



Universidad  
Nacional  
de Córdoba



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**“EFECTO DE LA IRRIGACIÓN CON PRESIÓN NEGATIVA  
EN EL CONDUCTO RADICULAR”**

TESISTA:

**OD. GEORGETTE ARCE BRISSÓN**

DIRECTOR:

**PROF. DRA. CARMEN VISVISIÁN**

**CÓRDOBA, 2016**



Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-  
NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).



**UNIVERSIDAD NACIONAL  
DE CÓRDOBA**



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA  
Escuela de Posgrado**

**Trabajo de Tesis para optar al Título de  
Doctor en Odontología**

**“Efecto de la irrigación con presión  
negativa en el conducto radicular”**

**Od. Georgette Arce Brissón**

**Directora**

**Prof. Dra. Carmen Visvisián**

**2016**



## COMISIÓN DE TESIS

Prof. