	2.24 $\pm$ 1.19	0.95 $\pm$ 0.53	1.51 $\pm$ 1.26	1.45 $\pm$ 0.57	1.02 $\pm$ 0.99
%	13.29 $\pm$	15.90 $\pm$	11.26 $\pm$	15.33 $\pm$	9.35 $\pm$	15.83 $\pm$	27.99 $\pm$	19.52 $\pm$
$\Delta$	9.01	11.16	10.10	7.98	8.08	1.26	13.52	21.64

**Tabla X.** Comparación estadística del porcentaje de la preparación de las paredes del conducto con el uso del sistema SAF o instrumentos rotatorios en los diferentes tercios (Versiani, 2011).

Category	Coronal third			Middle third			Apical third		
	Rotary	SAF	<i>P</i> value	Rotary	SAF	<i>P</i> value	Rotary	SAF	<i>P</i> value
<b>All or most of root canal perimeter is treated (80% or more treated)</b>	62	92	.0001*	44	65	.005*	75	85	.112
<b>All or most of root canal perimeter is untreated (20% or less treated)</b>	38	8		56	35		25	15	
<b>Total (%)</b>	100	100		100	100		100	100	

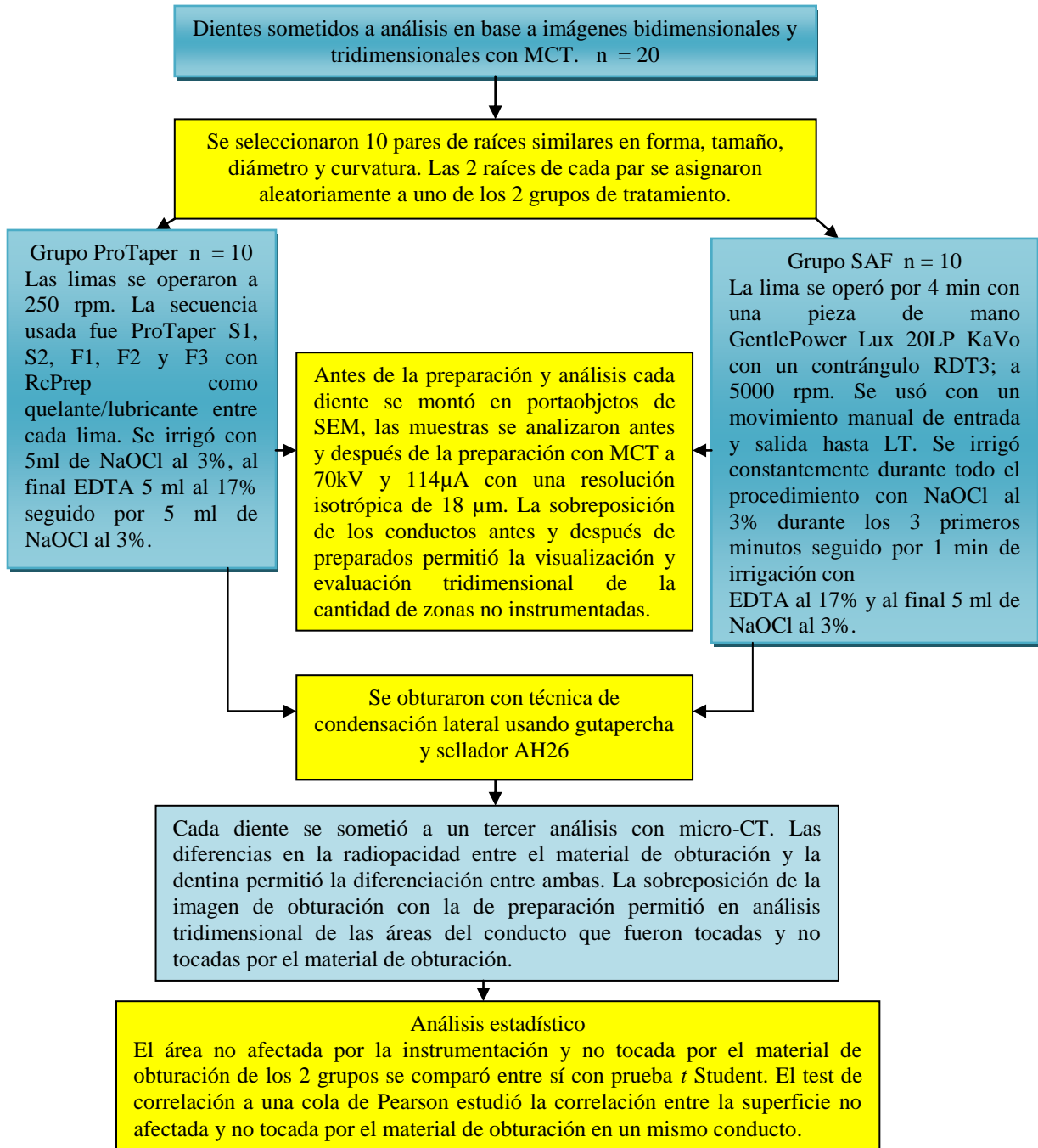


**Figura XLIII.** Imagen con MCT del conducto plano-oval del incisivo inferior. El análisis tridimensional muestra el preoperatorio (B), postoperatorio (C) y las reconstrucciones superpuestas (D) del conducto (las áreas verdes y rojas indican las imágenes pre y postoperatorias). La lima SAF removió una capa uniforme de dentina (D). En la evaluación cualitativa la reconstrucción de imágenes tridimensionalmente con MCT muestra el conducto antes de la preparación en proyecciones bucal (E) y distal (G). Las proyecciones bucal (F) y distal (H) muestran una preparación uniforme del conducto con SAF (Versiani, 2011).



**Figura XLIV.** Imagen con MCT en las mismas proyecciones indicadas en la imagen superior (áreas verdes y rojas representan las imágenes pre y postoperatorias). En la imagen C se observa la conformación redonda de la lima K3 en la zona bucal del conducto. En las proyecciones de las imágenes E, F, G y H se aprecian claramente las zonas del conducto que no fueron tocadas por la lima K3 (Versiani, 2011).

Metzger Z. y cols., (2010) diseñaron un estudio para evaluar cuantitativamente la calidad de la preparación y la obturación en conductos tratados con técnica rotatoria o self-adjusting file, usando el análisis tridimensional con tomografía micro-computarizada. La figura XLV representa la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



**Figura XLV.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: The Quality of Root Canal Preparation and Root Canal Obturation in Canals Treated with Rotary *versus* Self-adjusting Files: A Three-dimensional Micro-computed Tomographic Study (Metzger, 2010).

La superficie del conducto que no fue afectada por la preparación se calculó como el porcentaje del área de la superficie del conducto antes de la preparación. Un amplio rango de este parámetro tridimensional se registró, entre 5.3% y 76.6%. La media del área no afectada fue 16.7%  $\pm$  8.9%) y 60.2%  $\pm$  13.6%) en los grupos SAF y rotatorio respectivamente.

La superficie del conducto que no se tocó por el material de obturación se calculó como el porcentaje del área de la superficie del conducto después de la preparación. Un amplio rango de este parámetro se registró, entre 1.9% y 75.1%. La media del área no tocada por el material de obturación fue 17.0%  $\pm$  11.0% y 44.6%  $\pm$  14.5% en los grupos SAF y rotatorio respectivamente.

No se encontró correlación dentro de cada grupo entre el porcentaje del área no afectada por la preparación y el área no tocada por la obturación.

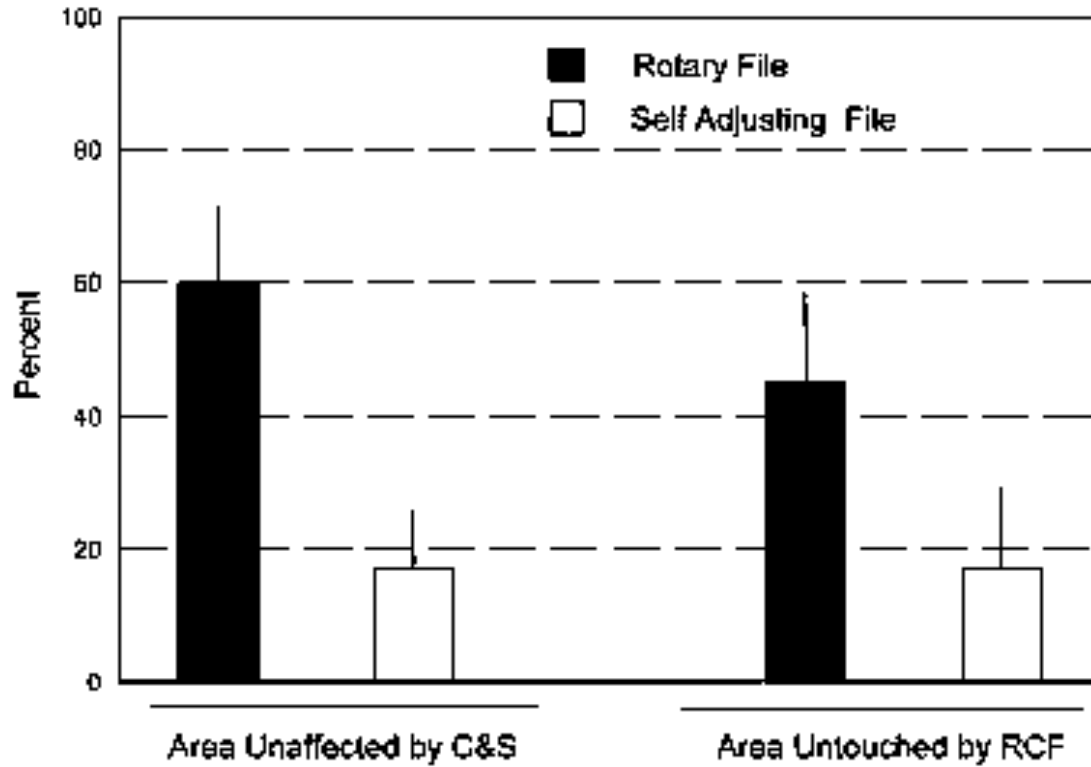
Tablas de resultados.

**Tabla XI.** Análisis tridimensional con Micro-CT de la calidad de la limpieza y conformación y de la adaptación del material de obturación a las paredes del conducto (Metzger, 2010).

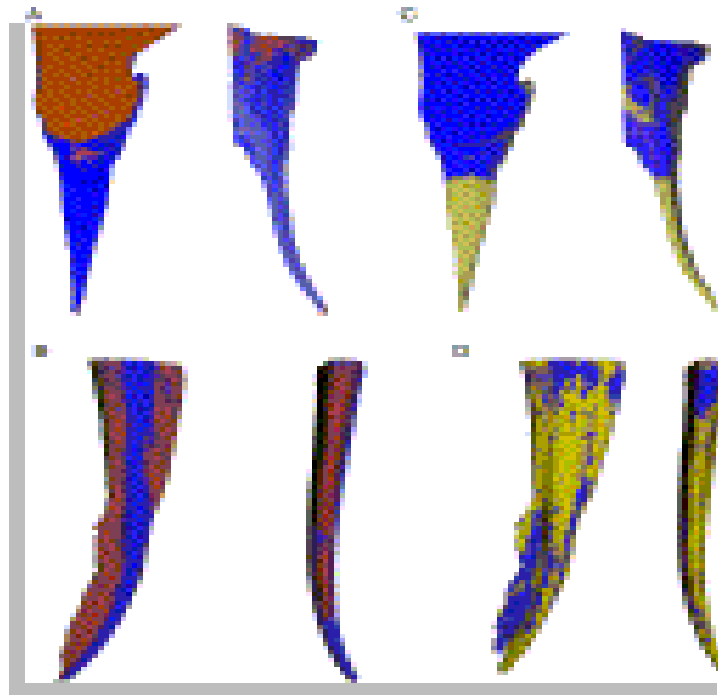
Pair #	Type of canal	Method	Area unaffected by root canal preparation (%)	Area untouched by root canal filling (%)
1	R-S	RF	66.7	28.9
		SAF	14.9	1.9
2	R-S	RF	64.4	64.3
		SAF	7.1	15.8
3	R-S	RF	49.4	42.4
		SAF	20.8	8.5
4	R-C	RF	28.0	38.8
		SAF	33.8	23.5
5	R-C	RF	76.6	37.6
		SAF	5.3	5.8
6	F-S	RF	63.0	44.1
		SAF	21.6	30.5
7	F-S	RF	73.0	75.1
		SAF	5.8	15.1
8	F-S	RF	60.9	47.0

9	F-S	SAF	20.2	8.0
		RF	59.3	37.1
10	F-C	SAF	21.1	29.4
		RF	61.1	31.1
		SAF	15.9	31.2

R-S, round cross-section, straight; R-C, round cross-section, curved; F-S, flat cross-section, straight; F-C, flat cross-section, curved; RF, Rotary files.



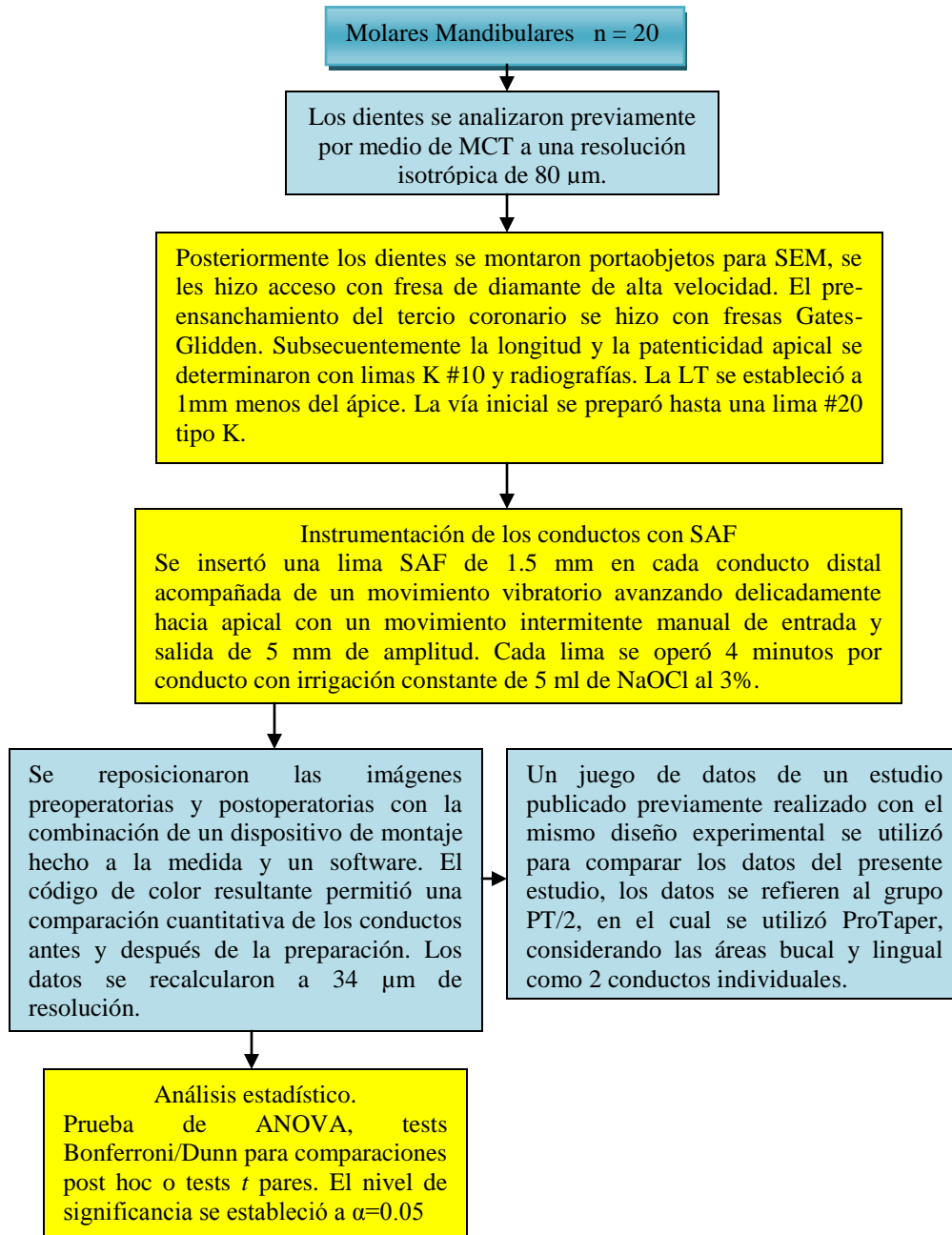
**Figura XLVI.** Muestra gráfica del porcentaje de la superficie del conducto que no fue afectada por la lima y del porcentaje de la superficie después de la preparación del conducto que no tocó el material de obturación. RFC (root canal filling), C&S (cleaning and shaping) (Metzger, 2010).



**Figura XLVII.** Representa una imagen con micro-CT reconstruida de la conformación y obturación. Las 4 imágenes superiores representan un conducto preparado con lima SAF (izquierda) y obturadas (derecha), las zonas en azul representan las áreas tocadas por el instrumento, las áreas amarillas, son zonas tocadas por la obturación. Las imágenes inferiores corresponden al sistema rotatorio (Metzger, 2010).



Paqué F. y cols., (2011) realizaron un estudio para evaluar el potencial de conformación del sistema del nuevo instrumento de Níquel-Titanio, self-adjusting file (SAF) en conductos alargados-ovales de las raíces distales de molares mandibulares. Figura XLVIII representa la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



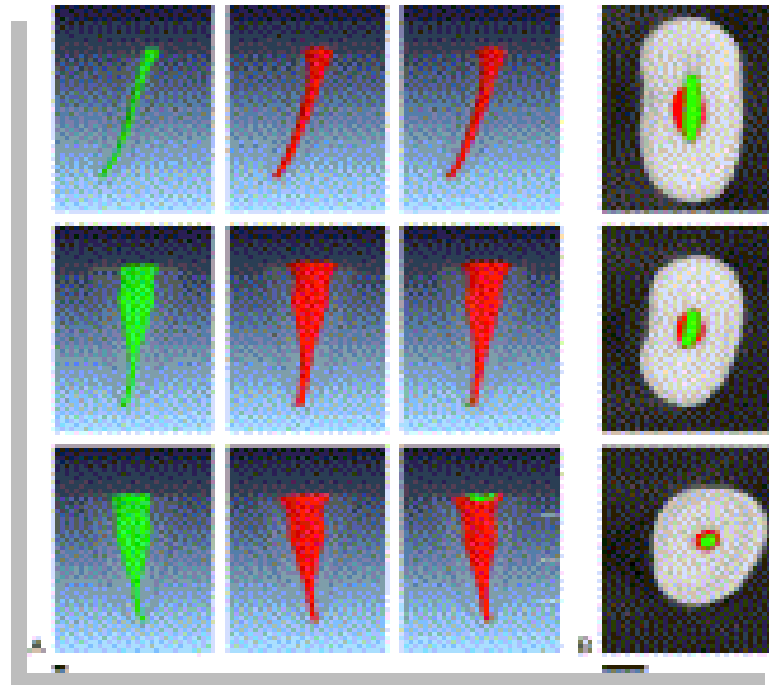
**Figura XLVIII.** Representa el esquema de la estrategia experimental del artículo: Micro-computed Tomography Evaluation of the Preparation of Long Oval Root Canals in Mandibular Molars with the Self-adjusting File (Paqué, 2011).

Los resultados de este estudio demostraron que los dientes incluidos tuvieron una sección transversal alargada-oval, tal como se indicó en el índice estructural del modelo (SMI), la medida tridimensional de lo plano de la sección transversal tuvo un rango de 1.3-2.6. Volúmenes y áreas tuvieron un rango de 5-13.5 mm<sup>3</sup> y de 33.5-60.3 mm<sup>2</sup> respectivamente. La conformación con la lima SAF por 4 minutos dio como resultado incremento en el volumen y área ( $P < 0.001$ ); la remoción de dentina en los conductos individuales tuvo una variación entre 2.7 y 9.6 mm<sup>3</sup>, con una media de  $4.84 \pm 1.73$  mm<sup>3</sup>. El área del conducto se incrementó en  $3.34 \pm 1.73$  mm<sup>2</sup>. El índice de estructura del modelo (SMI) mostró un pequeño pero significativo incremento a  $2.71 \pm 0.30$  ( $P < 0.05$ ). No hubo correlación significativa entre los scores de SMI y la cantidad de superficie no tratada ( $r^2 = 0.001$ ). Mecánicamente las áreas no tratadas del conducto en general tuvieron un rango de 6.7%-44%. La media de la superficie no tratada del conducto fue de  $23.4\% \pm 8.9\%$  para toda la longitud del conducto; en los 4mm apicales,  $40.1\% \pm 13.4\%$  de la superficie se contó como no tratada. La media de la transportación del conducto en los tercios coronal, medio y apical fue de  $106 \pm 50$ ,  $64 \pm 36$  y  $81 \pm 49$   $\mu$ m respectivamente. La transportación del conducto de 150  $\mu$ m o más fue notoria en 8 de 60 secciones analizadas, la mayor parte de la cual se encontró en el tercio coronal ( $P < 0.01$ ).

#### Tablas de resultados

**Tabla XII.** Datos Morfométricos (Media  $\pm$  Desviación Estándar n = 20) para los conductos distales en Molares Mandibulares antes de la preparación con SAF e instrumentos rotatorios de NiTi (Paqué, 2011).

	SAF (20 $\mu$ m)	SAF (34 $\mu$ m)	PT/2*
<b>Volume (mm<sup>3</sup>)</b>	$7.73 \pm 2.13$	$7.69 \pm 2.14$	$7.23 \pm 3.23$
<b>Area (mm<sup>2</sup>)</b>	$42.83 \pm 8.14$	$41.82 \pm 7.9$	$37.52 \pm 8.32$
<b>SMI (units)</b>	$1.98 \pm 0.35$	$2.03 \pm 0.30$	$1.98 \pm 0.42$
<b>Diameter ratio</b>	$3.80 \pm 1.24$	$3.80 \pm 1.24$	$3.90 \pm 1.54$



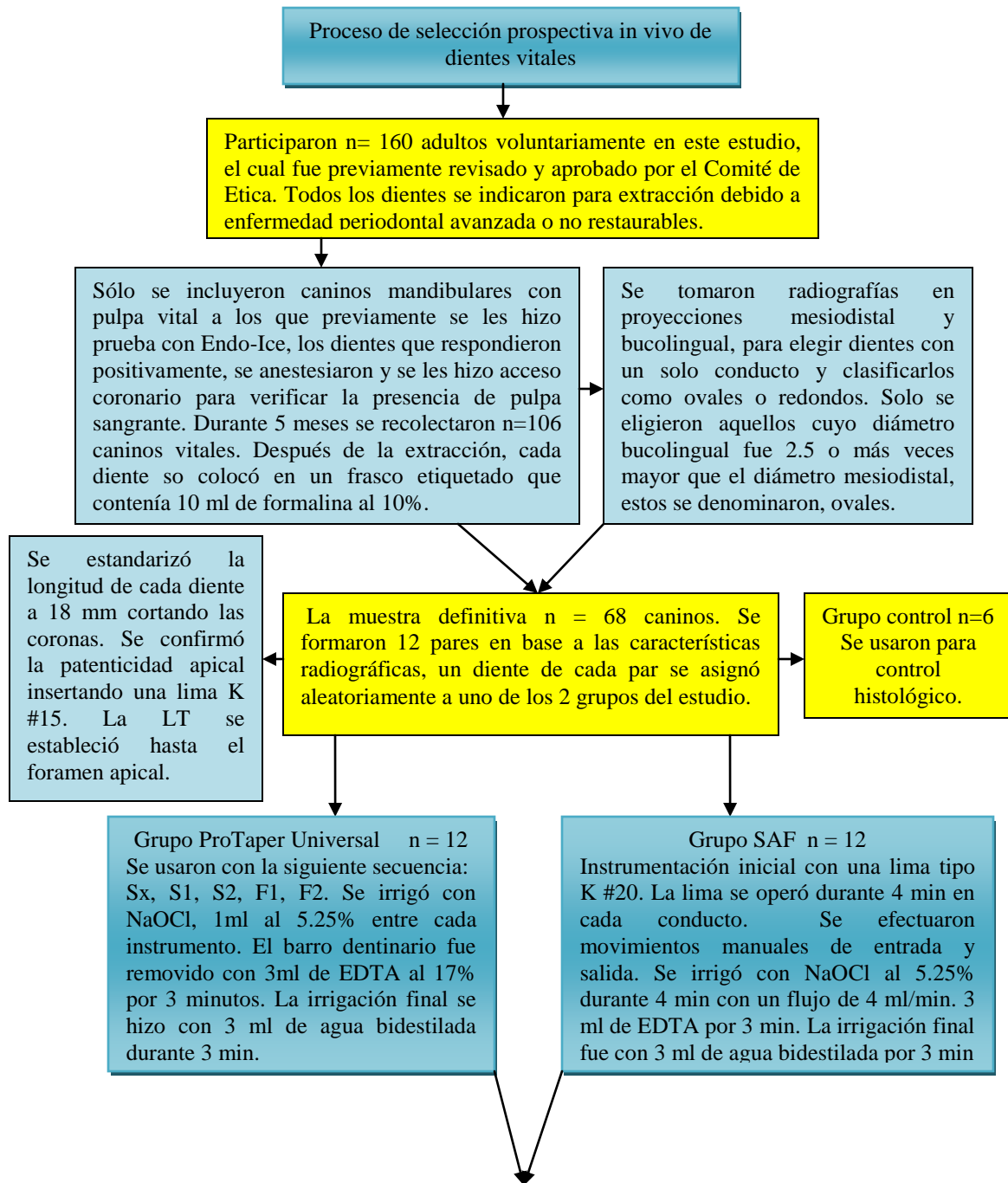
**Figura XLIX.** Imagen con MCT de los conductos distales de los molares inferiores. Las áreas en verde son preoperatorias y las rojas, después de la instrumentación con SAF. Las imágenes de las secciones transversales muestran la similitud entre la preinstrumentación y postinstrumentación (Paqué, 2011).

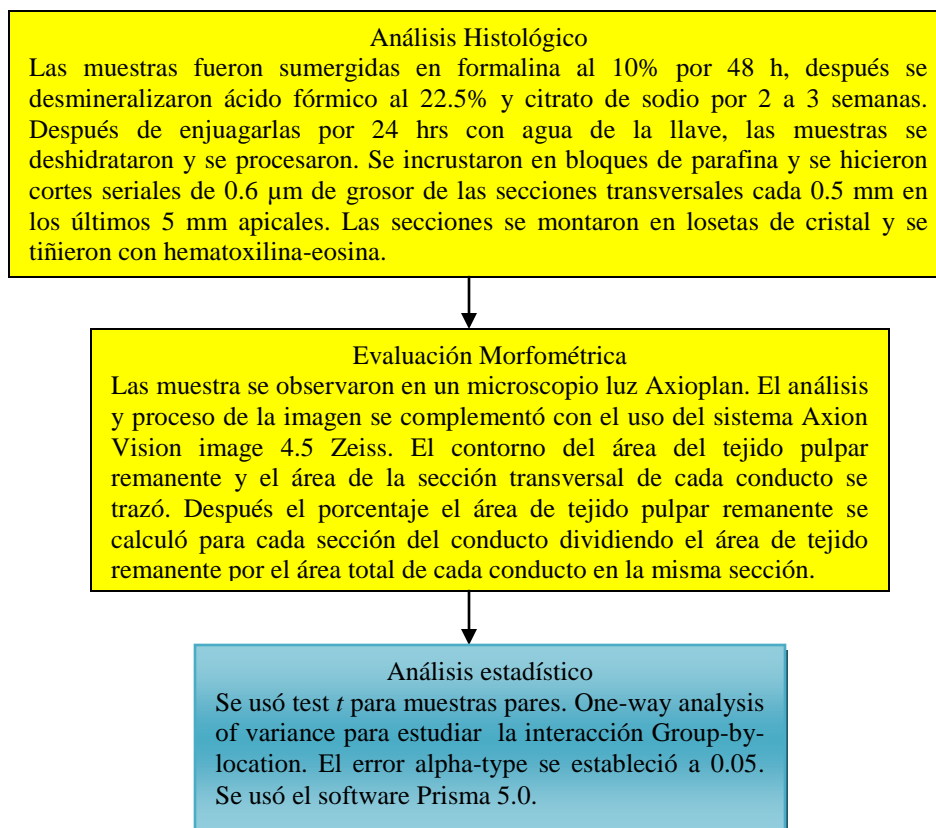
**Tabla XIII.** Análisis Cuantitativo de los efectos de la preparación (Medias  $\pm$  DS) para los conductos distales de molares mandibulares preparados con SAF (n = 20) o con instrumentos rotatorios (n = 12) (Paqué, 2011).

	SAF (20 $\mu$ m)	SAF (34 $\mu$ m)	PT/2*
$\Delta$ Volume ( $\text{mm}^3$ )	4.84 $\pm$ 1.73	4.90 $\pm$ 1.77	2.43 $\pm$ 1.13
$\Delta$ Area ( $\text{mm}^2$ )	3.34 $\pm$ 1.73	3.99 $\pm$ 1.75	ND
$\Delta$ SMI (units)	0.74 $\pm$ 0.17	0.66 $\pm$ 0.12	0.57 $\pm$ 0.26
Untreated surface (%)	23.5 $\pm$ 8.9	37.4 $\pm$ 11.9	66.1 $\pm$ 15.3

La cantidad de la superficie del conducto no tratada después de la preparación con SAF, fue significativamente menor que con la técnica rotatoria. Además, comparado con otros estudios hechos con rotatorios en conductos redondos de molares maxilares, las áreas no preparadas de los molares mandibulares en el presente estudio fueron similares cuando se usó SAF, lo cual indica la ventaja particular de este instrumento en la conformación de conductos alargados-ovales.

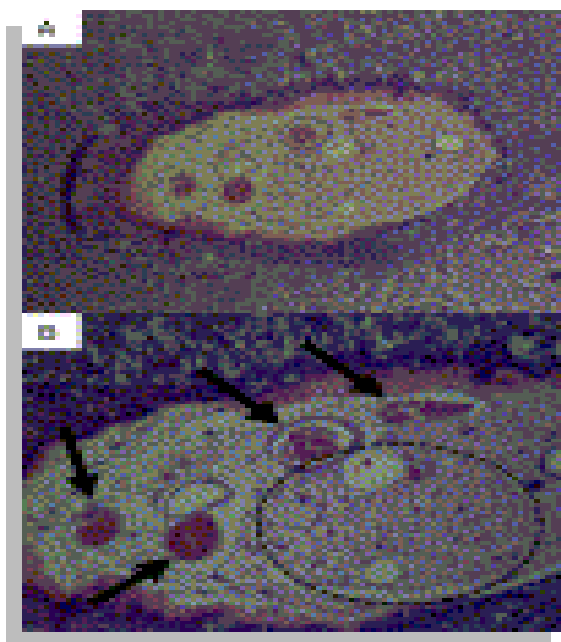
De-Deus G. y cols., (2011) realizaron un estudio para evaluar la calidad del sistema SAF en el debridamiento de tejido en conductos ovales y comparar esos datos con el desempeño de un sistema rotatorio comúnmente usado. La Figura L representa la estrategia experimental del presente estudio, mostrando los principales puntos de la metodología empleada.





**Figura L.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: The Self-Adjusting File Optimizes Debridement Quality in Oval-shaped Root Canals (De-Deus, 2011).

Todas la imágenes del grupo de control histológico demostraron una cantidad substancial de tejido pulpar.



**Figura LI.** Imagen histológica del tejido pulpar presente en el grupo control. Las flechas indican la presencia de vasos y nervios en la zona del círculo (De-Deus, 2011).

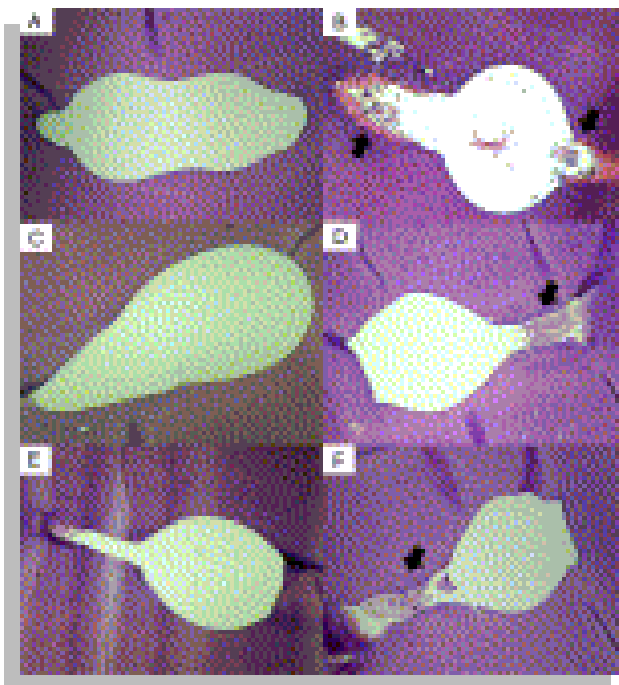
La interacción del group-by-location no fue significativa ( $P > 0.05$ ), indicando que las comparaciones del grupo no fueron dependientes del nivel de la sección transversal. En general, los restos de tejido se encontraron principalmente en las zonas no instrumentadas bucal o lingual. Hubo significativamente mayor tejido pulpar residual después de la instrumentación con el sistema ProTaper que con el sistema SAF (21.4% vs 9.3%  $P < 0.05$ ). Los conductos preparados con SAF tuvieron una preparación más evidente en las zonas bucal y lingual.

Tabla de resultados

**Tabla XIV.** Porcentaje de tejido pulpar remanente después del uso del sistema ProTaper y sistema SAF (De-Deus, 2011).

Technique	Mean ( $\pm$ standard deviation)
<b>ProTaper</b>	21.4% ( $\pm 8.2$ ) <sup>a</sup>
<b>SAF System</b>	9.3% ( $\pm 3.7$ ) <sup>b</sup>

Las diferentes letras indican diferencias significativas entre las técnicas con un valor de  $P < .05$ .



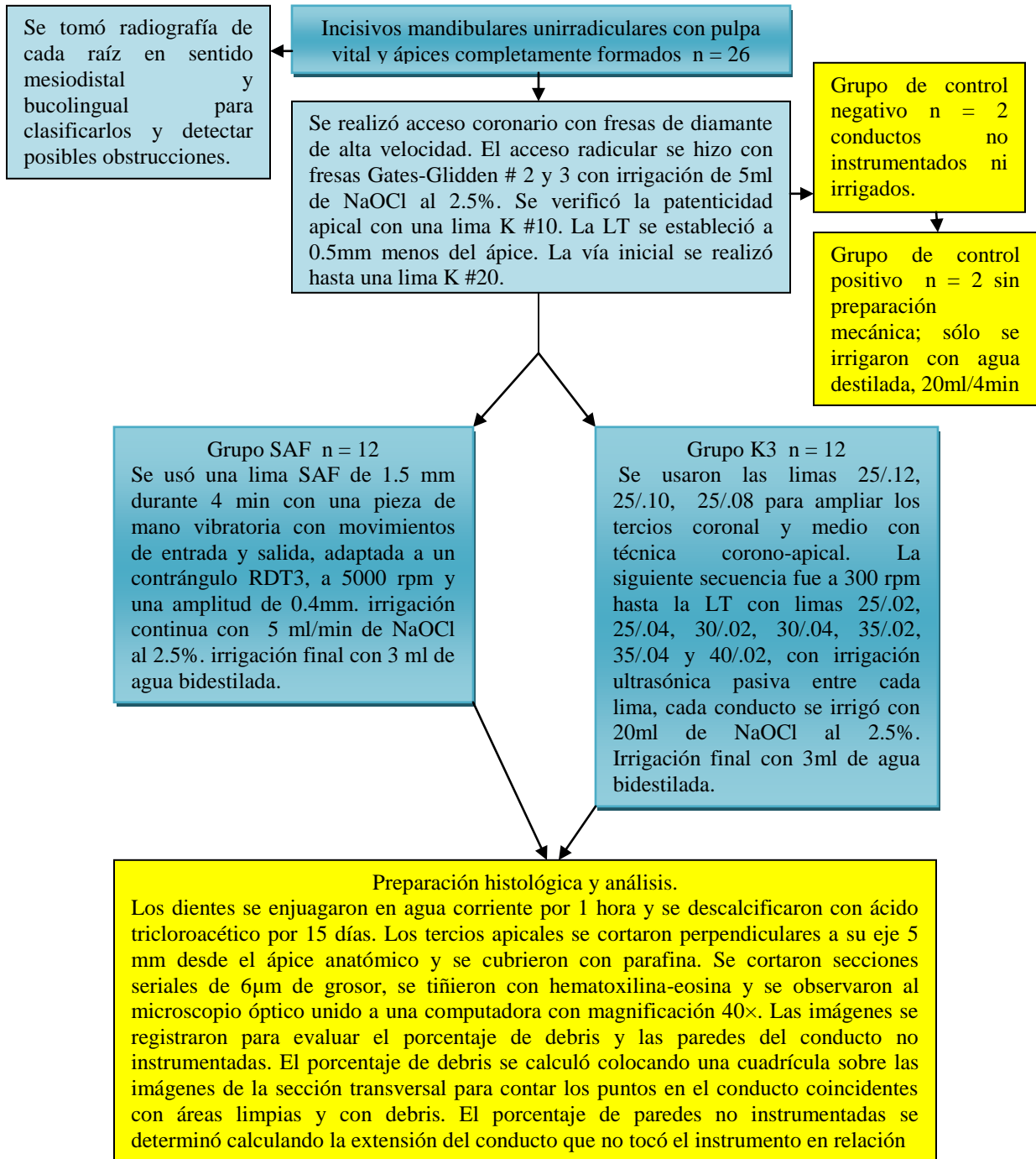
**Figura 11.** Las imágenes de la columna de la izquierda representan conductos ovales instrumentados con sistema SAF. En la columna de la derecha, se observan conductos tratados con ProTaper Universal. Las flechas indican la presencia de restos de tejido pulpar en los extremos bucal y lingual (De-Deus, 2011).

El sistema SAF redujo substancialmente el monto de tejido pulpar remanente en un 567% comparado con el sistema ProTaper Universal. En el grupo ProTaper el 21% de la sección transversal del conducto conservó tejido pulpar. Esto representa la incapacidad de la mayoría de los sistemas rotatorios para acceder a los extremos bucal y lingual en conductos ovales.

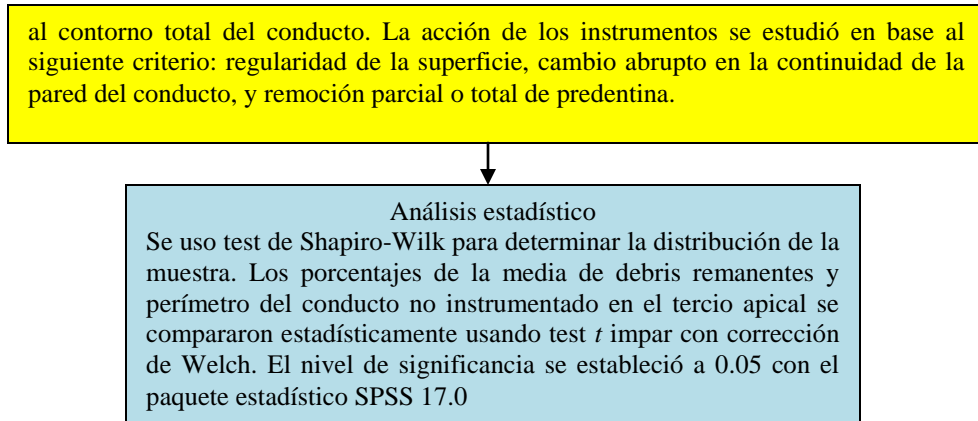
El presente resultado da lugar a dos afirmaciones: 1) la habilidad de la lima SAF para adaptarse a la sección transversal del conducto y 2) la irrigación continua. La irrigación efectuada por el sistema SAF es diferente a la irrigación convencional con jeringa y aguja usada en el grupo ProTaper. Es por esta razón que Siqueira y cols., denominaron a la lima SAF sistema de limpieza-conformación-irrigación, porque es, sin duda, una unidad de preparación biomecánica.

Los recientes resultados indican que, en suma, a su recientemente reportada eficiencia para remover dentina circunferencialmente de todas las paredes del conducto, como se demostró en estudios con micro-CT, el sistema SAF también ha mejorado el debridamiento y la eficacia en la limpieza de conductos ovales.

De Melo Ribeiro M.V. y cols., (2012) diseñaron un estudio para evaluar la eficacia en el debridamiento de tejido del protocolo del sistema self-adjusting file (SAF) en el tercio apical de conductos ovales de incisivos mandibulares comparándolo con un sistema rotatorio de níquel-titanio. En la figura LIII se muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.







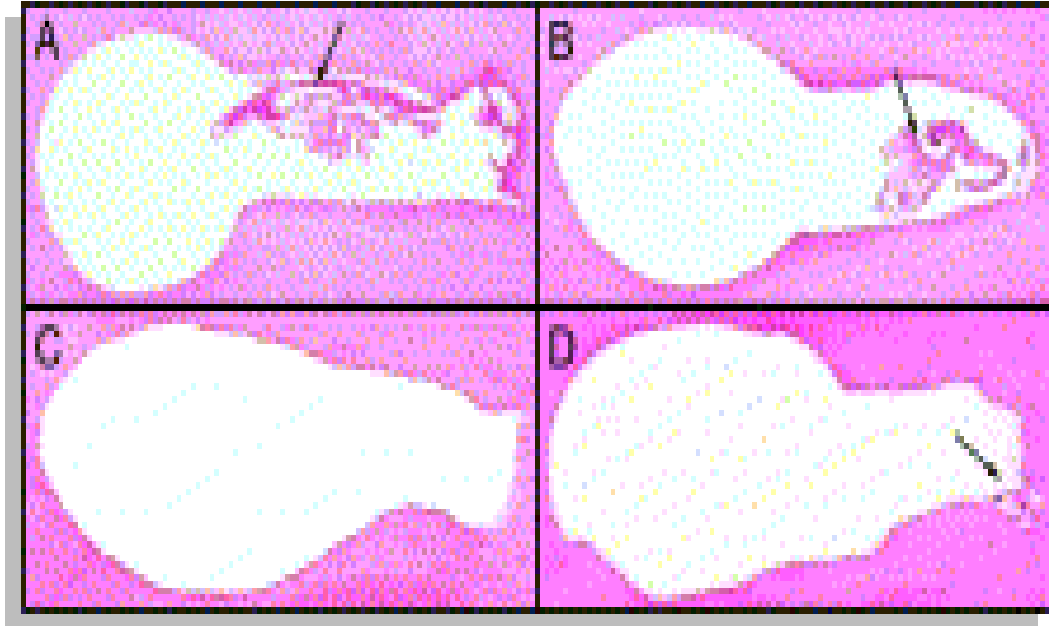
**Figura LIII.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Comparison of the Cleaning Efficacy of Self-Adjusting File and Rotary Systems in the Apical Third of Oval-shaped Canals (De Melo Ribeiro, 2012).

Todos los grupos experimentales revelaron significativamente menos debris y paredes del conducto no instrumentadas que en los grupos de control negativo y positivo ( $P < 0.05$ ). el porcentaje de debris remanente y perímetro del conducto no instrumentado fue significativamente menor en el grupo SAF ( $2.18 \pm 2.71$  y  $12.33 \pm 7.85$  respectivamente) que en el grupo rotatorio ( $13.11 \pm 12.98$  y  $53.54 \pm 15.95$ , respectivamente) ( $P < 0.05$ ). En el grupo SAF la mayoría de las muestras estuvieron completamente libres de debris.

Tabla de resultados

**Tabla XV.** Porcentajes de debris remanentes y perímetro del conducto no instrumentado en el tercio apical de incisivos mandibulares (De Melo Ribeiro, 2012).

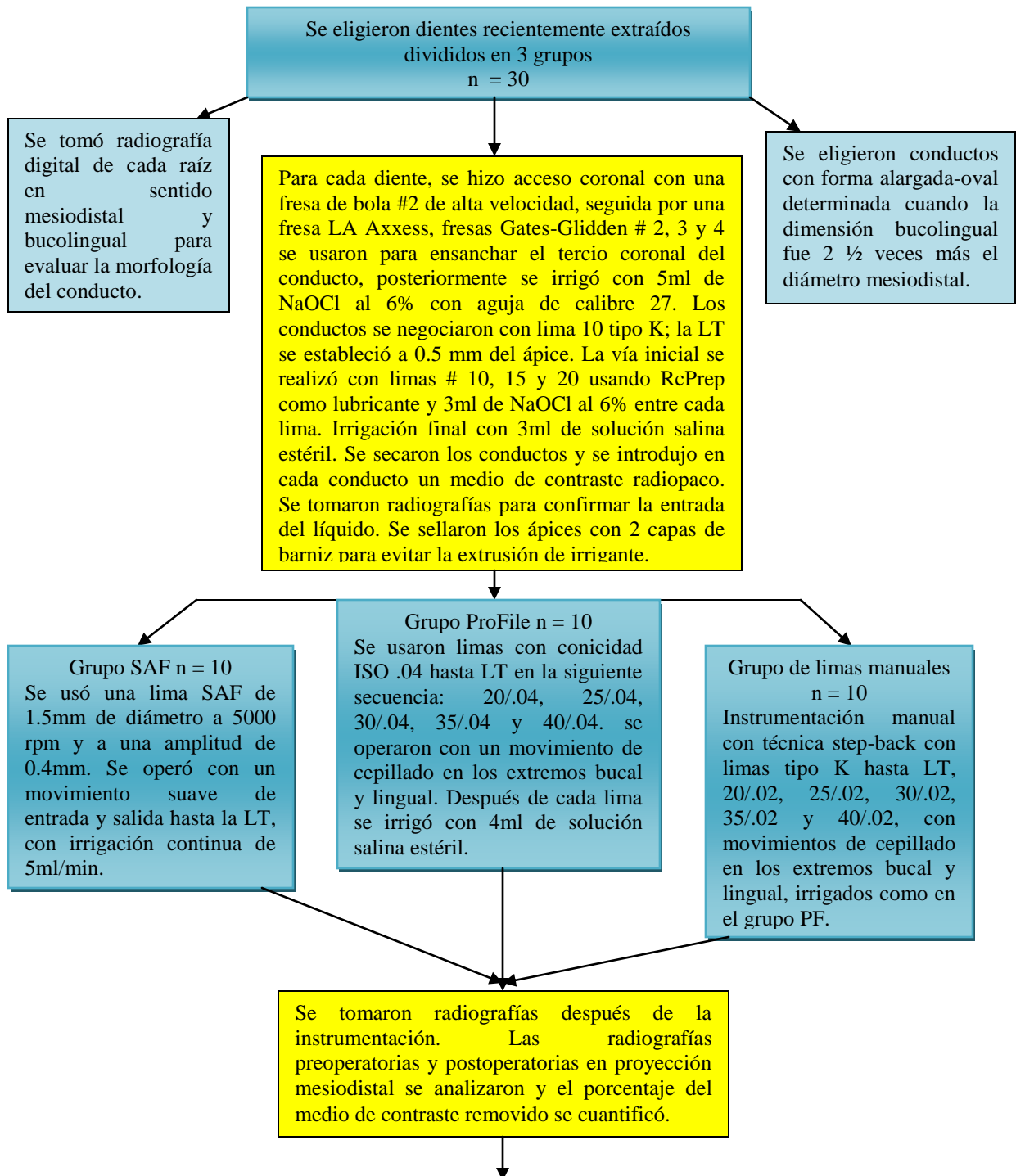
	Remaining debris	Uninstrumented canal perimeter
<b>SAF</b>	$2.18 \pm 2.71$	$12.33 \pm 7.85$
<b>Rotary</b>	$13.11 \pm 12.98$	$53.54 \pm 15.95$
<b>P value</b>	<.05	<.05



**Figura LIV.** Fotomicrografías representativas de conductos ovales preparados con sistema rotatorio y SAF (40x). A y B conductos preparados con sistema rotatorio donde se observan restos de tejido en el extremo lingual. C y D conductos preparados con SAF libres de debris y mínima cantidad de residuos en el extremo lingual (flecha) (De Melo Ribeiro, 2012).

Los resultados de este estudio revelaron que la preparación de conductos ovales en incisivos mandibulares con SAF mostraron menor porcentaje de debris y paredes del conducto no preparadas que con la técnica rotatoria en el tercio apical. Estos resultados pueden explicarse por la habilidad del instrumento para adaptarse por sí solo a la sección transversal del conducto y la eficacia mecánica de su sistema de irrigación continua. Con las limitantes de este estudio ex vivo, se puede concluir que en el tercio apical de los incisivos mandibulares, la lima SAF tuvo significativamente mayor contacto con las paredes dentinarias y removió más debris que con instrumentación rotatoria.

Ruckman J.E. y cols., (2013) realizaron un estudio con el propósito de comparar la habilidad de debridamiento del instrumento SAF en conductos alargados-ovales con un sistema rotatorio de NiTi y técnica manual de limado. En la figura LV se muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



## Análisis estadístico

La distribución normal de datos se confirmó con tests Kolmogorov-Smirnov. Tests de análisis de varianza de una-vía y Tukey post-hoc se usaron para comparar los porcentajes del medio de contraste removido. Tests *t* impares. El nivel de significancia se estableció a  $P > 0.05$

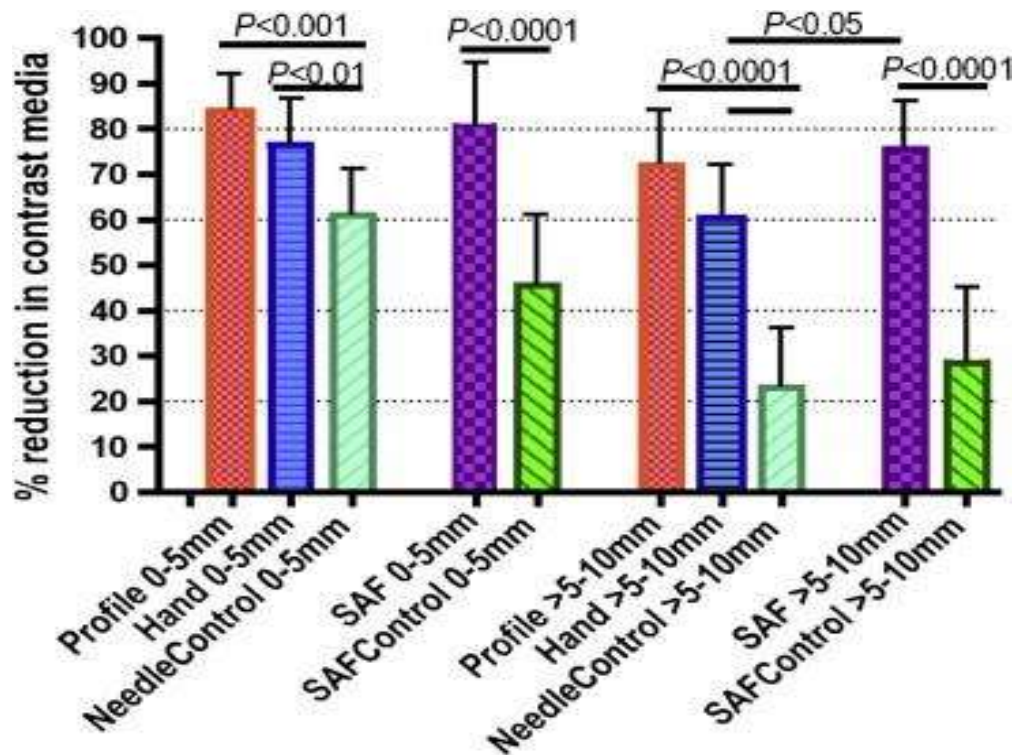
**Figura LV.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Comparison of the Self-Adjusting File with Rotary and Hand Instrumentation in Long-oval-shaped Root Canals (Ruckman, 2013).

Los resultados de este estudio mostraron que en el segmento de 0 a 5 mm, SAF, PF y HF removieron  $80.6\% \pm 14.1\%$ ,  $84.2\% \pm 7.7\%$  y  $76.5\% \pm 10.2\%$  del medio de contraste, respectivamente ( $P > 0.05$ ). En el segmento  $>5$  a 10 mm, SAF, PF y HF removieron  $75.5\% \pm 10.8\%$ ,  $72.3\% \pm 12.0\%$  y  $60.9\% \pm 11.3\%$  del medio de contraste respectivamente. SAF removió significativamente más medio de contraste que HF en este segmento ( $P < 0.05$ ). Se removió significativamente mayor medio de contraste con el uso combinado de instrumentación e irrigación comparado con sólo irrigación ( $P < 0.01$ )

## Tablas de resultados

**Tabla XVI.** Porcentaje del medio de contraste removido de conductos alargados-ovales (Ruckman, 2013).

Canal	Instrumentation with irrigation*†			Irrigation alone controls†	
	ProFile rotary	Hand filing	SAF	Needle	SAF irrigation
0-5 mm	$84.2 \pm 7.7$	$76.5 \pm 10.2$	$80.6 \pm 14.1$	$60.9 \pm 10.2$	$45.9 \pm 15.1$
>5-10 mm	$72.3 \pm 12.0$	$60.9 \pm 11.3^*$	$75.5 \pm 10.8^*$	$23.4 \pm 12.6$	$28.8 \pm 16.2$

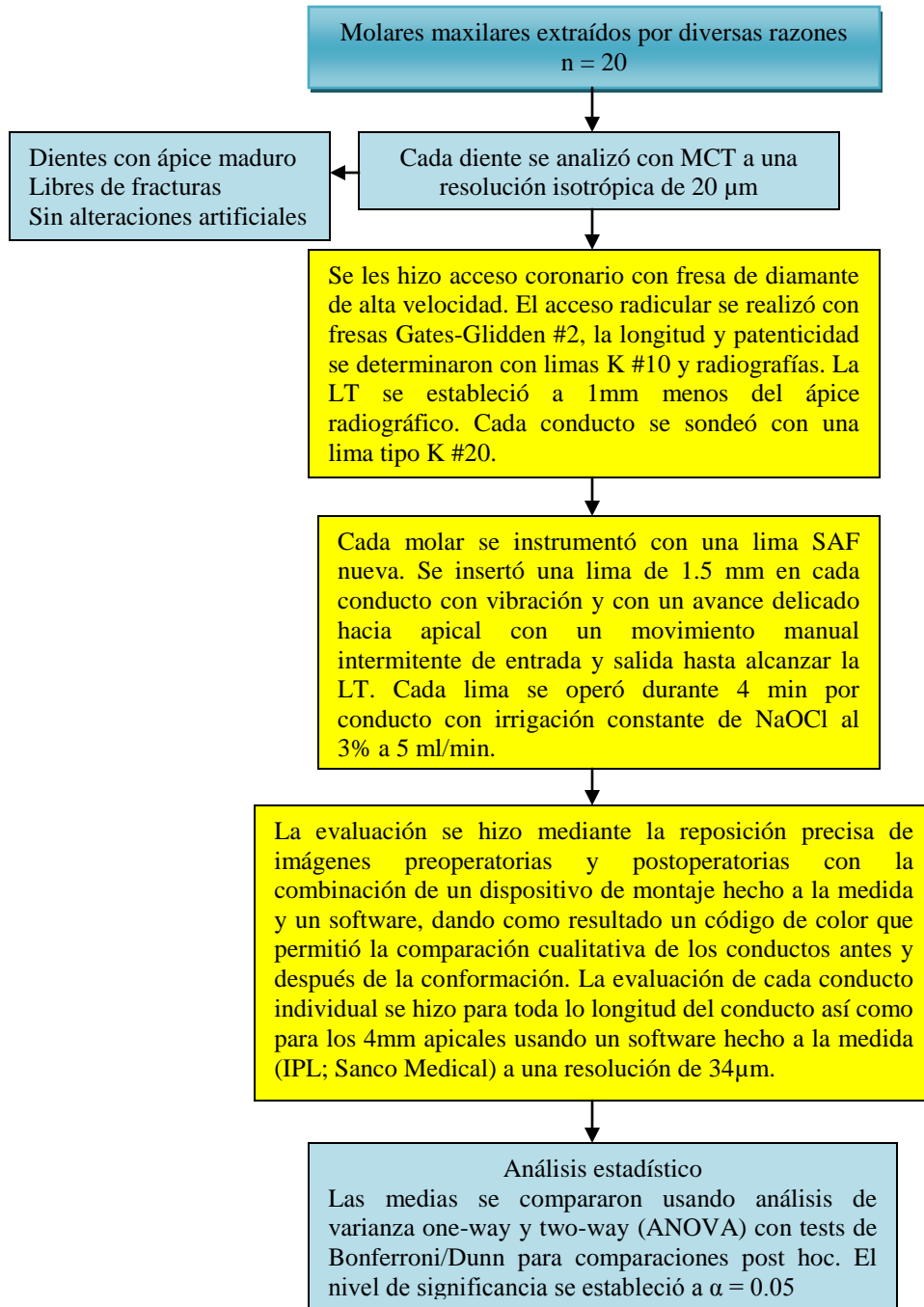


**Figura LVI.** Comparación de SAF con PF y HF en la remoción de medio de contraste de conductos radiculares alargados-ovales (Ruckman, 2013).

En el presente estudio, no hubo diferencia entre la instrumentación con SAF, PF y HF en el debridamiento de los 5 mm apicales en conductos con forma alargada-oval. Esto sugiere que la instrumentación con estos sistemas en los 5 mm apicales de este tipo de conductos a modo de pinceladas en los extremos bucal y lingual puede ser efectiva.

Estudios previos han evaluado las propiedades mecánicas de SAF, su habilidad en la preparación y en la desinfección del sistema de conductos cuando se usa el sistema de irrigación VATEA. En concordancia con el presente estudio, Versiani y cols., que no existe diferencia significativa entre SAF e instrumentación rotatoria en la limpieza del tercio apical. Esta diferencia se atribuye a la redondez de la anatomía apical en los incisivos inferiores. En el presente estudio las limas rotatorias diámetro 40/04 y manuales 40/02 se compararon con SAF, la cual ha mostrado ser equivalente a un diámetro 40/02.

Peters O.A. y cols., (2011) realizaron un estudio para describir las propiedades en la conformación de conductos del sistema SAF en molares maxilares. La figura LVII representa la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



**Figura LVII.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Root Canal Preparation of Maxillary Molars With the Self-adjusting File: A Micro-computed Tomography Study (Peters, 2011).

Los resultados del estudio mostraron que la media del volumen de los conductos de molares maxilares preoperatoriamente tuvo un rango de 1.50 - 4.30 mm<sup>3</sup>. La modificación del juego de datos a una resolución de 34µm resultó en un promedio de 0.07 ± 0.04 mm<sup>3</sup> de menores volúmenes. La media inicial del volúmen del conducto en los 4mm apicales fue de 0.69, 0.31 y 0.91 mm<sup>3</sup> en los conductos MB, DB y P respectivamente ( $P < 0.01$ ). Las secciones transversales de los conductos fueron más redondas en los conductos DB y P que en los conductos MB ( $P < 0.01$ ).

La media de la remoción de dentina en conductos preparados con una lima SAF durante 4 min tuvo un rango de 2.00 - 2.87mm<sup>3</sup>, esto significó cambios significativos de volúmen comparados con los datos preoperatorios ( $P < 0.01$ ). Las diferencias en el incremento de volúmen fueron pequeñas pero significativas cuando se compararon los 3 tipos de conductos estudiados.

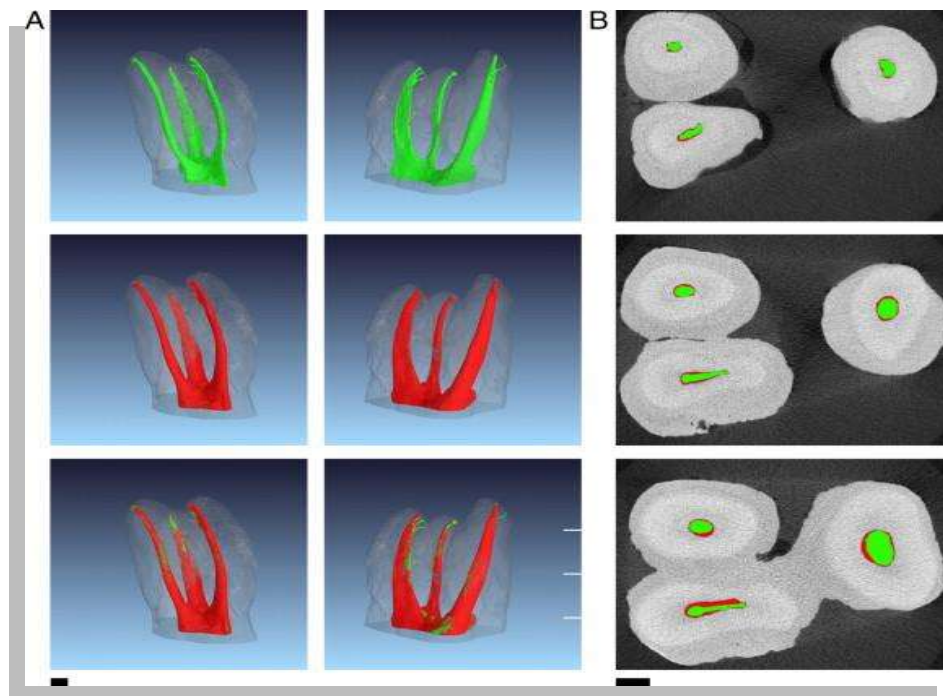
Las áreas del conducto no tratadas mecánicamente fueron de 25.8% ± 12.4%, 22.1% ± 12.0% y 25.2% ± 11.3% para los conductos MB, DB y P respectivamente; las áreas no tratadas no fueron estadísticamente diferentes en los 3 tipos de conducto ( $P > 0.05$ ). En los 4mm apicales las áreas del conducto no instrumentadas variaron de 28.8% en conductos DB a 47.4% en conductos P. Cuando los modelos se reformatearon a 34 µm de resolución, las áreas no instrumentadas en general fueron de 38.5%.

La media de la transportación del conducto tuvo un rango de 31 – 149 µm y fue mayor en el tercio coronal que en los tercios apical y medio ( $P < 0.01$ ). La transportación fue menor en el conducto Palatino. Hubo diferencias significativas con respecto a la transportación entre los tipos de conductos a nivel de los tercios medio y apical. No se registraron diferencias cuando las áreas y la transportación se recalcularon a 34 µm comparado con 20 µm.

Tablas de resultados

**Tabla XVII.** Datos morfométricos (media  $\pm$  desviación estándar, n=20) y los cambios en conductos radiculares de molares maxilares y cambios después de la preparación con SAF (Peters. 2011).

	Mesiobuccal	Distobuccal	Palatal
Volume (mm <sup>3</sup> )	2.88 $\pm$ 1.32 <sup>ab</sup>	1.50 $\pm$ 0.99 <sup>ac</sup>	4.30 $\pm$ 1.89 <sup>bc</sup>
$\Delta$ Volume (mm <sup>3</sup> )	2.87 $\pm$ 1.14 <sup>de</sup>	2.00 $\pm$ 0.53 <sup>d</sup>	2.20 $\pm$ 0.71 <sup>e</sup>
Area (mm <sup>2</sup> )	25.54 $\pm$ 8.42 <sup>f</sup>	13.26 $\pm$ 4.77 <sup>fg</sup>	23.30 $\pm$ 5.20 <sup>g</sup>
$\Delta$ Area (mm <sup>2</sup> )	4.89 $\pm$ 1.82 <sup>h</sup>	7.13 $\pm$ 2.41 <sup>hi</sup>	5.31 $\pm$ 2.00 <sup>i</sup>
SMI (units)	2.11 $\pm$ 0.47 <sup>jk</sup>	3.14 $\pm$ 0.23 <sup>j</sup>	3.29 $\pm$ 0.18 <sup>k</sup>
$\Delta$ SMI (units)	0.85 $\pm$ 0.31 <sup>lm</sup>	0.19 $\pm$ 0.18 <sup>l</sup>	0.11 $\pm$ 0.11 <sup>m</sup>



**Figura LVIII.** Imagen de molar maxilar con MCT. En las columnas A se observan de arriba abajo imágenes preoperatorias y sobrepuestas en proyecciones clínicas y anguladas. En la columna B se observan las secciones transversales apical, media y coronal mostrando la cantidad de dentina removida en la periferia. Las áreas verdes y rojas son preoperatorias y postoperatorias respectivamente (Peters, 2011).



**Tabla XVIII.** Area de la superficie del conducto (%) no afectada por la preparación con SAF (media  $\pm$  desviación estándar, n=20) en conductos de molares maxilares (Peters, 2011).

	Mesiobuccal	Distobuccal	Palatal
<b>Unprepared area (20-<math>\mu</math>m resolution)</b>	25.8 $\pm$ 12.4	22.1 $\pm$ 12.0	25.2 $\pm$ 11.3
<b>Unprepared area (34-<math>\mu</math>m resolution)</b>	37.8 $\pm$ 13.0	35.6 $\pm$ 13.6	42.1 $\pm$ 12.3

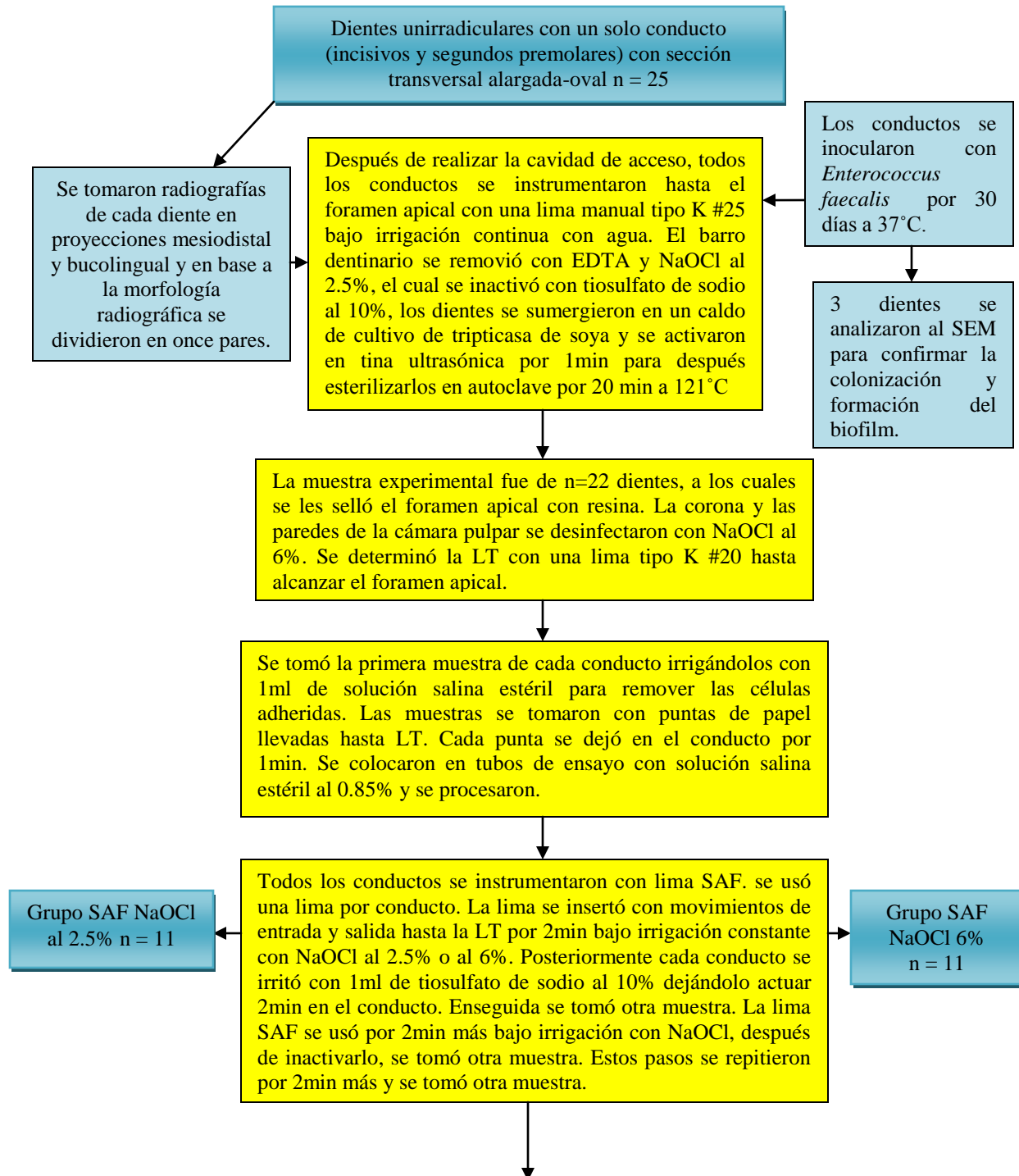
**Tabla XIX.** Media ( $\pm$  desviación estándar, n=20), transportación del conducto (mm) y rango determinados en los tercios coronal, medio y apical después de la preparación con SAF (Peters, 2011).

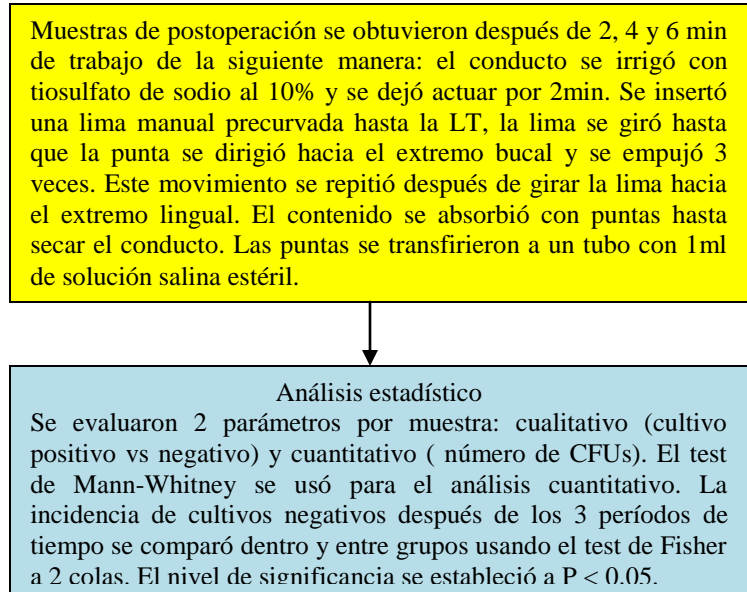
	Mesiobuccal	Distobuccal	Palatal
<b>Coronal 1/3</b>	113 $\pm$ 37 (60–189) <sup>ab</sup>	149 $\pm$ 58 (63–295) <sup>bc</sup>	65 $\pm$ 24 (31–113) <sup>ac</sup>
<b>Middle 1/3</b>	59 $\pm$ 27 (20–138) <sup>de</sup>	89 $\pm$ 45 (29–174) <sup>ef</sup>	31 $\pm$ 15 (10–62) <sup>df</sup>
<b>Apical 1/3</b>	78 $\pm$ 30 (33–146) <sup>g</sup>	81 $\pm$ 34 (22–18) <sup>h</sup>	47 $\pm$ 21 (22–92) <sup>gh</sup>

En estudios previos que utilizaron el mismo modelo experimental mostraron scores de transportación en general de 123.7, 89.8, y 97.7  $\mu$ m en los tercios coronal, medio y apical, respectivamente, después de la preparación con instrumentos rotatorios de NiTi o limas K. Estos scores también se encontraron en conductos MB, DB y P instrumentados con ProTaper y FlexMaster, indicando amplia transportación con instrumentos rotatorios que con SAF en molares mandibulares.

En conclusión, el uso de instrumentos SAF *in vitro*, los conductos de molares maxilares fueron preparados de forma homogénea con mínima transportación del conducto u otros errores de procedimiento.

Alves F. y cols., (2011) realizaron un estudio para evaluar los efectos antibacteriales de SAF en base al tiempo usada con dos concentraciones de hipoclorito de sodio. La figura LIX representa la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.





**Figura LIX.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Time-dependent Antibacterial Effects of the Self-Adjusting File Used with Two Sodium Hypochlorite Concentrations (Alves, 2011).

Los resultados de este estudio demostraron que el análisis intragrupo cuantitativo de la lima SAF operada a 2, 4 y 6 minutos dio lugar a una reducción bacteriana significativa ( $P < 0.001$ ) independientemente de la concentración de NaOCl usada. En el grupo de NaOCl al 2.5% no se observó diferencia significativa cuando se compararon 2 y 4 minutos ( $P = 0.65$ ), 2 con 6 minutos ( $P = 0.11$ ) y 4 con 6 minutos ( $P = 0.22$ ). Lo mismo se observó en el grupo de NaOCl al 6%: 2 contra 4 minutos ( $P = 0.56$ ), 2 contra 6 minutos ( $P = 0.33$ ) y 4 contra 6 minutos ( $P = 0.75$ ).

Un análisis intergrupo más a fondo mostró que no hubo diferencia significativa con el uso de NaOCl al 2.5% o al 6% por 2 min ( $P = 0.27$ ), 4 minutos ( $P = 0.24$ ) y 6 minutos ( $P = 0.8$ ).

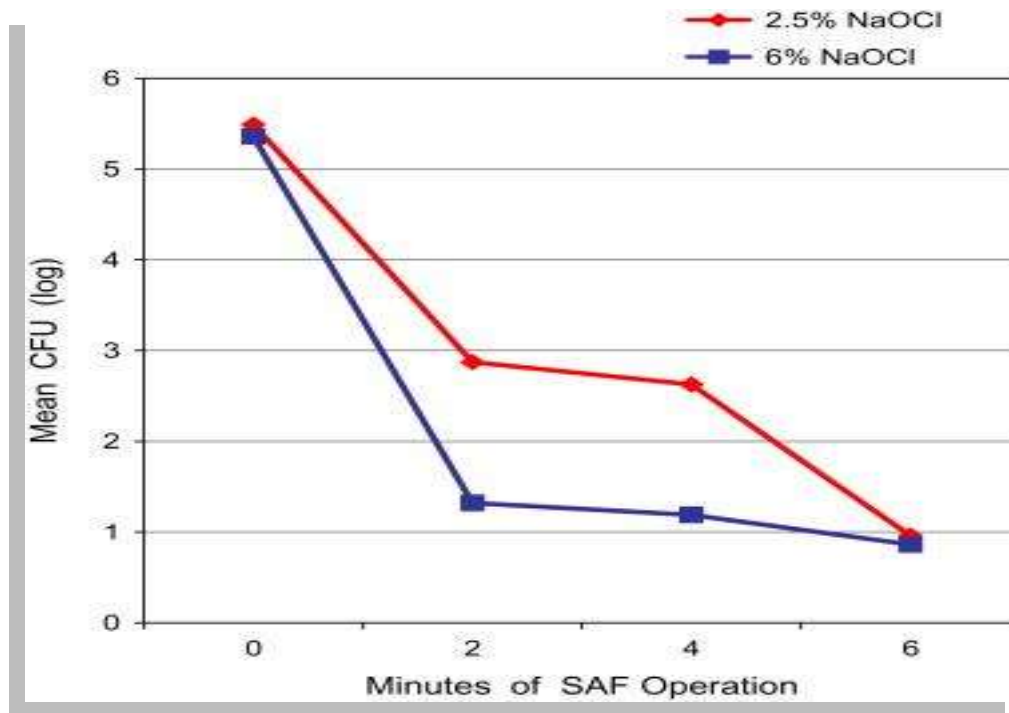
El análisis cualitativo involucró la frecuencia de cultivos positivos-negativos después de 2, 4 y 6 minutos. En el grupo de NaOCl al 2.5%, 6 de 11 conductos aún tuvieron bacterias detectables después de 2 minutos, disminuyendo a 5 después de 4 minutos y a 1 después de 6 minutos.

Los hallazgos en general revelaron que el uso de SAF por 6 minutos redujo significativamente el conteo bacteriano y la incidencia de cultivos positivos al compararlo con 2 minutos de trabajo.

Tablas de resultados

**Tabla XX.** Conteo de CFUs de *E. faecalis* antes y después de los procedimientos químico-mecánicos usando SAF y dos concentraciones de NaOCl por 2, 4 y 6 minutos (Alves, 2011).

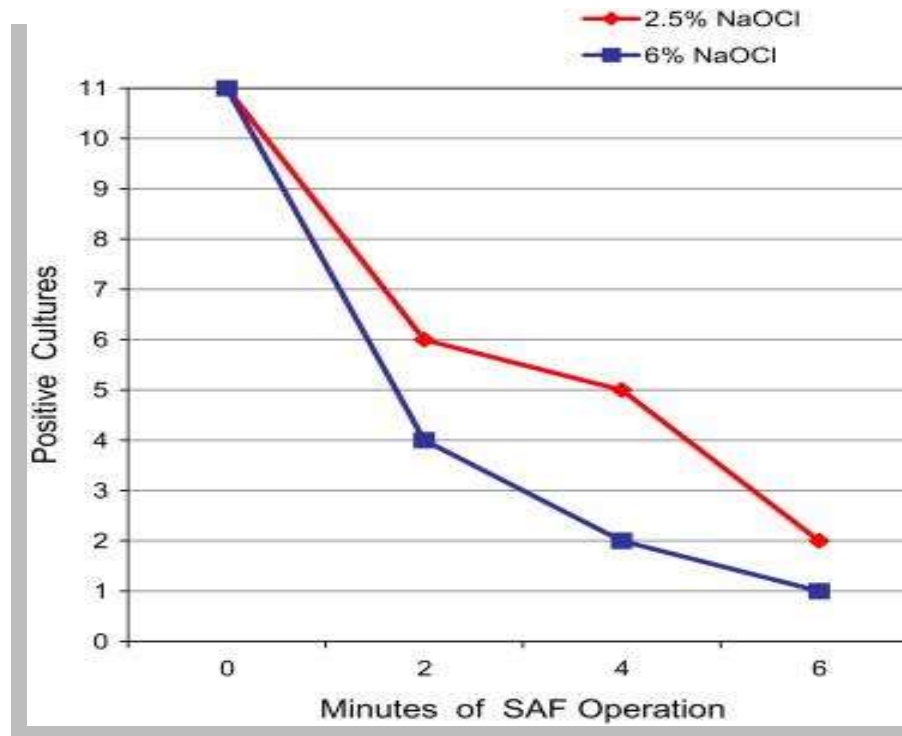
Groups	Baseline			2 min			4 min			6 minutes		
	Mean	Median	Range	Mean	Median	Range	Mean	Median	Range	Mean	Median	Range
SAF/2.5% NaOCl	3.08 × 10 <sup>5</sup>	2.20 × 10 <sup>5</sup>	1.60 × 10 <sup>3</sup> –9.60 × 10 <sup>6</sup>	7.44 × 10 <sup>2</sup>	2.00 × 10 <sup>1</sup>	0–3.60 × 10 <sup>3</sup>	4.22 × 10 <sup>2</sup>	0	0–3.60 × 10 <sup>3</sup>	9.09 × 10 <sup>0</sup>	0	0–6.00 × 10 <sup>1</sup>
SAF/6% NaOCl	2.28 × 10 <sup>5</sup>	8.00 × 10 <sup>4</sup>	1.98 × 10 <sup>4</sup> –8.20 × 10 <sup>5</sup>	2.09 × 10 <sup>2</sup>	0	0–1.30 × 10 <sup>2</sup>	1.55 × 10 <sup>1</sup>	0	0–1.40 × 10 <sup>2</sup>	7.27 × 10 <sup>0</sup>	0	0–8.00 × 10 <sup>1</sup>



**Figura LX.** Esquema que muestra la reducción gráfica de las CFUs intraconducto después de la preparación químico-mecánica con SAF por 2, 4 y 6 min usando dos concentraciones de NaOCl (Alves, 2011).

**Tabla XXI.** Incidencia de cultivos positivos después de la preparación químico-mecánica usando SAF y dos concentraciones de NaOCl por 2, 4 y 6 minutos (Alves, 2011).

Groups	2 min	4 min	6 min
SAF/2.5% NaOCl	6/11 (54.5)*	5/11 (45.5)	2/11 (18)
SAF/6% NaOCl	4/11 (36)	2/11 (18)	1/11 (9)

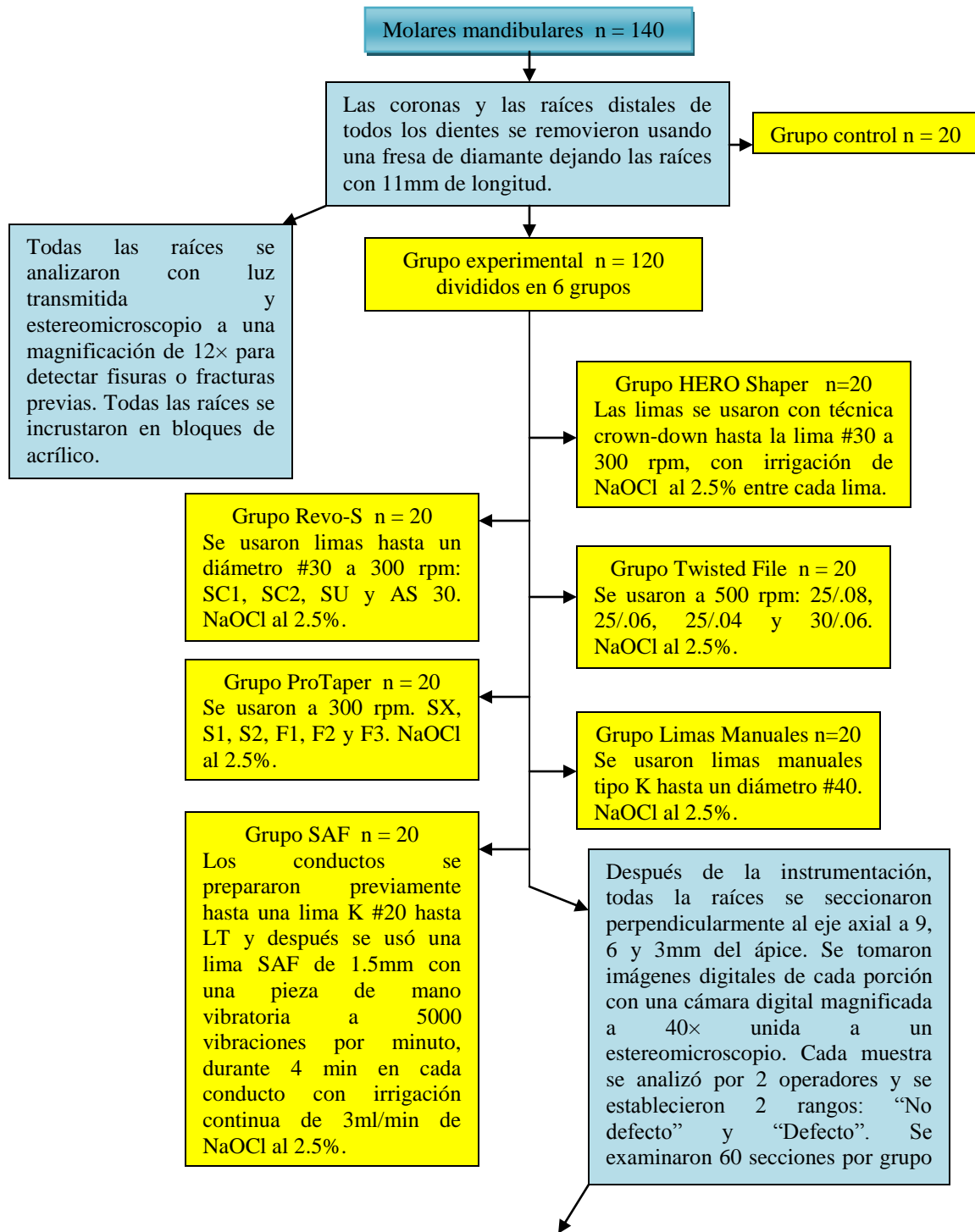


**Figura LXI.** Gráfica que muestra la incidencia de cultivos positivos después de la preparación químico-mecánica con SAF por 2, 4 y 6 minutos usando dos concentraciones de NaOCl (Alves, 2011).

Los resultados del presente estudio in vitro abren las perspectivas para el uso del sistema SAF por 6 minutos para reducir las poblaciones bacterianas intraconducto. El

tiempo que el NaOCl permanece en el conducto incrementa las posibilidades de que este, alcance bacterias localizadas en las irregularidades. En conclusión, los resultados revelaron, que el sistema SAF de limpieza-conformación-irrigación promovió una reducción significativa en las poblaciones bacterianas aún después de 2 min independientemente de la concentración de NaOCl. Este sistema respalda la opción de tratamientos en una sola sesión.

Yoldas O. y cols., (2012) realizaron un estudio para comparar la formación de microfracturas con el uso de limas manuales, 4 marcas de limas rotatorias de Níquel-Titanio y self-adjusting file. La figura LXII muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.

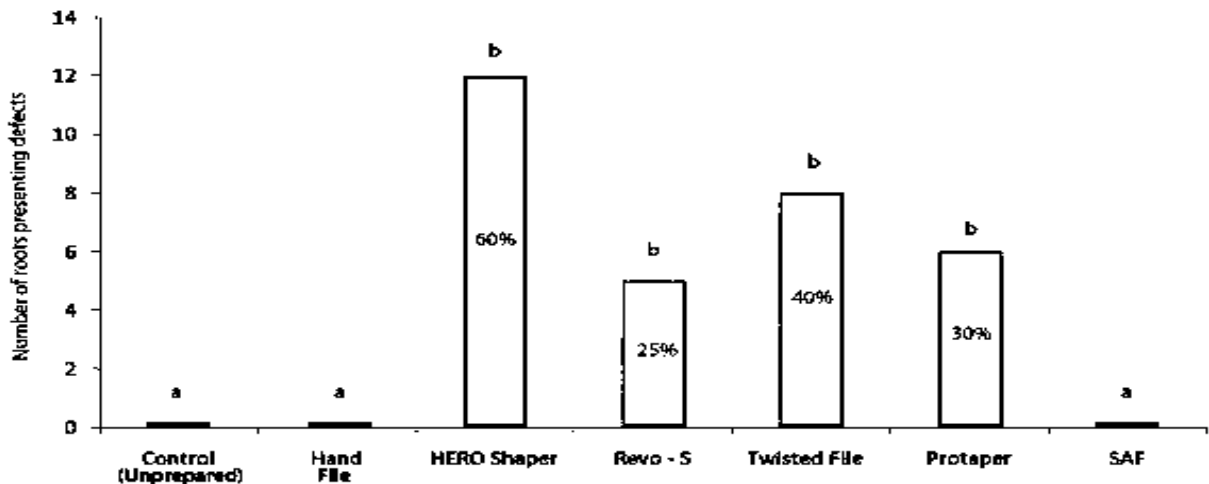


**Análisis estadístico**  
 Se usaron tests de chi-cuadrada y de Fisher para el análisis estadístico de las diferencias entre grupos. Corrección de Bonferroni se usó para comparaciones múltiples. El nivel de significancia se estableció a  $\alpha = 0.017$ .

**Figura LXII.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Dentinal Microcrack formation during Root Canal Preparations by Different NiTi Rotary Instruments and the Self-Adjusting File (Yoldas, 2012).

Los resultados demostraron que el grupo control con conductos no instrumentados, el grupo HF y el grupo SAF no presentaron defectos. Los defectos se encontraron en todos los grupos de limas rotatorias. Sólo un único caso de fractura total se observó en el grupo ProTaper. Hubo diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de limas rotatorias y el grupo control, de limas manuales y SAF, los cuales no presentaron defectos ( $P < 0.0001$ ).

El grupo RS tuvo el menor número de defectos (5/20 raíces); PT (6/20); TF (8/20) y HS tuvo la incidencia más alta de defectos (12/20). Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre estos 4 grupos ( $P > 0.005$ ).



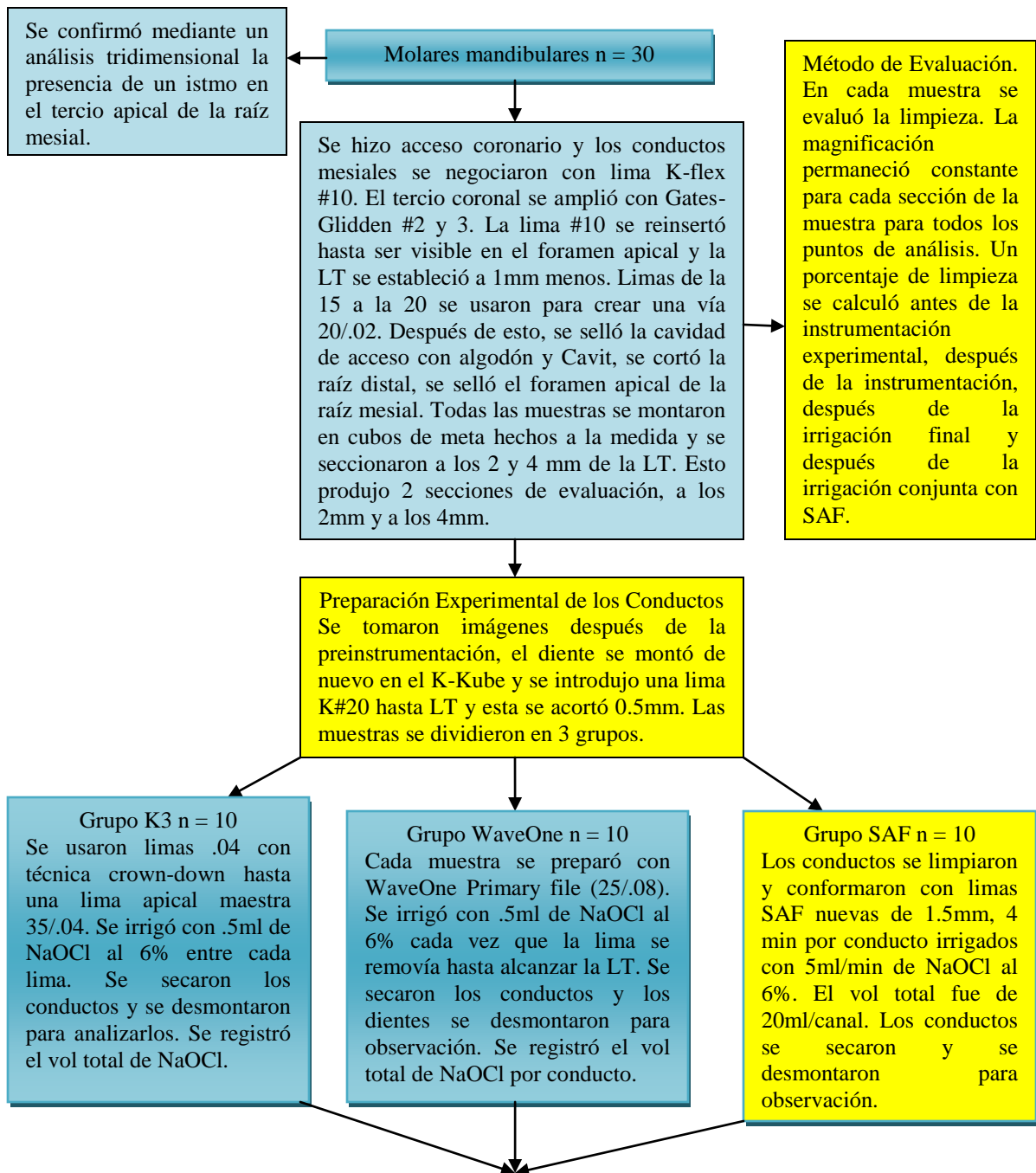
**Figura LXIII.** Porcentaje y número de raíces que presentaron defectos después de la preparación con distintos instrumentos. Los grupos con la misma letra no presentaron diferencia estadística entre ellos (Yoldas, 2012).

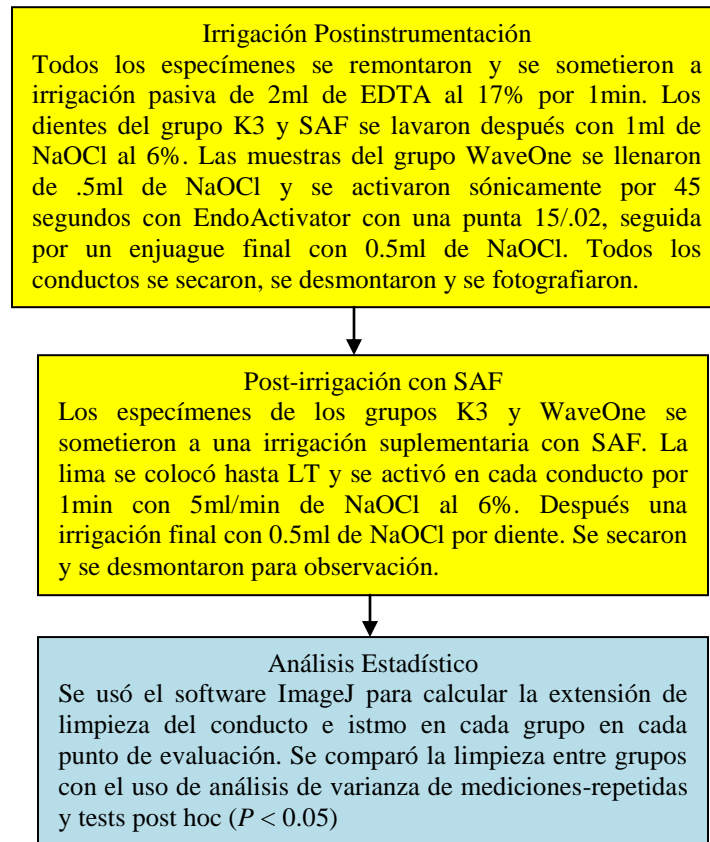


Cuando se usan instrumentos rotatorios, se aplica una fuerza rotacional a las paredes del conducto. Esto puede crear microfracturas o fisuras en la dentina radicular. SAF es una lima de NiTi pero no un instrumento rotatorio. Esta trabaja con un movimiento de retroceso y avance que remueve dentina de las paredes. Bier y cols., sugirieron que las fracturas no ocurren inmediatamente después de la preparación. Sin embargo, se forman fisuras en un 4% a 16%, las cuales pueden terminar en fracturas durante retratamiento o bruxismo. A este respecto, la instrumentación con rotatorios, y cualquier procedimiento adicional en endodoncia como obturación y retratamiento con rotatorios puede crear fracturas o fisuras. En el presente estudio todos los instrumentos NiTi probados tuvieron en común una sección transversal triangular. La similitud de resultados en los 4 grupos puede atribuirse a la geometría similar de la sección transversal de estos instrumentos.

Podemos concluir que los instrumentos NiTi tienden a inducir daños dentinarios en varios grados durante la instrumentación. Por otro lado, la lima SAF y la instrumentación manual representan resultados satisfactorios sin microfracturas presentes.

Dietrich M. A. y cols., (2012) realizaron un estudio para comparar la efectividad en la remoción de debris entre los sistemas SAF, WaveOne y K3 en las raíces mesiales de molares mandibulares. Adicionalmente se estudió la habilidad de la lima SAF para trabajar como un complemento potencial de irrigación después de la instrumentación con otros sistemas. La figura LXIV representa la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.





**Figura LXIV.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: In Vitro Canal and Isthmus Debris Removal of the Self-Adjusting File, K3 and WaveOne Files in the Mesial Root of Human Mandibular Molars (Dietrich, 2012).

Los resultados del estudio determinaron el promedio del volumen de NaOCl usado durante la instrumentación e irrigación final por conductos fue: grupo K3, 3.5 ml; grupo WaveOne, 2.5 ml; y grupo SAF, 21 ml. No se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los niveles de 2-mm y 4-mm para los conductos e istmos después de la irrigación postinstrumentación. No hubo diferencia en la limpieza del conducto entre los 3 sistemas de limas; sin embargo, SAF y K3 se mostraron significativamente mejores que WaveOne con respecto a la limpieza del istmo ( $P < 0.012$ ). Sólo se reportaron diferencias significativas en la evaluación del punto de la irrigación postinstrumentación.

Tablas de resultados

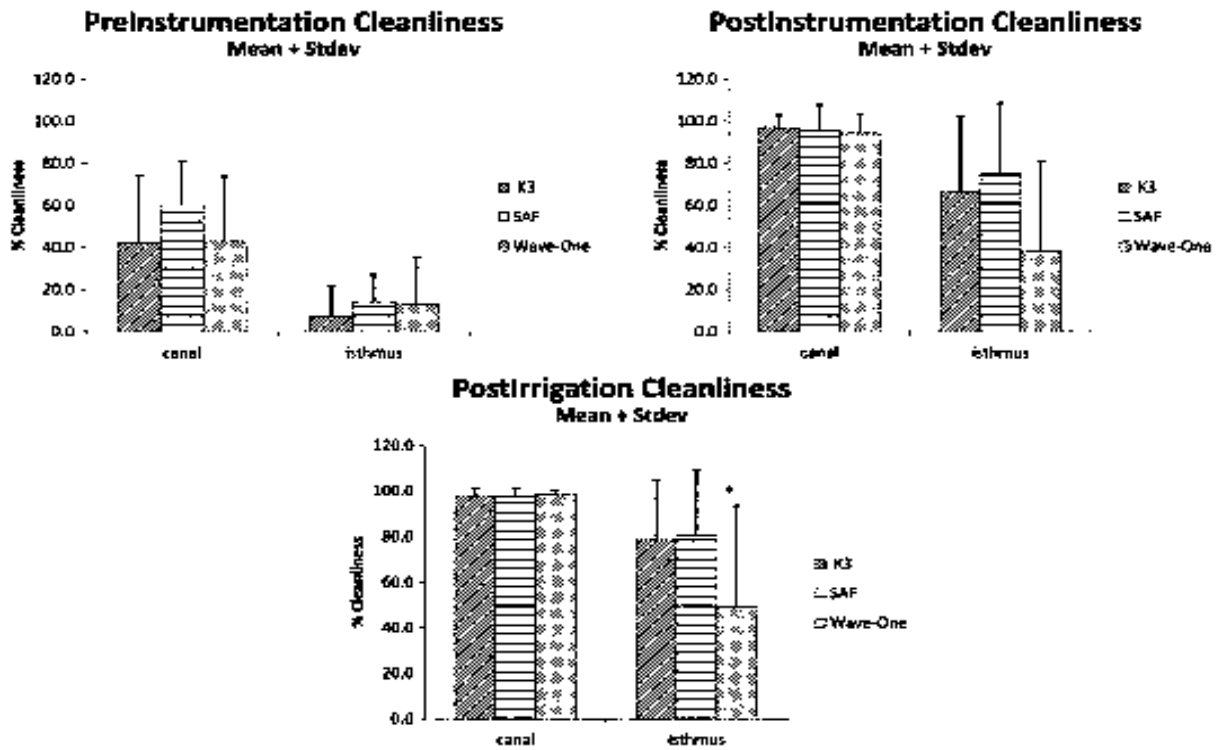


Figura LXV. Porcentaje de la limpieza de conductos e istmos. Sólo se observan diferencias en la limpieza postirrigación, porque este fue considerado el punto final de los protocolos de tratamiento de los 3 grupos (Dietrich, 2012).

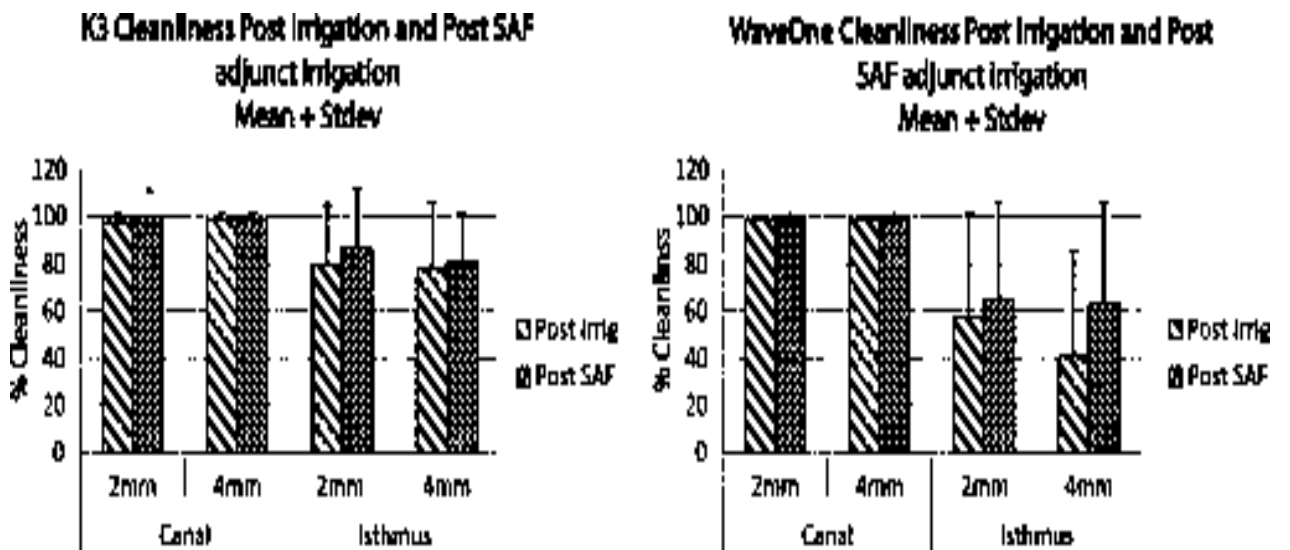
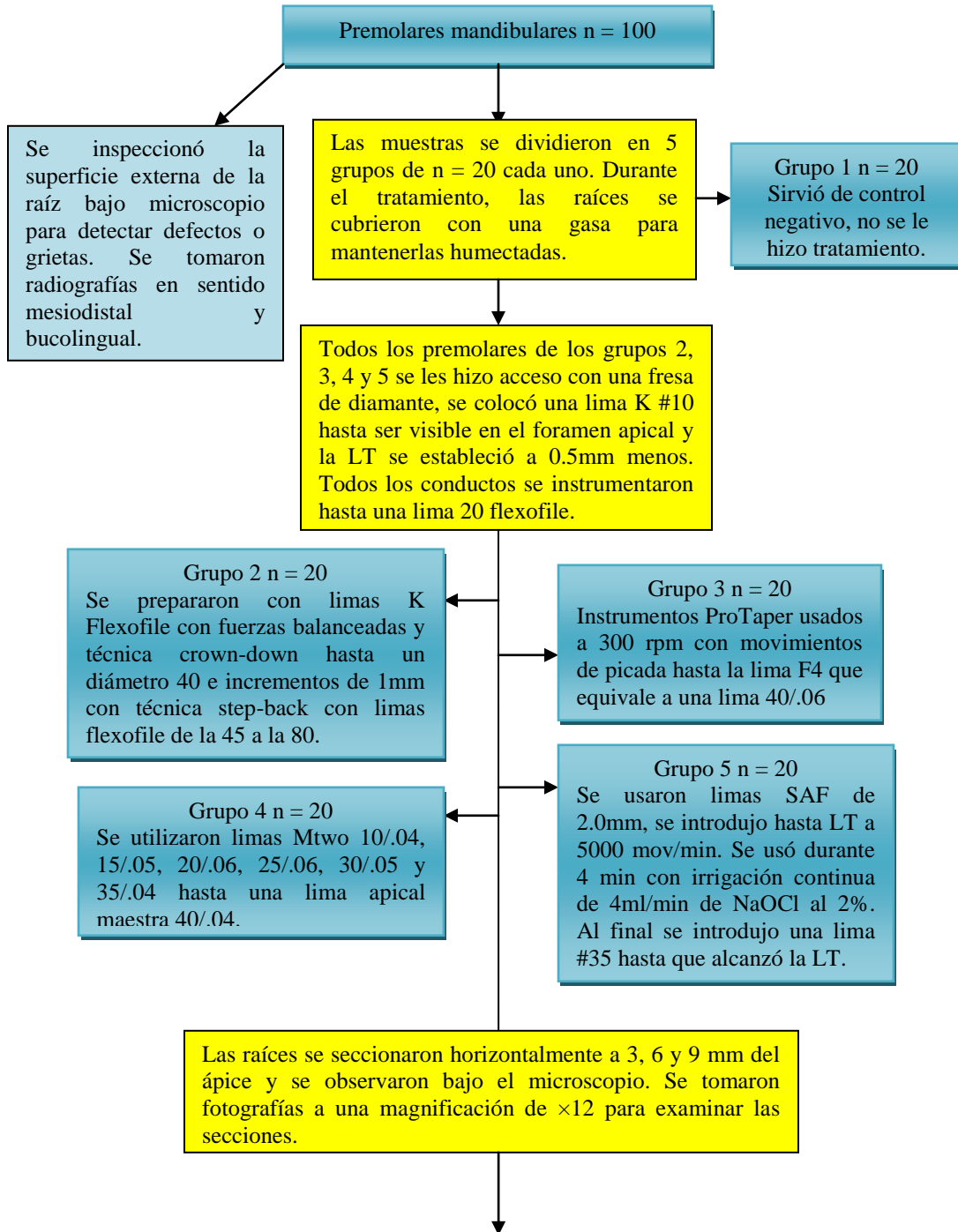
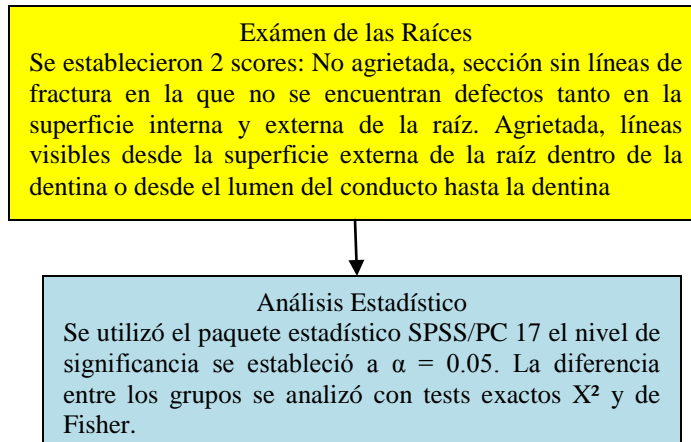


Figura LXVI. Datos de la limpieza de K3 y WaveOne de la postirrigación y postirrigación con SAF en el conducto e istmo (Dietrich, 2012).

La lima SAF en este estudio demostró no tener diferencia estadística con K3 o WaveOne en cuanto a limpieza del conducto o con K3 en la limpieza del istmo. Estos resultados difieren de aquellos estudios de Siqueira y De-Deus que mostraron a SAF superior a las limas rotatorias convencionales. El uso de SAF como un complemento de irrigación mejoró estadísticamente la limpieza en el grupo K3 al nivel de 2-mm de 97.8% a 99.5% ( $P < 0.021$ ), pero esto no tiene significancia clínica.

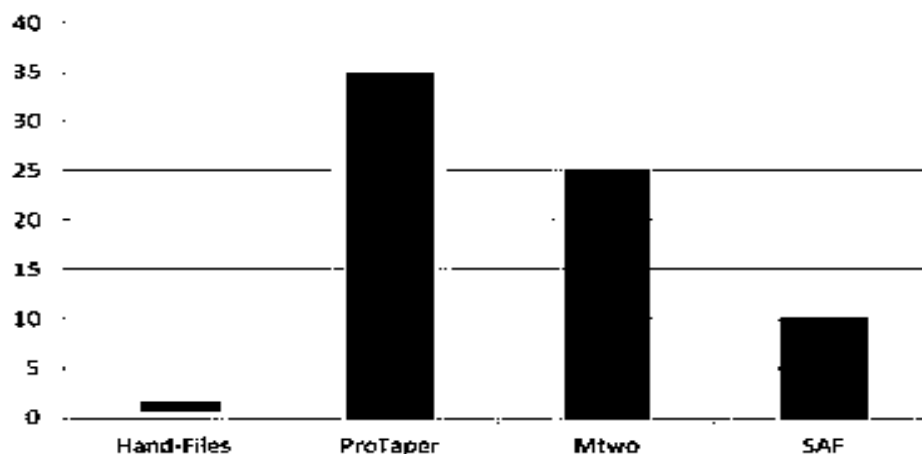
Hin E. S. y cols., ( 2012) realizaron un estudio para evaluar la incidencia de grietas en la dentina radicular después de la conformación del conducto con limas manuales, SAF, ProTaper y Mtwo. La figura LXVII representa la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.





**Figura LXVII.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Effects of Self-Adjusting File, Mtwo, and ProTaper on the Root Canal Wall (Hin, 2012).

Los resultados de este estudio demostraron que no se observaron defectos en el grupo de control negativo con conductos no instrumentados y en el grupo de limas manuales. Se observaron defectos en todos los otros grupos. Hubo diferencia estadísticamente significativa entre los 4 grupos experimentales ( $P < 0.0001$ ). Grietas completas se encontraron solamente en los grupos ProTaper y Mtwo. ProTaper ( $P = 0.004$ ) y Mtwo ( $P = 0.018$ ). SAF ( $P = 0.152$ ).



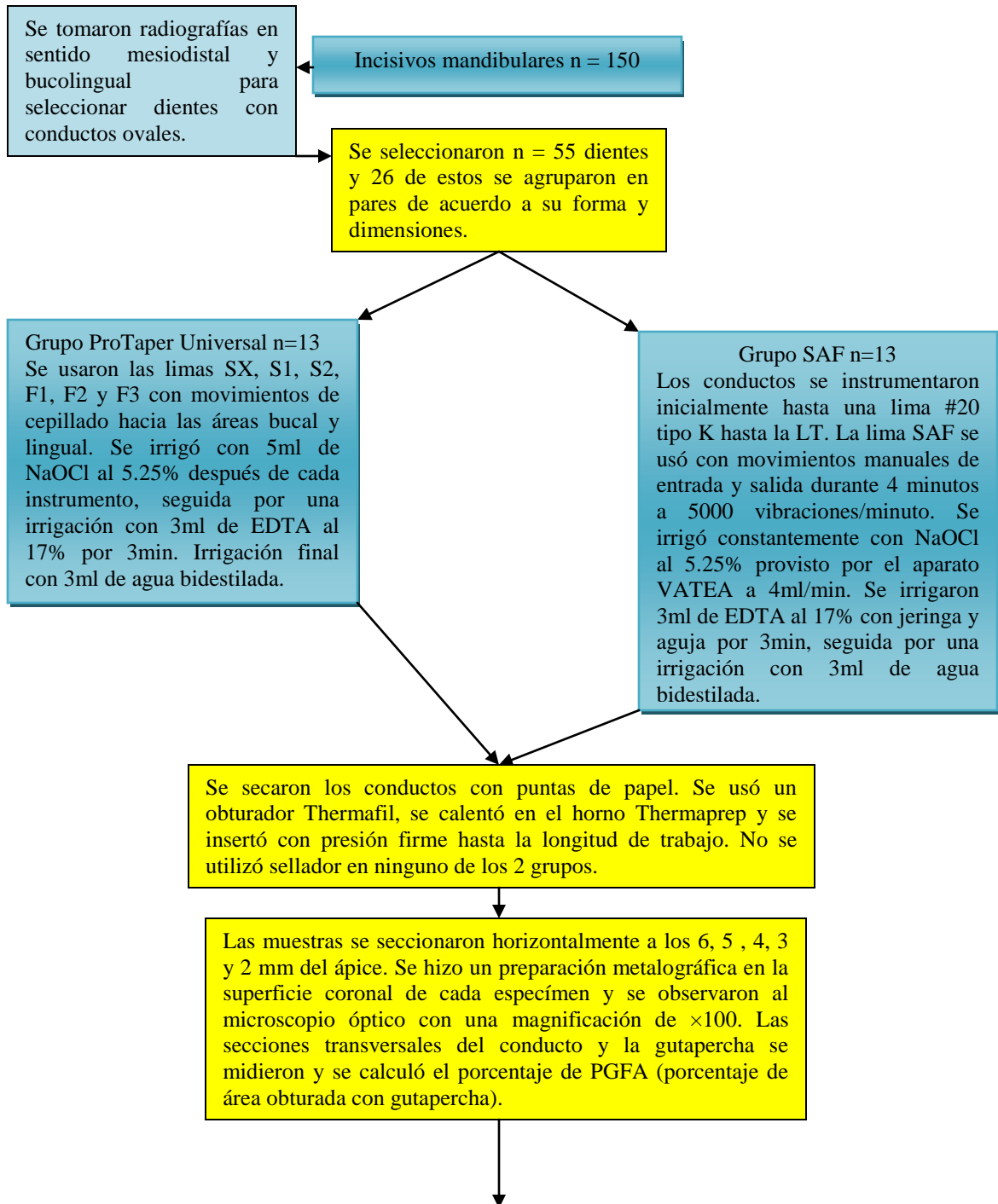
**Figura LXVIII.** Porcentaje de dientes que presentaron grietas dentinarias. ProTaper y Mtwo causaron significativamente más grietas que las limas manuales. SAF no fue estadísticamente diferente que el grupo manual (Hin, 2012).

La instrumentación con limas manuales demostró ser menos agresiva con las paredes del conducto. ProTaper y Mtwo causaron más grietas que las limas manuales, estos fueron los grupos en donde se encontraron grietas completas. Ambos grupos tienen un movimiento rotatorio activo que resulta en altos niveles de concentraciones de estrés en las paredes del conducto. La conicidad de la preparación también influye en la formación de defectos.

La lima SAF causó grietas incompletas y el porcentaje fue menor comparado con los otros grupos. Por su movimiento vibratorio y similar a una lija, provoca menos estrés. En conclusión decimos que los sistemas ProTaper, Mtwo y SAF pudieran causar daño a la dentina radicular, pero SAF tiene una tendencia a causar menos grietas dentinaria comparada con otros sistemas.



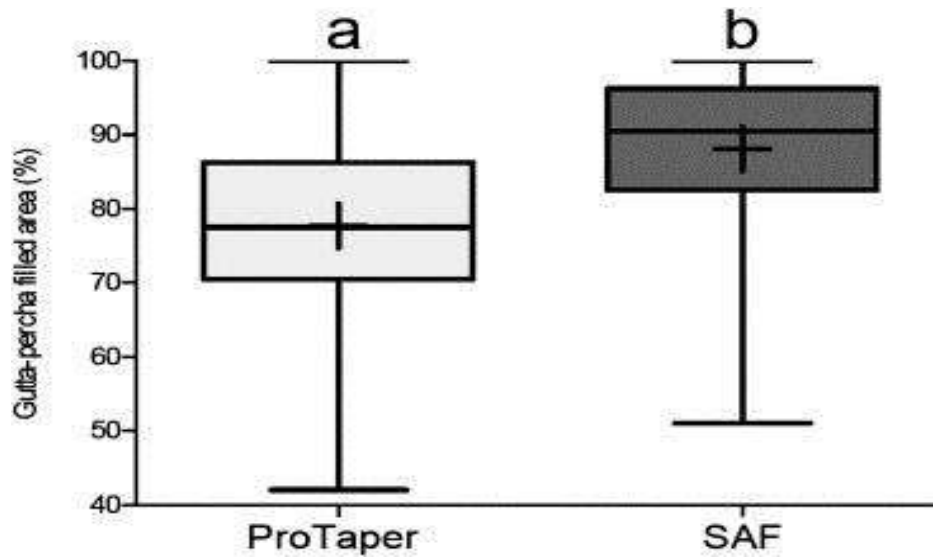
De-Deus G. y cols., (2012) realizaron un estudio para comparar la calidad de la obturación de conductos planos-ovales tratados con limas ProTaper y con el sistema SAF. La figura LXIX muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



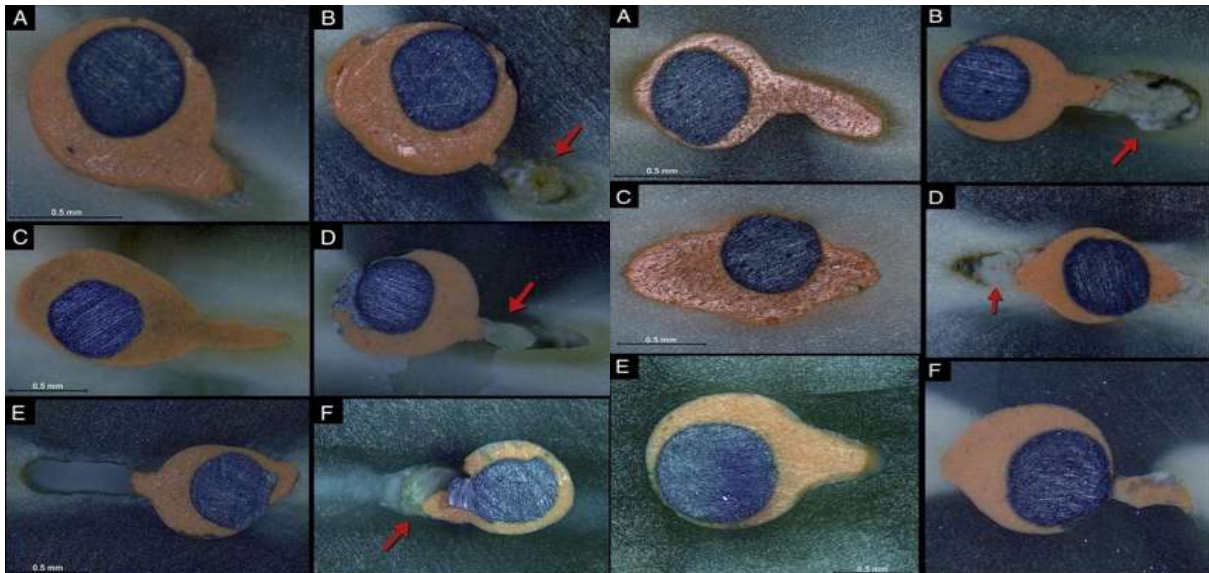
Análisis estadístico  
Se usó el test D'Agostino y Pearson. Test de pares-igualados de Wilcoxon analizó el efecto del método de instrumentación sobre PGFA. Test de Kruskal-Wallis H se usó para evaluar las interacciones group-by-location. El nivel de significancia fue  $P < 0.05$ . Se usó el paquete estadístico SPSS 11.0.

**Figura LXIX.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Self-Adjusting File Cleaning-Shaping-Irrigation System Optimizes the Filling of Oval-shaped Canals with Thermoplasticized Guttapercha (DeDeus, 2012).

Los resultados de este estudio demostraron que la interacción del group-by-location no fue significativa ( $P = 0.221$ ), lo cual indicó que el nivel de la sección transversal no influyó en el porcentaje del área llena de gutapercha (PGFA). En general, los PGFA fueron variables entre los grupos experimentales, con un rango de 42% al 100%, mientras que los datos agrupados de todas las técnicas tuvieron una mediana general de 85%. La mediana de PGFA en el grupo SAF fue de 90.5% con una media de 88.1%, mientras que la mediana de PGFA fue de 77.5% con una media de 77.8% en el grupo ProTaper. En el grupo instrumentado con SAF, 17.8% de los especímenes tuvieron un PGFA  $\geq 95\%$ , con 9% teniendo un PGFA de 100%. En el grupo instrumentado con ProTaper, solo 5.8% de los especímenes tuvieron un PGFA  $\geq 95\%$ , con 1.5% teniendo PGFA de 100% teniendo PGFA de 100% ( $P < 0.05$ ). La preparación de conductos con SAF produjo significativamente mayores PGFAs comparada con la técnica ProTaper ( $P < 0.05$ ).

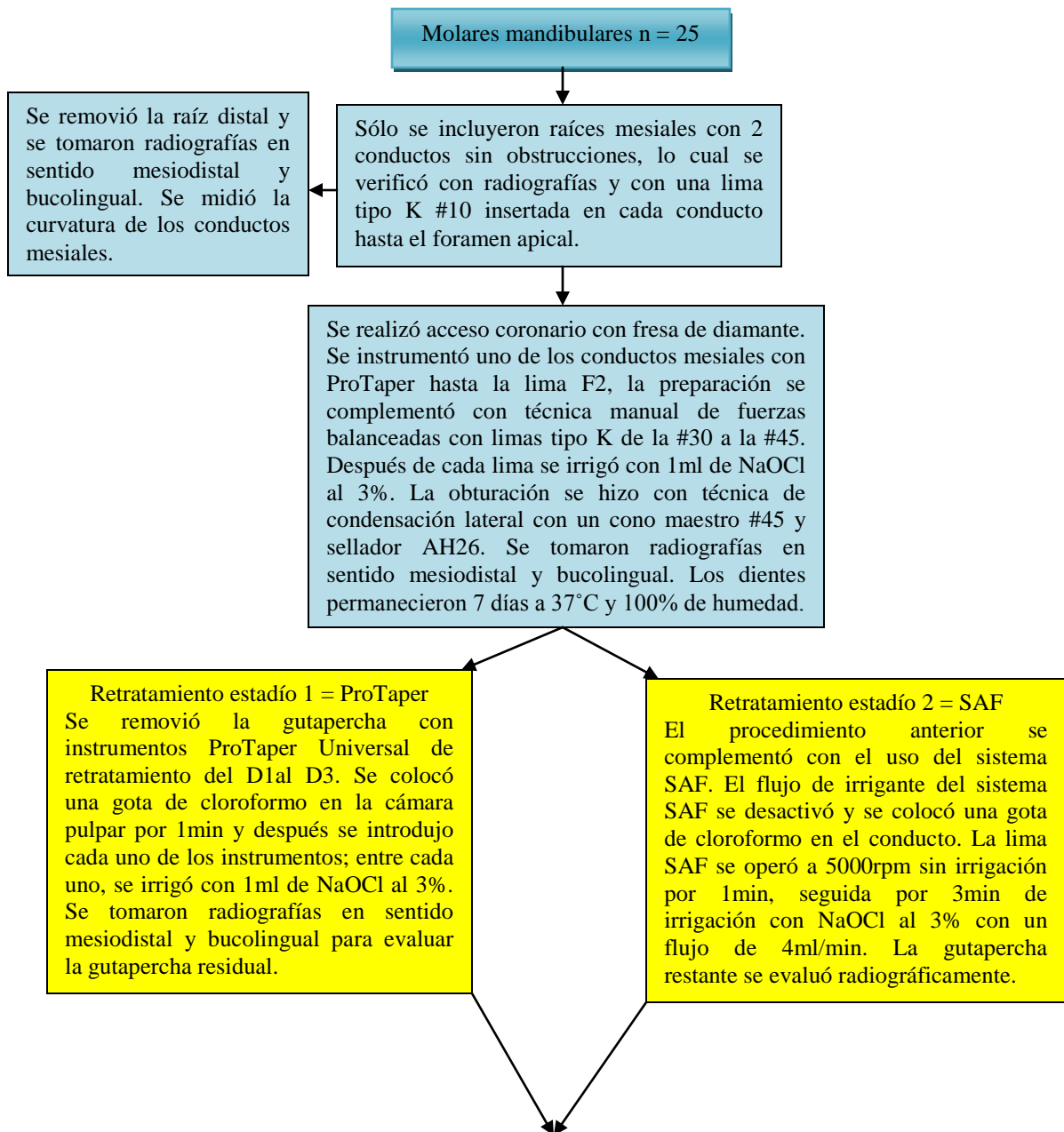


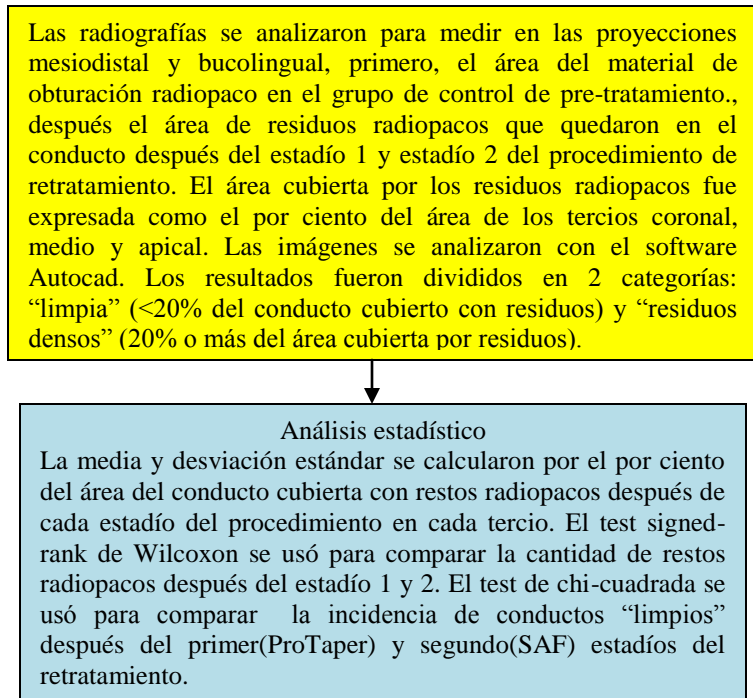
**Figura LXX.** Esquema que muestra el desempeño de las 2 técnicas de instrumentación. En la imagen se representa la mediana al igual que los trazos mínimo y máximo y la varianza en cada grupo experimental presentados en forma de gráficas de caja (De-Deus, 2012).



**Figura LXXI.** Secciones de conductos radiculares obturados con gutapercha termoplastificada. Seis pares de incisivos inferiores. En las fotografías con las letras A, C y E se observan los conductos instrumentados con SAF donde se irrigó de manera continua con NaOCl. En las fotografías B, D y F se observan la obturación de los conductos instrumentados con ProTaper e irrigados con jeringa y aguja, las flechas indican la presencia de debris que evitaron el flujo de gutapercha dentro de los extremos bucal y lingual (De-Deus, 2012).

Abramovitz I. y cols., (2012) diseñaron un estudio para evaluar radiográficamente la eficacia de un procedimiento de 2-estadios en el cual la lima SAF es usada para remover los remanentes del material de obturación, que queda en el conducto después del uso del sistema rotatorio de retratamiento ProTaper Universal. La figura LXXII muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.





**Figura LXXII.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: The effectiveness of a self-adjusting file to remove residual gutta-percha after retreatment with rotary files (Abramovitz, 2012).

Después del uso del sistema ProTaper Universal para retratamiento se encontró  $7.8 \pm 12.9$  % en el tercio coronal y  $12.9 \pm 13.9$  % en el tercio medio del conducto de residuos radiopacos en la proyección bucolingual. En el tercio apical se encontró un porcentaje de material de obturación de  $34.7 \pm 22.8$  %. En la proyección mesiodistal los residuos radiopacos se encontraron en  $5.6 \pm 8.7$  %,  $14.9 \pm 17.4$  % y  $34.7 \pm 20.9$  % de los tercios coronal, medio y apical respectivamente.

El uso complementario del sistema SAF, en el estadio 2, redujo los residuos en la proyección bucolingual a  $2.6 \pm 3.7$  %,  $4.1 \pm 5.7$  % y  $6.7 \pm 9.4$  % en los tercios coronal, medio y apical respectivamente, y en la proyección mesiodistal los residuos se encontraron en  $1.5 \pm 3.3$  %,  $4.5 \pm 6.6$  % y  $9.6 \pm 11.5$  % en los tercios coronal, medio y apical respectivamente.

El resultado obtenido después del estadio 2 fue muy distinto del registrado después del estadio 1 con un valor de  $P < 0.01$  en los tercios coronal y medio y de  $P < 0.001$  en el tercio apical. En las secciones coronales y media de la raíz se alcanzó un porcentaje de conductos “limpios” en un 88% y un 72% de los dientes en total respectivamente con el

uso del sistema rotatorio únicamente. El uso complementario de SAF incrementó estos porcentajes a un 100% y 92% respectivamente.

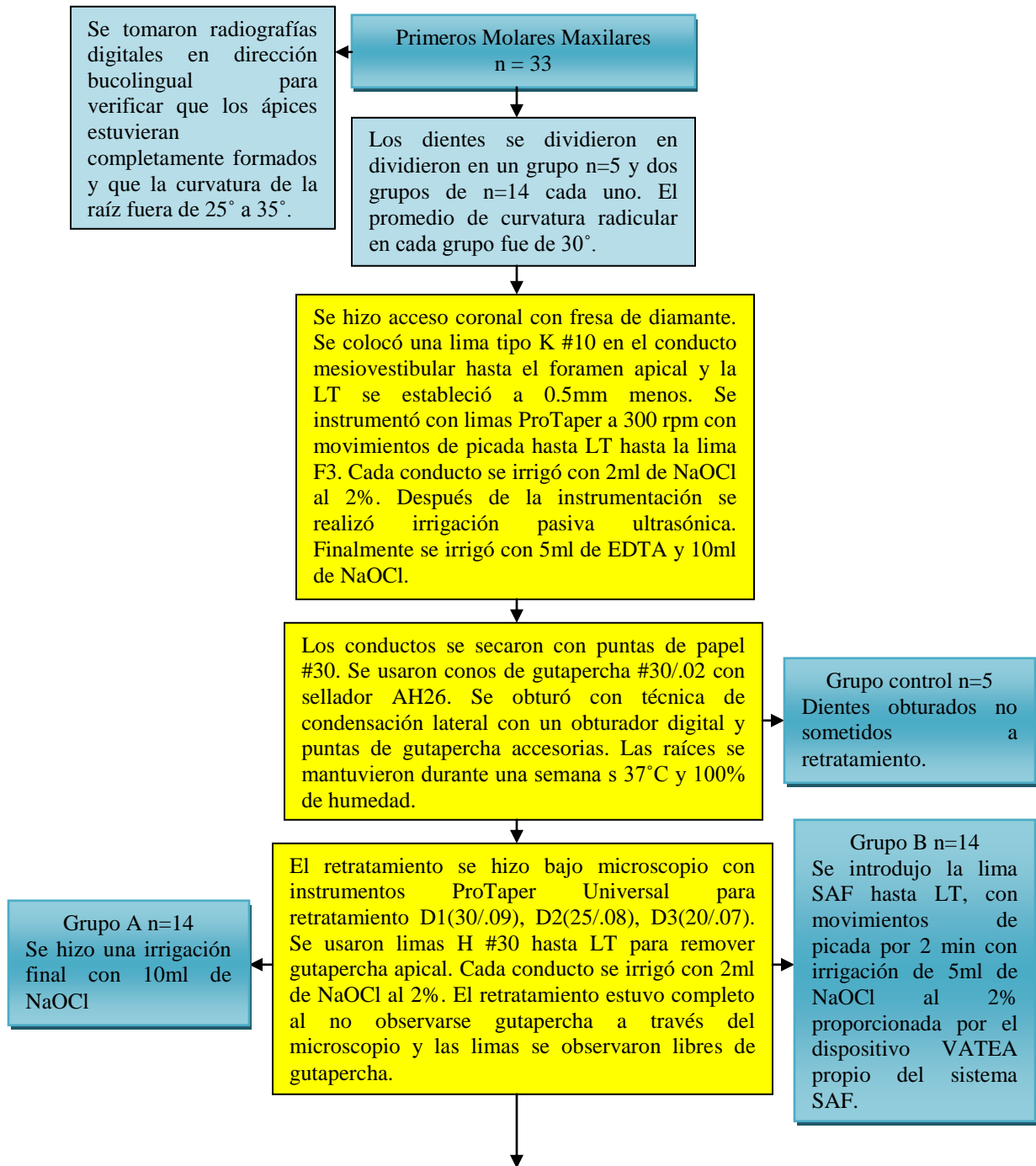
Tabla de resultados

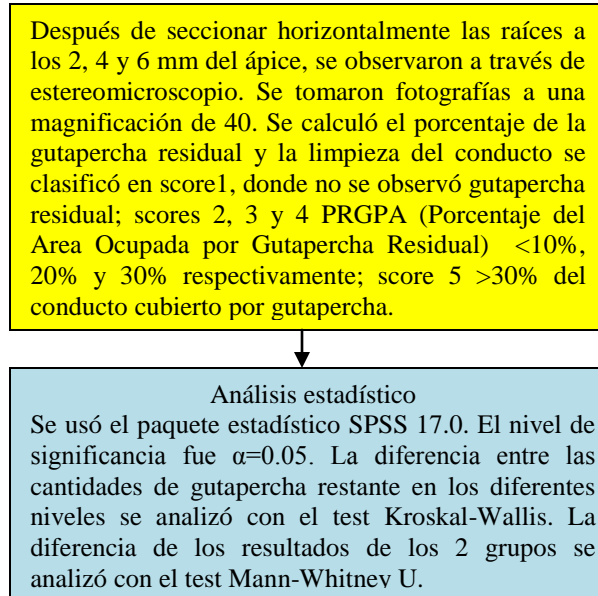
**Tabla XXII.** Porcentaje de los conductos, en cada tercio, los cuales contienen <20% de residuos radiopacos, mediante el análisis de la proyecciones radiográficas en sentido bucolingual (B-L) y mesiodistal (M-D) (Abramovitz, 2012).

	After stage 1:ProTaper (%)		After stage 2:Self-Adjusting-File (%)	
	B-L	M-D	B-L	M-D
<b>Coronal</b>	<b>22/25 (88)</b>	<b>23/25 (92)</b>	<b>25/25 (100)</b>	<b>25/25 (100)</b>
<b>Mid-root</b>	<b>18/25 (72)</b>	<b>18/25 (72)</b>	<b>23/25 (92)</b>	<b>22/25 (88)</b>
<b>Apical</b>	<b>7/25 (28)</b>	<b>6/25 (24)</b>	<b>21/25 (84)</b>	<b>21/25 (84)</b>

En base a los resultados del presente estudio se concluye que: el uso del sistema ProTaper Universal en conductos mesiales curvos de molares mandibulares dejó residuos radiopacos en el conducto, particularmente evidentes en el tercio apical, el uso complementario de SAF en los mismos conductos redujo significativamente la cantidad de residuos radiopacos, ningún sistema removió el material de obturación por completo. Las dos fases del procedimiento con el uso de ProTaper Universal de retratamiento seguido de SAF removieron de forma efectiva el material de obturación de conductos curvos de molares mandibulares.

Voet K.C. y cols., (2012) realizaron un estudio para analizar la remoción de gutapercha de conductos curvos con limas de retratamiento ProTaper con o sin el uso adicional del sistema SAF. La figura LXXIII muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.





**Figura LXXIII.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Removal of Gutta-percha from Root Canals Using the Self-Adjusting File (Voet, 2012).

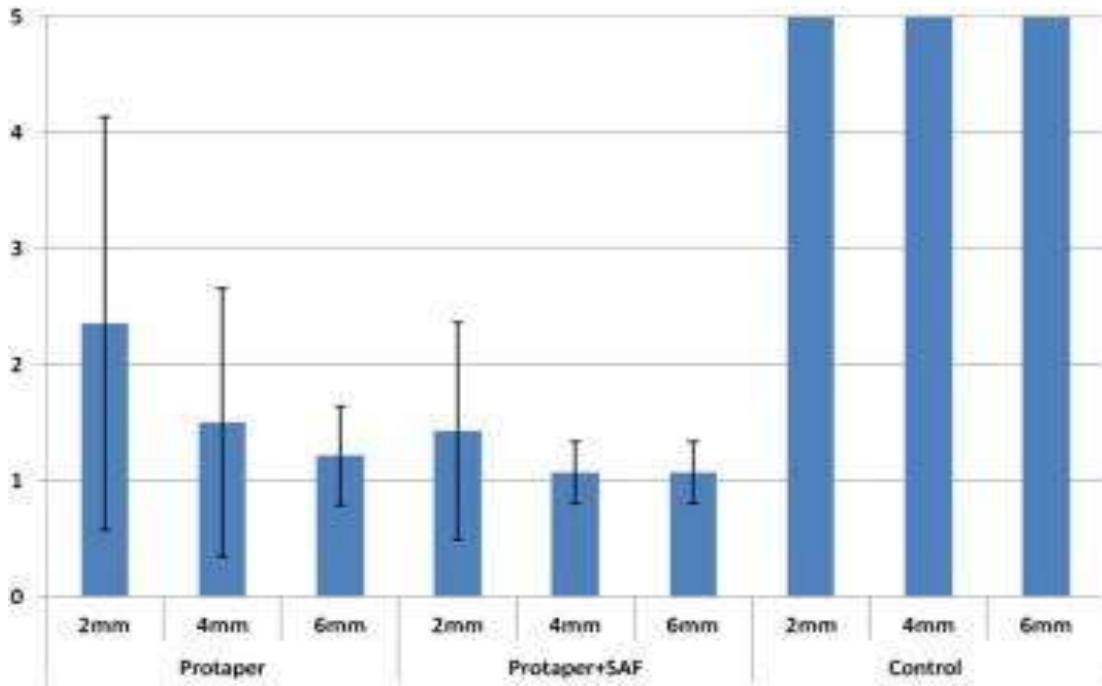
Los resultados del estudio demostraron que en el grupo ProTaper, el promedio de limpieza del conducto fue de 2.35 (nivel de 2 mm), 1.50 (4 mm) y 1.21 (6 mm). Para el grupo ProTaper+SAF fue de 1.42 (2 mm), 1.07 (4 mm) y 1.07 (6 mm). Los resultados acumulados de todos los niveles del conducto demostraron que el uso adicional de SAF mejora la remoción de gutapercha comparado con el uso de ProTaper únicamente  $P=0.045$ .

Tablas de resultados

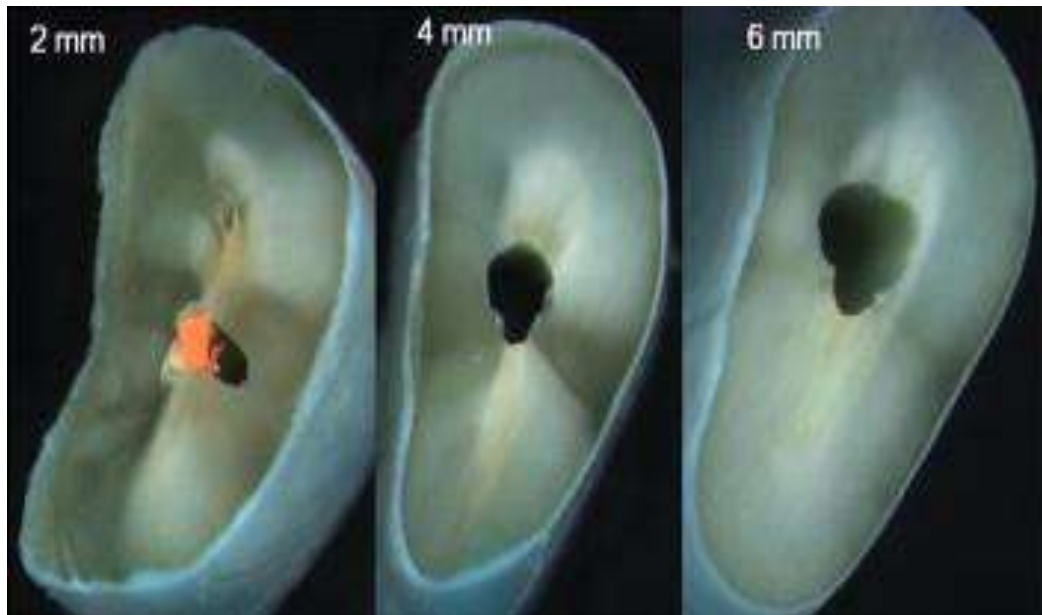
**Tabla XXIII.** Número de dientes de cada grupo de acuerdo al score de limpieza del conducto (Voet, 2012).

Score	ProTaper			ProTaper + SAF			Control		
	2 mm	4 mm	6 mm	2 mm	4 mm	6 mm	2 mm	4 mm	6 mm
1	8	11	11	11	13	13	0	0	0
2	1	1	3	1	1	1	0	0	0
3	0	1	0	1	0	0	0	0	0
4	2	0	0	1	0	0	0	0	0
5	3	1	0	0	0	0	5	5	5
Total	14	14	14	14	14	14	5	5	5





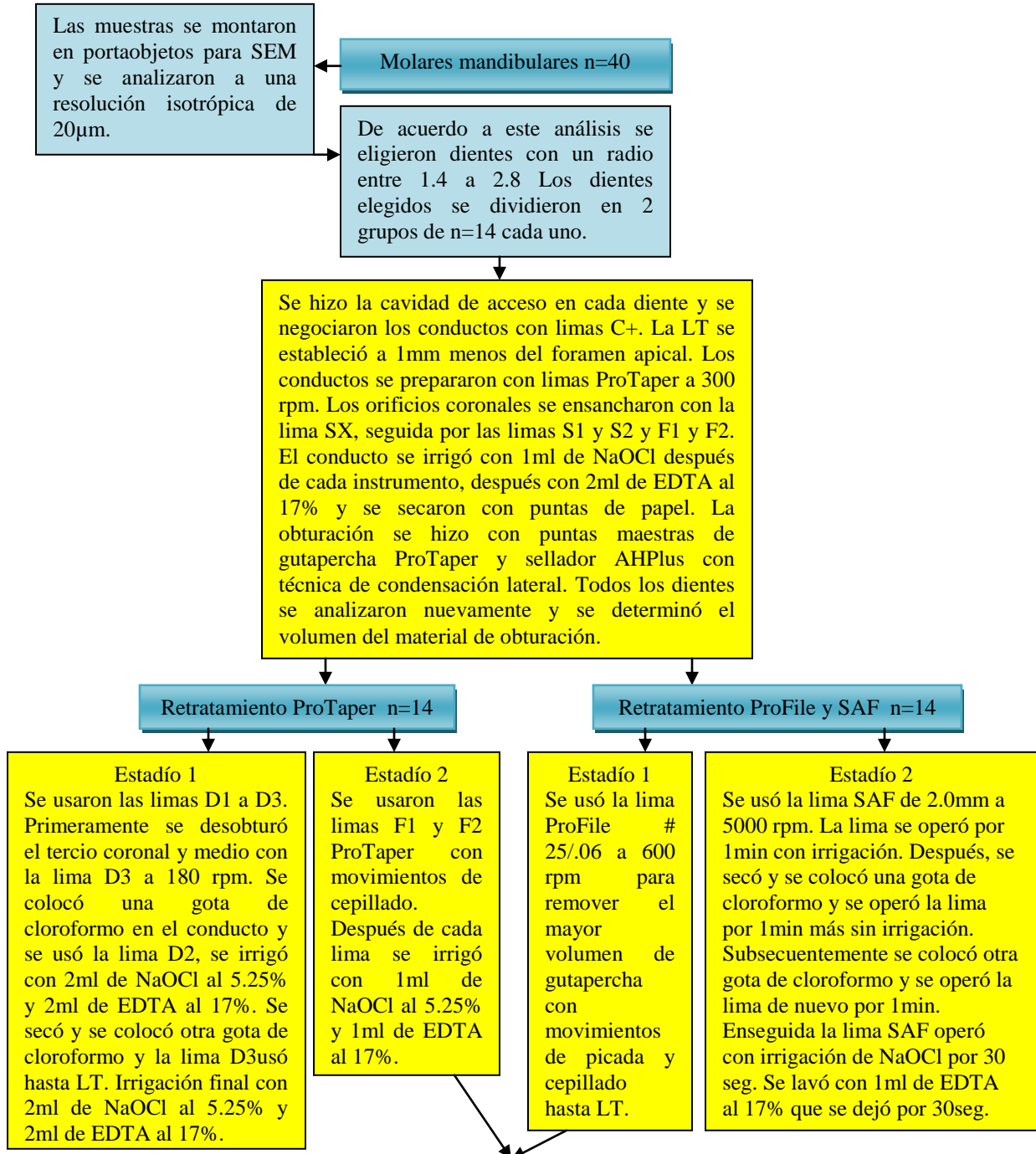
**Figura LXXIV.** Representación gráfica de los scores de limpieza de los conductos en los diferentes tercios (Voet, 2012).



**Figura LXXV.** Ejemplo de un diente después de la remoción de gutapercha con limas ProTaper de retratamiento. La curvatura limitó el acceso de la lima a ciertas áreas del conducto, dejándolas intactas (Voet, 2012).

Se usaron conductos curvos en el presente estudio porque representan un reto en el tratamiento endodóntico primario y secundario. La lima SAF contactó más las paredes del conducto comparada con otras limas y por lo tanto podría ser potencialmente más efectiva en la remoción de gutapercha. El tamaño de la punta de la lima D3 de retratamiento (20/.07) es menor que el diámetro original del ensanchamiento del conducto realizado por la lima ProTaper F3 (30/.09), limitando la efectividad de la lima de retratamiento. La curvatura limita el acceso de la lima a ciertas partes del canal. Bajo las condiciones experimentales, la lima SAF incrementó la remoción de gutapercha de los conductos comparada con limas ProTaper de retratamiento.

Solomonov M. y cols., (2012) diseñaron un estudio para evaluar la eficacia de la remoción de material de obturación con limas ProTaper de retratamiento seguidas por instrumentos ProTaper F1 y F2 y comparar estos resultados con los obtenidos con el instrumento ProFile #25/.06 seguido por SAF mediante el uso de análisis de alta resolución con micro-CT. La figura LXXVI muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



Se realizaron 3 análisis de alta resolución con el sistema  $\mu$ CT 40 por diente en cada una de las siguientes fases: después de la instrumentación, después de la obturación y después del retratamiento. Todos los dientes se reconstruyeron en 3D. Basados en la diferente radiopacidad de la dentina, la gutapercha y el sellador AHPlus, fue posible diferenciar estas entidades en los análisis con  $\mu$ CT.

#### Análisis estadístico

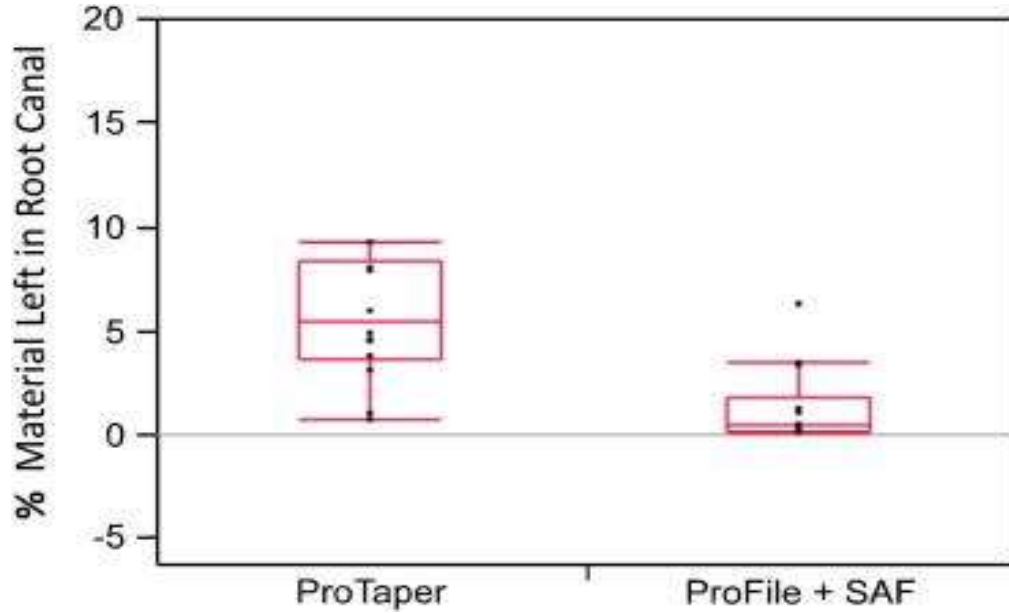
Para todos los análisis estadísticos se usó un programa computacional comercial (JMP; SAS Institute Inc) con el alpha-type error establecido a 5% ( $P < 0.05$ ). Se usó el test Shapiro-Wilk para la distribución normal de datos y expresarlos como medias  $\pm$  desviaciones estándar. Test de Wilcoxon para comparación de datos.

**Figura LXXVI.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Self-Adjusting Files in Retreatment: A High-resolution Micro-Computed Tomography Study (Solomonov, 2012).

Los resultados de este estudio mostraron que media inicial del radio del diámetro bucolingual al diámetro mesiodistal del conducto fue de  $1.93 \pm 0,38$  en el grupo ProTaper y  $2.03 \pm 0.49$  en el grupo ProFile y SAF. La diferencia no fue estadísticamente significativa. La media de los volúmenes de las obturaciones fueron de  $6.86 \pm 1.60 \text{mm}^3$  y  $7.89 \pm 2.34 \text{mm}^3$  en el grupo ProTaper y ProFile-SAF respectivamente. Los grupos no difirieron el uno del otro en estos parámetros (prueba *t* Student,  $P > 0.05$ ). La media del tiempo requerido para completar el retratamiento con ProTaper fue de  $10.1 \pm 0.3$  minutos. La media requerida para completar el retratamiento con ProFile-SAF fue de  $4.8 \pm 0.1$  minutos.  $P < 0.01$ .

Ninguno de los procedimientos removi6 todos los remanentes del material de obturaci6n en todos los dientes. La media del vol6men de los residuos de gutapercha fue de  $0.38 \text{mm}^3$  y  $0.03 \text{mm}^3$  en los grupos de retratamiento ProTaper y ProFile-SAF respectivamente (test de Wilcoxon)  $P < 0.001$ .

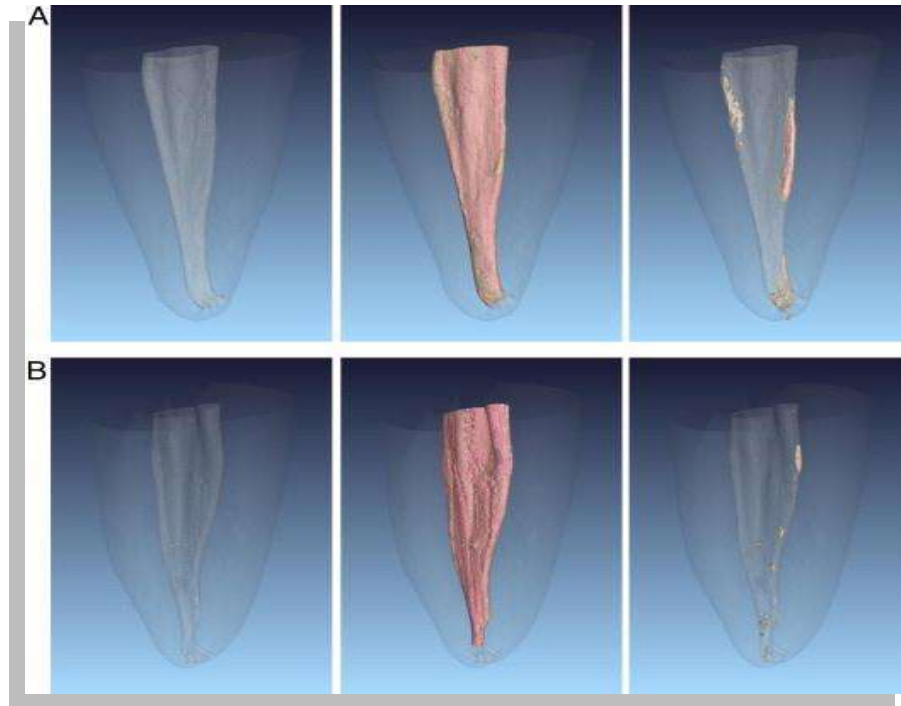
Tablas de resultados



**Figura LXXVII.** Muestra el porcentaje del material de obturación residual que permaneció en el conducto con cada uno de los protocolos utilizados: ProTaper retratamiento seguido por limas ProTaper F1 y F2 y ProFile seguido por lima SAF (Solomonov, 2012).

**Tabla XXIV.** Muestra los valores de la media  $\pm$  desviación estándar de los diferentes parámetros obtenidos con la prueba *t* Student (Solomonov, 2012).

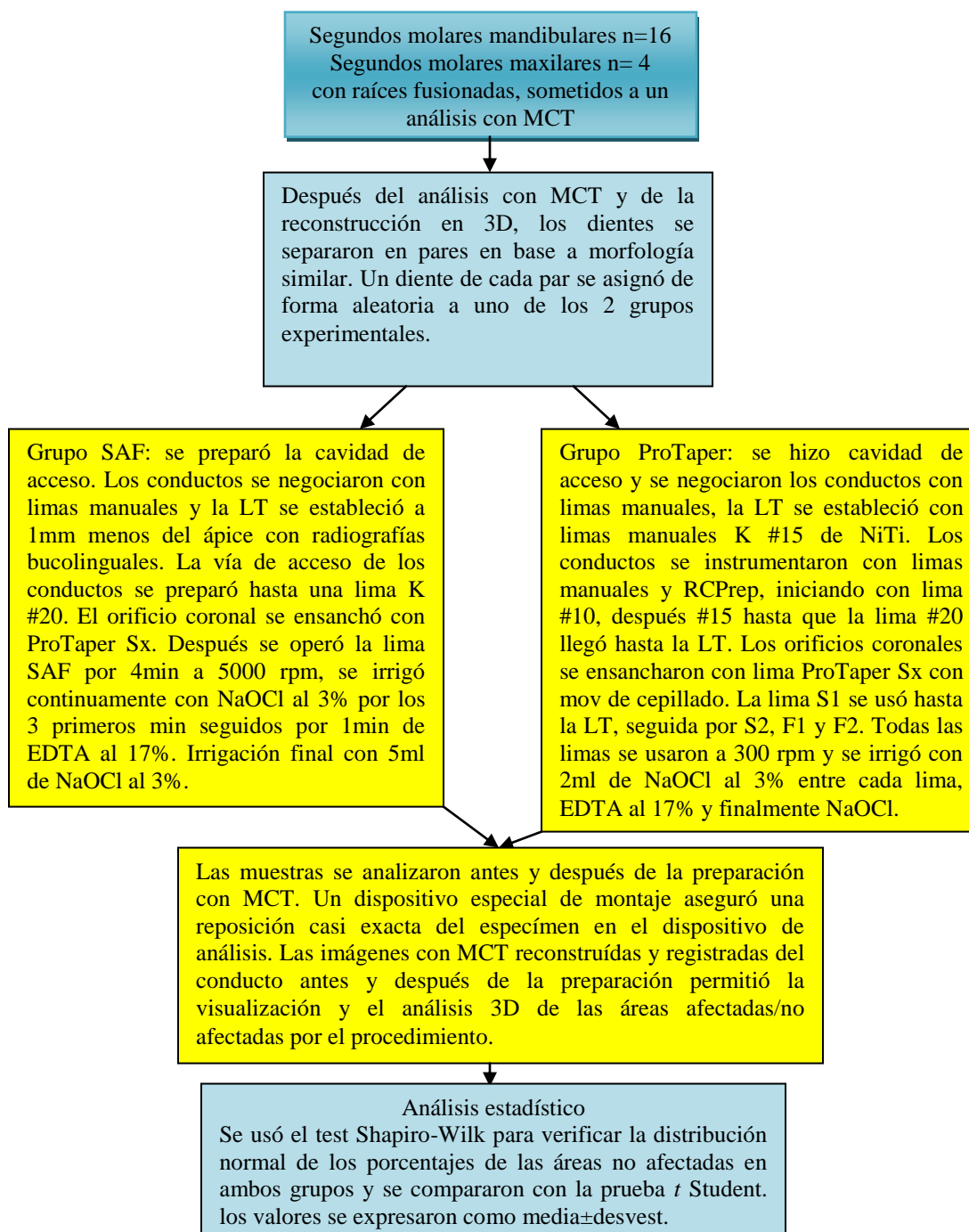
Grupo	media $\pm$ desviación estándar del radio inicial del diámetro BL al diámetro MD	media $\pm$ desviación estándar de los volúmenes del material de obturación(mm <sup>3</sup> )	media $\pm$ desviación estándar del tiempo requerido para el retratamiento (min)
ProTaper	1.93 $\pm$ 0.38	6.86 $\pm$ 1.60	10.1 $\pm$ 0.3
ProFile/SAF	2.03 $\pm$ 0.49	7.89 $\pm$ 2.34	4.8 $\pm$ 0.1



**Figura LXXVIII.** Imágenes reconstruidas en 3D de retratamiento. La imagen A muestra los residuos de material que permanecieron después del retratamiento con el sistema ProTaper. Izquierda, después de la preparación; centro, obturación; derecha, residuos después del retratamiento. La imagen B muestra la secuencia de preparación, obturación y retratamiento en un diente donde se usó ProFile/SAF, donde se observan menos residuos de gutapercha y sellador que en la imagen A (Solomonov, 2012).

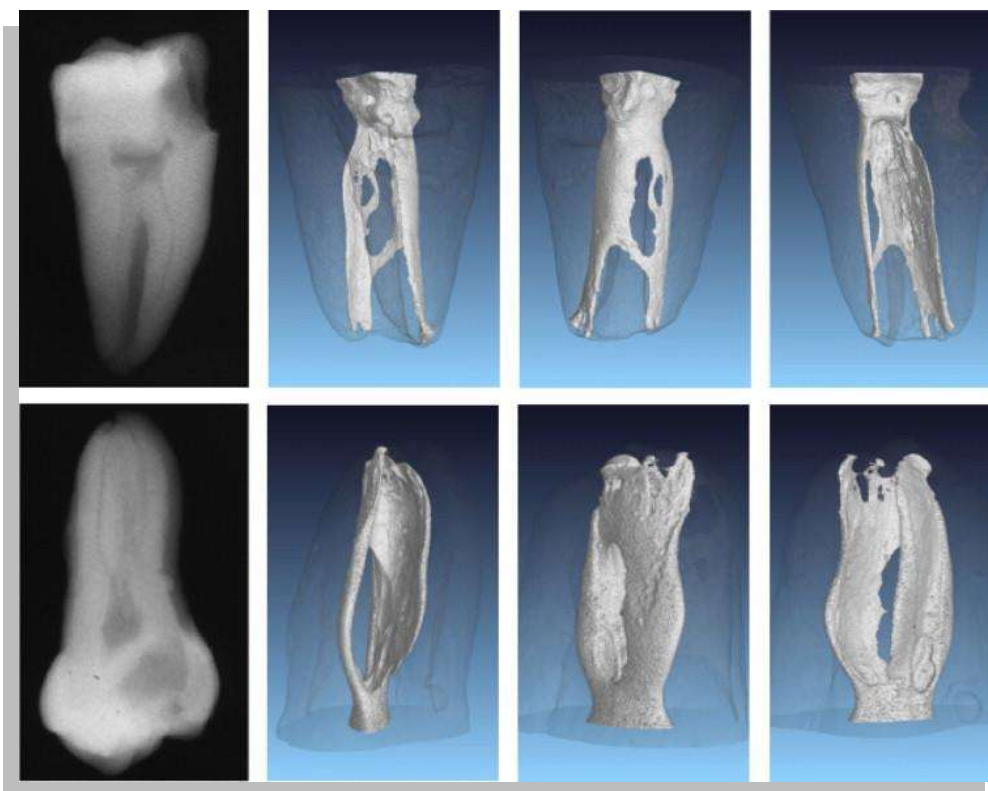
Se concluye que ninguno de los 2 protocolos de retratamiento mostraron conductos completamente libres de residuos de material de obturación, bajo las condiciones del presente estudio, el retratamiento con ProFile #25/.06 seguida por SAF dió como resultado menor cantidad de restos de material que en el protocolo con limas ProTaper de retratamiento seguidas por limas ProTaper F1 y F2. Entre las raíces del grupo ProFile/SAF, 57% presentaron conductos “efectivamente limpios” (los residuos de material de obturación fueron menores al 0.5% del volumen original de obturación). Ninguno de los dientes en el grupo ProTaper se consideraron “efectivamente limpios”.

Solomonov M. y cols., (2012) realizaron un estudio para comparar la eficacia de Self-adjusting File en la conformación de conductos en forma de C con el sistema de limas rotatorias ProTaper. La figura LXXIX muestra la estrategia experimental del presente estudio, mencionando los principales puntos de la metodología empleada.



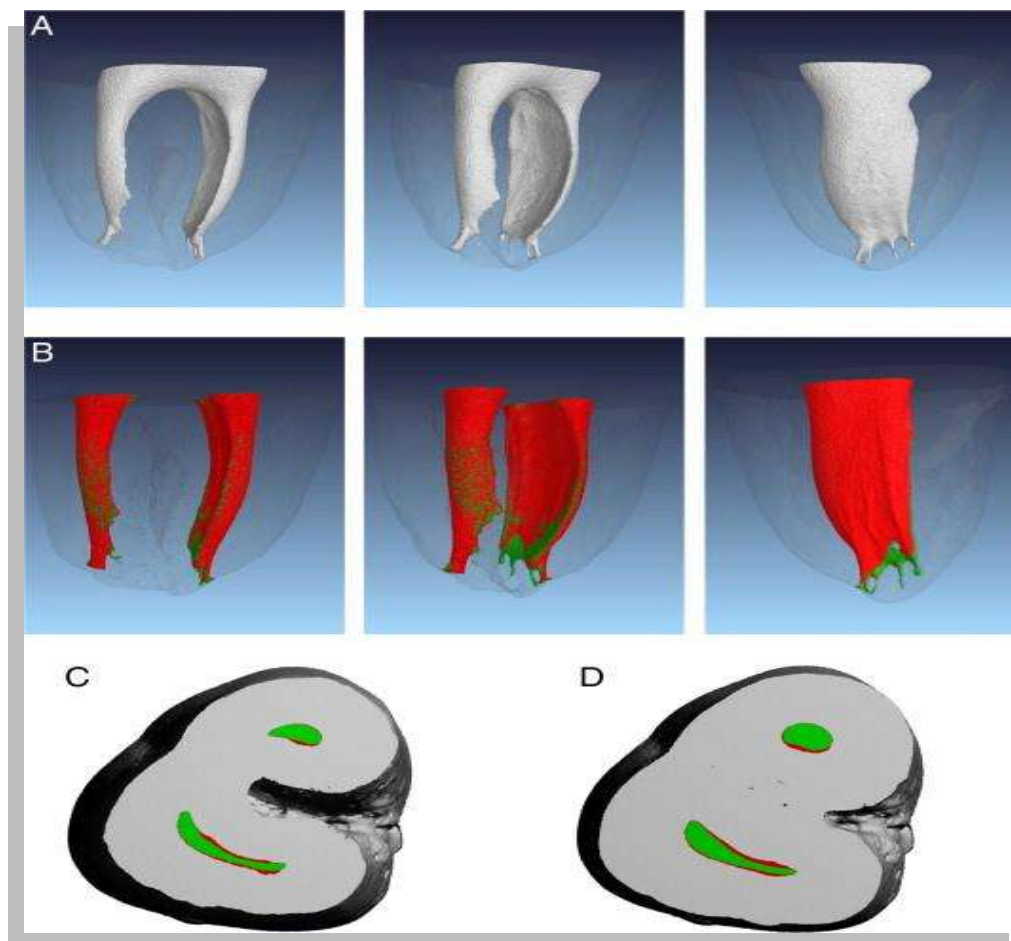
**Figura LXXIX.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: The Challenge of C-shaped Canal Systems: A Comparative Study of the Self-Adjusting File and ProTaper (Solomonov, 2012).

Los resultados de este estudio demostraron que en el grupo SAF una media de  $41\% \pm 14\%$  de la pared del conducto no fue afectada por el procedimiento, con un rango de 21% a 70%. En el grupo ProTaper, una media del  $66\% \pm 6\%$  de la pared no fue afectada por el procedimiento con un rango de 54% a 75%. Esta diferencia fue significativa  $P < 0.001$ .

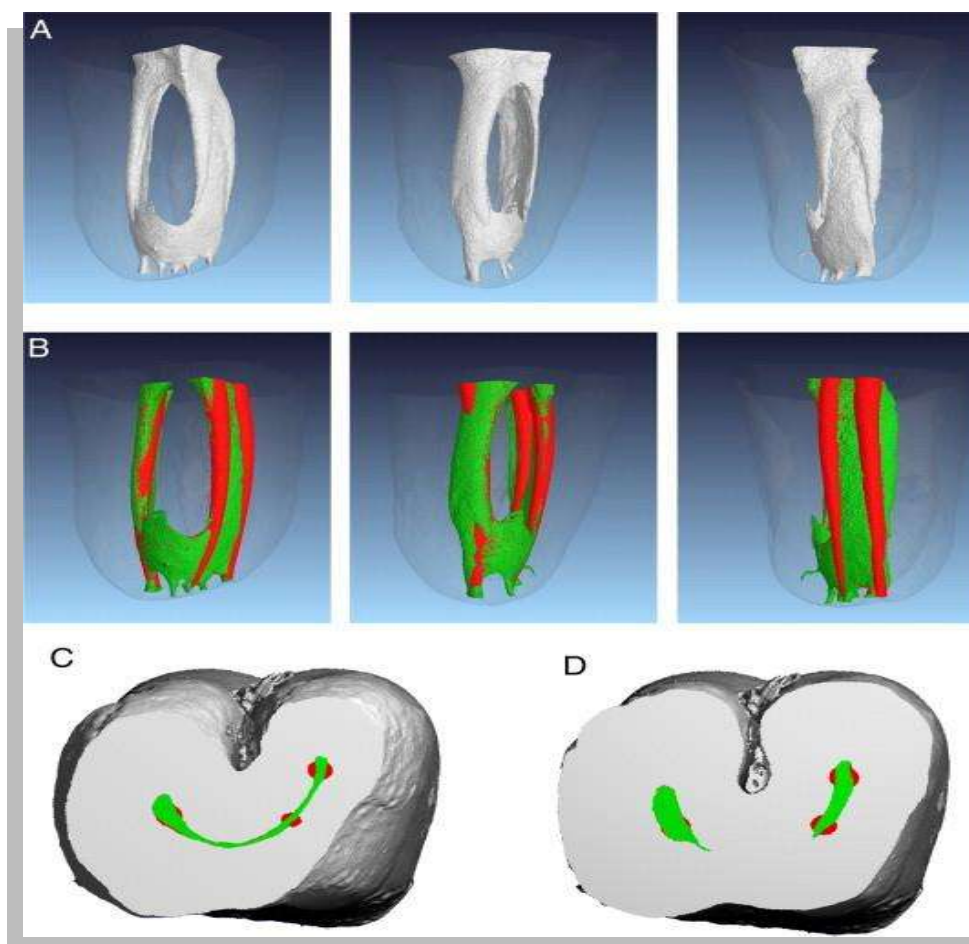


**Figura LXXX.** Molares mandibular y maxilar con sistemas de conductos en C. Se aprecia la información limitada que proporcionan las radiografías convencionales (Solomonov, 2012).





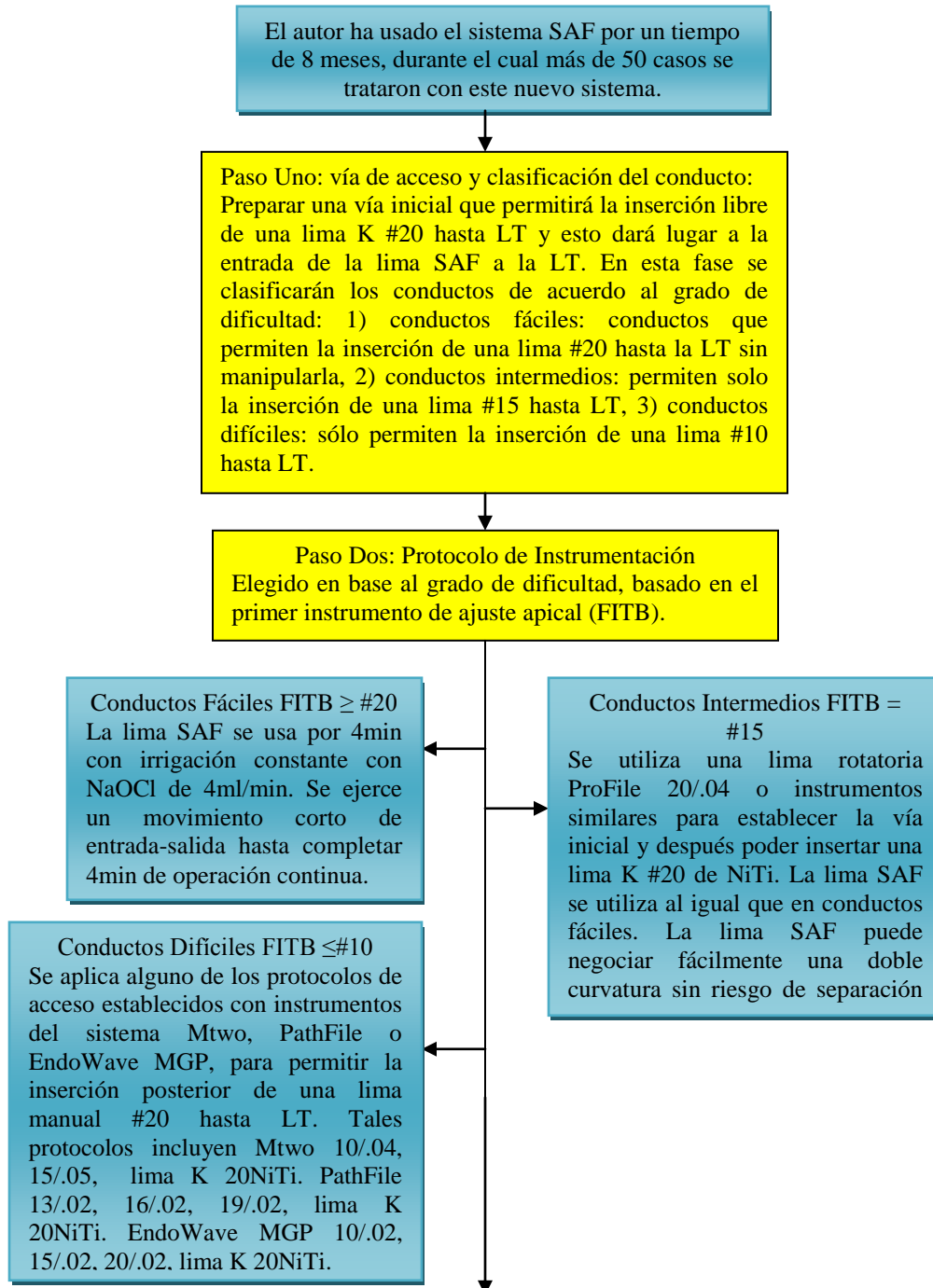
**Figura LXXXI.** Imagen con MCT y 3D de conducto en C tratado con lima SAF, A imágenes preoperatorias. B conformación postoperatoria del conducto, las áreas en verde representan las zonas no afectadas por la lima. C y D secciones transversales a los 4 y 6 mm del ápice. Se observa la remoción uniforme de dentina en toda la circunferencia del conducto (Solomonov, 2012).

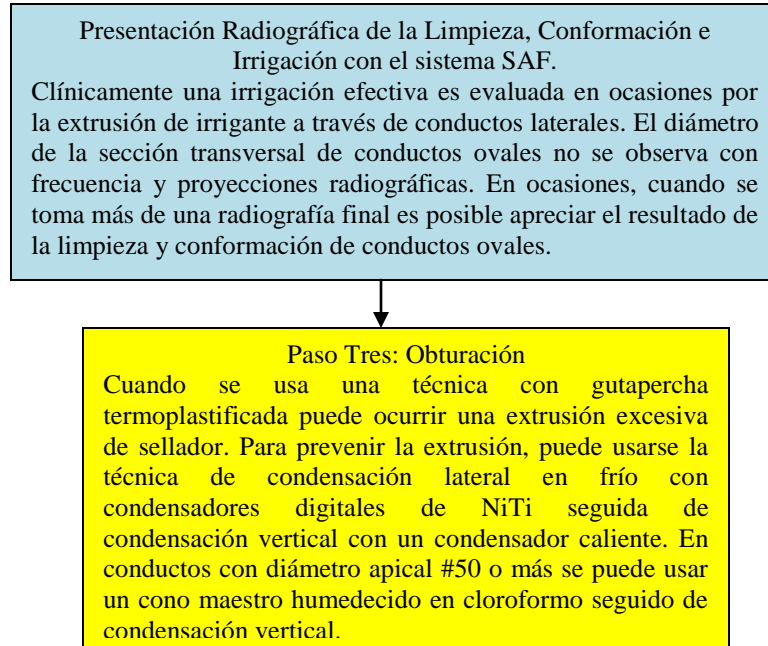


**Figura LXXXII.** Imagen con MCT y 3D de un conducto en C tratado con limas ProTaper. A anatomía del conducto antes del procedimiento. El color verde representa las áreas no tocadas por el instrumento. C y D secciones transversales a los 4 y 6mm del ápice. Se observa la conformación circular de las limas en ciertas partes del conducto sin tocar las áreas intermedias (Solomonov, 2011).

La anatomía de los conductos incluidos en este estudio resultó un reto para ambos sistemas de instrumentación y ninguno de ellos presentó los niveles reportados previamente. Consecuentemente, el porcentaje del área no afectada por el procedimiento fue mayor que el reportado con el mismo instrumento en conductos con curvatura normal o en canales alargados-ovales. Sin embargo, debido a que la lima SAF fue diseñada especialmente para operar en conductos ovoides-aplanados, los resultados en el grupo SAF fueron significativamente mejores que los del grupo ProTaper.

Solomonov M., (2011) presentó por primera vez una serie de casos clínicos de dientes preparados con el sistema SAF y describió una clasificación clínica de los conductos, de acuerdo a su grado de dificultad, con recomendaciones de secuencias del tratamiento endodóntico para cada categoría. La figura LXXXIII muestra la estrategia experimental que ha seguido el autor para clasificar los protocolos de tratamiento.



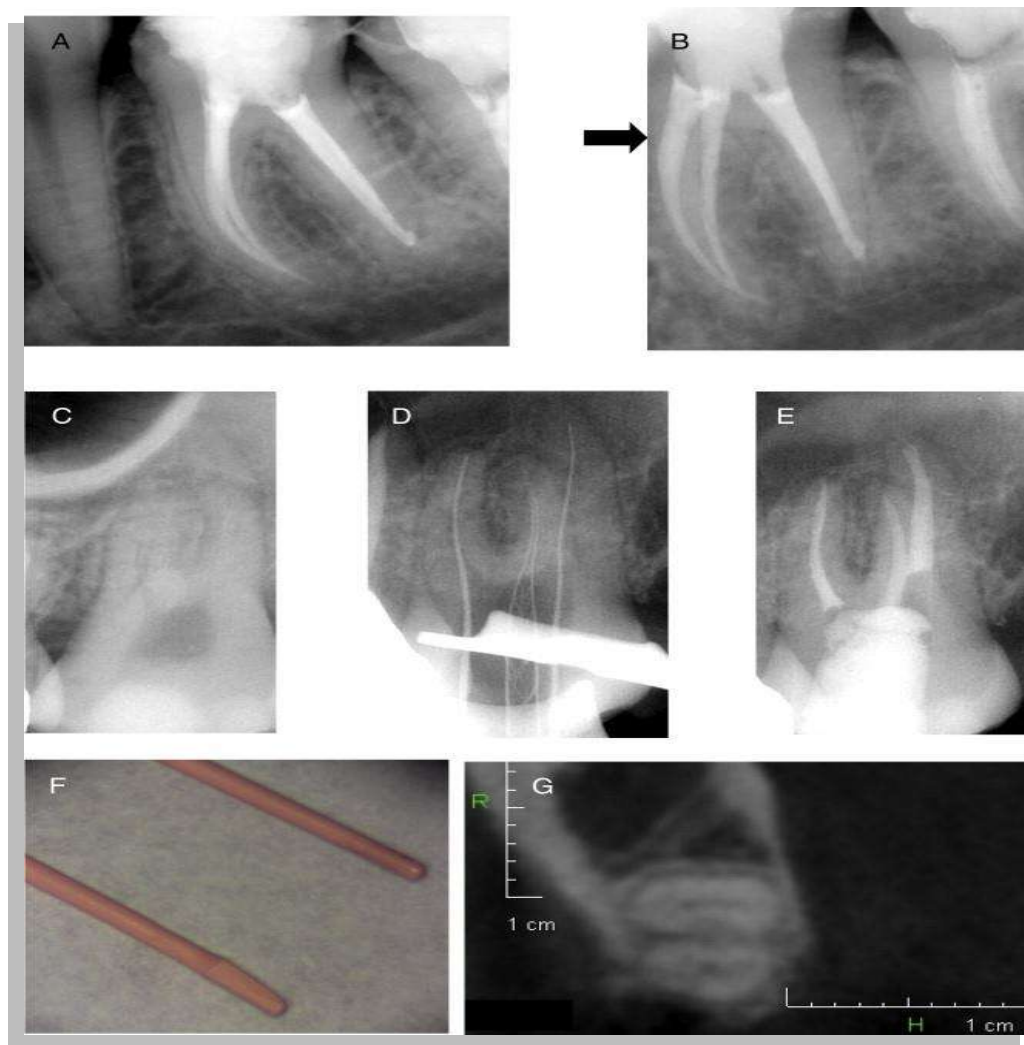


**Figura LXXXIII.** Esquema de la estrategia experimental del artículo: Eight Months of Clinical Experience with the Self-Adjusting File System (Solomonov, 2011).

Basado en la experiencia de más de 50 casos clínicos, el autor concluye que el sistema SAF tiene un lugar en la práctica diaria. Proporciona una solución práctica para la conformación de conductos con secciones transversales ovales y ovales-aplanadas. El uso constante de CBTC en la práctica endodóntica da como resultado la identificación de muchos conductos que no presentan secciones transversales redondas: un caso indicado para el uso del sistema SAF.



**Figura LXXXIV.** Imágenes A, B y C muestran un conducto fácil donde se aprecia la preservación de la forma del conducto. D - F conductos con dificultad intermedia, las flechas indican la presencia del bloque de dentina en el área del tercio cervical, el cual no se eliminó, debido a que la lima SAF tiene la habilidad de manejar dobles curvaturas. G – I conductos difíciles donde se accedió inicialmente con Mtwo 10.04-15-05, lima manual 20 NiTi. Posteriormente se usó SAF para limpiar y conformar los conductos (Solomonov, 2011).



**Figura LXXXV.** A-B imágenes de conducto mesial oval de molar inferior: la segunda proyección muestra la forma oval del conducto tratado con SAF. C – E molar obturado con técnica combinada donde el cono maestro se humedeció en cloroformo, el cual se dejó secar y posteriormente se llevó al conducto con sellador. F cono de gutapercha con la impresión de la parte apical del conducto. G imagen con tomografía computarizada mostrando un conducto oval en su sección transversal en una raíz mesial del segundo molar inferior (Solomonov, 2011).

## 8. CONCLUSIONES.

El sistema SAF por su diseño único puede considerarse una nueva opción en la conformación de conductos radiculares: Sus principales características son las siguientes:

1. Su diseño consiste en una lima cilíndrica, hueca, constituida por una malla de NiTi abrasiva, en forma de arcos superpuestos, dándole la apariencia de una red.
2. Tiene la capacidad de comprimirse y expandirse, adaptándose a la forma tridimensional del conducto.
3. Su diseño hueco permite además, el paso y recambio continuo de irrigante, a un flujo constante de 4 ml/min.
4. El irrigante es bombeado desde un dispositivo denominado VATEA, el cual, se conecta por medio de una manguera, al mango de la lima.
5. Una sola lima, se usa durante todo el procedimiento optimizando el tiempo de trabajo.
6. La lima tiene la ventaja de sufrir deformaciones visibles, que consisten en el desprendimiento de uno de sus arcos, pero sin separarse del cuerpo de la lima.
7. El uso alternado de irrigantes principalmente NaOCl y EDTA, da como resultado, conductos completamente libres de residuos, alcanzando zonas, inaccesibles por los instrumentos endodónticos convencionales.

El sistema SAF por la capacidad que posee de adaptarse por sí solo a la forma tridimensional del conducto, demostró ser una opción ideal en el tratamiento de conductos con una anatomía compleja, por ejemplo, conductos cuya sección transversal es en forma oval, oval-alargada, plana, las cuales se encuentran en un alto porcentaje, en las zonas del tercio apical de premolares, raíces MV de molares superiores, incisivos inferiores, incluso también demostró un buen desempeño en el tratamiento de conductos con forma de C. Los estudios en los que se evaluó la limpieza de este tipo de conductos por medio de MCT, SEM, 3D, mostraron paredes completamente limpias y una superficie dentinaria tocada en su totalidad por el instrumento. Todo esto, se logró, con la acción combinada de los irrigantes y de la acción de la lima SAF que se expande para adaptarse al conducto, tocando las áreas bucal y lingual de los conductos planos u ovals, asegurando la limpieza del conducto en el plano que no observamos en las

radiografías convencionales. La anatomía de los conductos es compleja y no existe un sistema de instrumentación ideal en el mercado, sin embargo, la lima SAF representa una opción útil en el manejo de conductos con estas características.

Al comparar el comportamiento de la lima SAF con los sistemas de instrumentación rotatoria que se conocen actualmente, demostró ciertas ventajas, entre ellas, una mejor limpieza del conducto, ya que la acción conjunta de la lima SAF con la solución irrigadora fue más efectiva en la remoción de residuos que la irrigación con jeringa y aguja después de la instrumentación. Las limas rotatorias tienden a hacer una conformación redonda y centrada del conducto, y tomando en cuenta que los conductos no son cónicos no redondos en su totalidad, no realizan una limpieza óptima ni satisfactoria del canal, por lo tanto, el sistema SAF tuvo un mejor desempeño al limpiar las zonas estrechas e istmos del conducto. En estudios previos se ha demostrado que ciertos sistemas de instrumentación rotatoria tienden a causar un cierto grado de daño en las paredes del conducto, esto se debe, al diseño de las estrías, conicidad y configuración de la punta del instrumento y sobre todo que todos tienen una conformación transversal redonda. La lima SAF está diseñada para conformar conductos cuya sección transversal no es redonda, además de que la lima no impone su forma al conducto sino que se adapta a la forma de éste, lo cual le confiere la capacidad de no sobreinstrumentar y reducir el riesgo de causar debilitamiento de las paredes.

Los métodos para remover gutapercha son diversos entre ellos se encuentran las limas manuales, el uso de solventes, ultrasonido, sistemas rotatorios; es bien conocido que ningún método ha demostrado eliminar completamente los restos de gutapercha cuando se trata de retratamientos. La lima SAF, se presenta como un complemento efectivo en retratamientos, compensando las limitantes de otras técnicas empleadas con este fin. Gracias a la capacidad de SAF de expandirse y adaptarse a la totalidad del conducto, llega a áreas inalcanzables por una lima manual o rotatoria, incluso a zonas con curvatura para extraer gutapercha remanente, esto, aunado a su sistema de irrigación continua favorece la desobturación de los conductos. Debido a que ninguna técnica puede remover gutapercha de forma aislada, surgieron algunos protocolos de retratamiento, donde se combinó la acción de los sistemas rotatorios de retratamiento



convencionales, el uso de solventes y la lima SAF, logrando obtener una amplia superficie del conducto libre de gutapercha.

## 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

Abramovitz I. Relles-Bonar S. Baransi B, Kfir A. (2012). The effectiveness of self-adjusting file to remove residual gutta-percha after retreatment with rotary files. *International Endodontic Journal*. 45: 386-392.

Adigüzel Ö. (2011). A Literature Review of Self Adjusting File. *Int Dent Res*. 1: 18-25.

Akçay I. Sen BH. (2012). The Effect of Surfactant Addition to EDTA on Microhardness of Root Dentin. *Journal of Endodontics*. 38(5): 704-707.

Alves F. Almeida BM, Neves M, Moreno J. Rôças IN. Siqueira JF. (2011). Desinfecting Oval-shaped Root Canals: Effectiveness of Different Supplementary Approaches. *Journal of Endodontics*. 37(4): 496-501.

Alves F. Almeida B. Neves M. Rôças IN. Siqueira JF. (2011). Time-dependent Antibacterial Effects of the Self-Adjusting file Used with Two Sodium Hypochlorite Concentrations. *Journal of Endodontics*. 37(10): 1451-1455.

Araújo Souza R. Pinto Dantas JC. Maciel Brandano P. Colombo S. Lago M. Húngaro Duarte MA. (2012). Apical third enlargement of the root canal and its relationship with the repair of the periapical lesions. *European Journal of Dentistry*. 6(4): 385-388.

Ari H. Erdemir A. Belli S. (2004). Evaluation of the Effect of Endodontic Irrigation Solutions on the Microhardness and the Roughness of Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics*. 30(11): 792-795.

Balandrano Pinal F. Hilú R. Pérez A. (2009). Evaluación de la conformación de conductos curvos simulados con los sistemas ProTaper Universal, Light Speed Extra y Mtwo. *Endodoncia*. 27(4): 175-180.

Ballester ML. Berástegui E. López López J. Chimenos E. (2009). Complicaciones médicas del hipoclorito sódico (NaOCl). *DENTUM*. 9(1): 32-35.

Baugh D. Wallace J. (2005). The Role of Apical Instrumentation in Root Canal Treatment: A Review of the Literature. *Journal of Endodontics*. 31(5): 333-340.

Burroughs JR. Bergeron BE. Roberts MD. Hagan JL. Himel VT. (2012). Shaping Ability of Three Nickel-Titanium Endodontic File Systems in Simulated S-shaped Root Canals. *Journal of Endodontics*. 38(12): 1618-1621.

Celik D. Tasdemir T. Er K. (2013). Comparative Study of 6 Rotary Nickel-Titanium Systems and Hand Instrumentation for Root Canal Preparation in Severely Curved Root Canals of Extracted Teeth. *Journal of Endodontics*. 39(2): 278-282.

Cohen S. Levin MD. Berman LH. (2010). The SAF Endo System: adaptive 3-D cleaning, shaping and disinfection. *Endodontic Practice*. 4(2).

Cruz-Filho AM. Sousa-Neto MD. Savioli RN. Gariba Silva R. Vansan LP. Pécora JD. (2011). Effect of Chelating Solutions on the Microhardness of Root Canal Lumen Dentin. *Journal of Endodontics*. 37(3): 358-362.

De-Deus G. Souza EM. Barino B. Maia J. Quintella Zamolyi R. Reis C. Kfir A. (2011). The Self-Adjusting File Optimizes Debridement Quality in Oval-shaped Root Canals. *Journal of Endodontics*. 37(5): 701-705.

De-Deus G. Barino B. Marins J. Magalhães K. Thuanne E. Kfir A. (2012). Self-Adjusting File Cleaning-Shaping-Irrigation System Optimizes the Filling of Oval-shaped Canals with Thermoplasticized Gutta-percha. *Journal of Endodontics*. 38(6): 846-849.

De-Deus G. Accorsi-Mendonça T. de Carvalho e Silva L. de Souza Leite CA. da Silva D. Lima Moreira EJ. (2012). Self-Adjusting File Cleaning-Shaping-Irrigation System Improves Root-filling Bond Strength. *Journal of Endodontics*.

de Melo Ribeiro MV. Silva-Sousa YT. Versiani MA. Lamira A. Steier L. Pécora JD. de Sousa-Neto MD. (2012). Comparison of the Cleaning Efficacy of Self-Adjusting File and Rotary Systems in the Apical Third of Oval-shaped Canals. *Journal of Endodontics*.

Dietrich MA. Kirkpatrick TC. Yaccino JM. (2012). In Vitro Canal and Isthmus Debris Removal of the Self-Adjusting File, K3 and WaveOne Files in the Mesial Root of Human Mandibular Molars. *Journal of Endodontics*. 38(8): 1140-1144.

Hernández Gordillo MC. León Patiño CA. Ruiz Reyes H. Braulio Sánchez M. Diseño Geométrico de la Sección Transversal y Análisis Estructural de Limas Rotatorias Ni-Ti Fabricados por Trefilado. *Revista de Ciencias de la Salud: archivos de Ciencia*. Enero-Marzo. 2013; Suplemento I: vol. 5:35. ISSN: 2007-2139.

Hin ES. Wu M. Wesselink PR. Shemesh H. (2012). Effects of Self-Adjusting File, Mtwo and ProTaper en the Root Canal Wall. *Journal of Endodontics*.

Hof R. Perevalov V. Eltanani M. Zary R. Metzger Z. (2010). The Self-adjusting File (SAF). Part 2: Mechanical Analysis. *Journal of Endodontics*. 36(4): 691-696.

Lahoud Salem V. Galvéz Calla LH. (2006). Irrigación endodóntica con el uso de hipoclorito de sodio. *Odontología Sanmarquina*. 9(1): 28-30.

Mancini M. Armelin E. Cassaglia A. Cerroni L. Cianconi L. (2009). A Comparative Study of Smear Layer Removal and Erosion in Apical Intraradicular Dentine With Three Irrigating Solutions: A Scanning Electron Microscopy Evaluation. *Journal of Endodontics*. 35(6): 900-903.

Marending M. Paqué F. Fischer J. Zendher M. (2007). Impact of Irrigant Sequence on Mechanical Properties of Human Root Dentin. *Journal of Endodontics*. 33(11): 1325-1328.

Min Y. Fan B. Cheung G. Guttman JL. Fan M. (2006). C-Shaped Canal System in Mandibular Second Molars Part III: The Morphology of the Pulp Chamber Floor. *Journal of Endodontics*. 32(12): 1155-1159.

Mareending M. Paqué F. Fischer J. Zehnder M. (2017) Impact of Irrigant Sequence on Mechanical Properties of Human Root Dentin. *Journal of Endodontics*. 33(11): 1325-1328.

Metzger Z. Teperovich E. Zary R. Cohen R. Hof R. (2010). The Self-adjusting File (SAF). Part 1: Respecting the Root Canal Anatomy-A New Concept of Endodontic Files and Its Implementation. *Journal of Endodontics*. 36(4): 679-690.

Metzger Z. Teperovich E. Cohen R. Zary R. Paqué F. Hülsmann M. (2010). The Self-adjusting File (SAF). Part 3: Removal of Debris and Smear Layer- A Scanning Electron Microscope Study. *Journal of Endodontics*. 36(4): 697-702.

Metzger Z. Zary R. Cohen R. Teperovich E. Paqué F. (2010). The Quality of Root Canal Preparation and Root Canal Obturation in Canals Treated with Rotary versus Self-adjusting Files: A Three-dimensional Micro-computed Tomographic Study. *Journal of Endodontics*. 36(9): 1569-1573.

Metzger Z. (2011). From Files to SAF: 3D Endodontic Treatment is Possible at Last. *Alpha Omegan*. 104: 18-26.

Mozo S. Llana C. Forner L. (2012). Review of ultrasonic irrigation in endodontics: increasing action of irrigating solutions. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal*. 17(3): 512-516.

Paqué F. Peters OA. (2011). Micro-computed Tomography Evaluation of the Preparation of Long Oval Root Canals in Mandibular Molars with the Self-adjusting File. *Journal of Endodontics*. 37(4): 517-521.

Paranipe A. de Gregorio C. González AM. Gómez A. Silva Herzog D. Aragón Piña A. (2012). Efficacy of the Self-Adjusting File System on Cleaning and Shaping Oval Canals: A Microbiological and Microscopic Evaluation. *Journal of Endodontics*. 38(2): 226-231.

Peters O. Boessler C. Paqué F. (2010). Root Canal Preparation with a Novel Nickel-Titanium Instrument Evaluated with Micro-computed Tomography: Canal Surface Preparation Over Time. *Journal of Endodontics*. 36(6): 1068-1072.

Peters O. Paqué F. (2011). Root Canal Preparation of Maxillary Molars With the Self-adjusting File: A Micro-computed Tomography Study. *Journal of Endodontics*. 37(1): 53-57.

Poggio C. Dagna A. Colombo M. Rizzardi F. Chiesa M. Scribante A. Alberti G. (2012). Decalcifying Effect of Different Ethylenediaminetetraacetic Acid Irrigating Solutions and Tetraclean on Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics*. 38(9): 1239-1243.

Qian W. Shen Y. Haapasalo M. (2011). Quantitative Analysis of the Effect of Irrigant Solution Sequences on Dentin Erosion. *Journal of Endodontics*. 37(10): 1437-1441.

Ruckman JE. Whitten B. Sedgley CM. Svec T. (2013). Comparison of the Self-Adjusting File with Rotary and Hand Instrumentation in Long-oval-shaped Root Canals. *Journal of Endodontics*. 39(1): 92-95.

Scarfe WC. Levin MD. Gane D. Farman AG. (2010). Use of cone Beam Computed Tomography in Endodontics. *International Journal of Dentistry*.

Siqueira JF. Alves F. Almeida BM. Manchado de Oliveira JC. Rôças IN. (2010). Ability of Chemomechanical Preparation with Either rotary Instruments or Self-adjusting File to Desinfect Oval-shaped Root Canals. *Journal of Endodontics*. 36(11): 1860-1865.

Solomonov M. (2011). Eight Months of Clinical Experience with the Self-Adjusting File System. *Journal of Endodontics*. 37(6): 881-887.

Solomonov M. Paqué F. Fan B. Eilat Y. Berman LH. (2012). The Challenge of C-shaped Canal Systems: A Comparative Study of the Self-Adjusting File and ProTaper. *Journal of Endodontics*. 38(2): 209-214.

Solomonov M. Paqué F. Kaya S. Adigüzel Ö. Kfir A. Yigit-Özer S. (2012). Self-Adjusting Files in Retreatment: A High-resolution Micro-Computed Tomography Study. *Journal of Endodontics*. 38(9): 1283-1287.

Tasdemir T. Er K. Celik D. Yildirim T. (2008). Effect of passive ultrasonic irrigation on apical extrusion of irrigating solutions. *European Journal of Dentistry*. 2: 198-203.

Teixeira K. Cortés ME. (2004). Estado Actual de la Indicación de Antimicrobianos para la Medicación Intracanal. *Acta Odontológica Venezolana*. 43(2).

Torres López M. Díaz Álvarez M. Acosta Morales A. (2009). La clorhexidina, bases estructurales y aplicaciones en la estomatología. *Gaceta Médica Espirituana*. 11(1).

Unverdi Eldeniz A. Erdemir A. Belli S. (2005). Effect of EDTA and Citric Acid Solutions on the Microhardness and the Roughness of Human Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics*. 31(2): 107-110.

Uzunoglu E. Aktemur S. Ozgur Uyanik M. Durmaz V. Nagas E. (2012). Effect of Ethylenediaminetetraacetic Acid on Root Fracture with Respect to Concentration at Different Time Exposures. *Journal of Endodontics*. 38(8): 1110-1113.

Vasudev Ballal N. Mala K. Seetharama Bhat K. (2010). Evaluation of the Effect of Maleic Acid and Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Microhardness and Surface Roughness of Human Root Canal Dentin. *Journal of Endodontics*. 36(8): 1385-1388.

Versiani MA. Pécora J. de Sousa-Neto MD. (2011). Flat-Oval Root Canal Preparation with Self-Adjusting File Instrument: A Micro-Computed Tomography Study. *Journal of Endodontics*. 37(7): 1002-1007.

Voet K. Wu M. Wesselink P. Shemesh H. (2012). Removal of Gutta-percha from Root Canals Using the Self-Adjusting File. *Journal of Endodontics*. 38(7): 1004-1006.

Wu L. Mu Y. Deng X. Zhang S. Zhou D. (2012). Comparison of the Effects of Four Decalcifying Agents Combined with 60°C 3% Sodium Hypochlorite on Smear Layer Removal. *Journal of Endodontics*. 38(3): 381-384.

Yigit Özer S. Adigüzel Ö. Kaya S. (2011). Removal of Debris and Smear Layer in Curved Root Canals Using Self-Adjusting File with Different Operation Times – A Scanning Electron Microscope Study. *Int Dent Res*. 1: 1-6.

Yin X. Cheung G. Zhang C. Murakami Masuda Y. Kimura Y. Matsumoto K. (2010). Micro-Computed Tomographic Comparison of Nickel-Titanium Rotary versus Traditional Instruments in C-shaped Root Canal System. *Journal of Endodontics*. 36(4): 708-712.

Yoldas O. Yimaz S. Atakan G. Kuden C. Kasan Z. (2012). Dentinal Microcrack Formation during Root Canal Preparations by Different NiTi Rotary Instruments and the Self-Adjusting File. *Journal of Endodontics*. 38(2): 232-235.

Zaparolli D. Saquy PC. Cruz-Filho A. (2012). Effect of sodium Hypochlorite and edta irrigation, individually and in alternation, on dentin Microhardness at the furcation area of mandibular molars. *Brazilian Dental Journal*. 23(6).

Zehnder M. (2006). Root Canal Irrigants. *Journal of Endodontics*. 32(5): 389-398.

Zhang K. Kim Y. Cadenaro M. Bryan TE. Sidow SJ. Loushine RJ. Ling J. Pashley DH. Tay FR. (2010). Effects of Different Exposure Times and Concentrations of Sodium



Hypochlorite/Ethylenediaminetetraacetic Acid on the Structural Integrity of Mineralized Dentin. *Journal of Endodontics*. 36(1): 105-109.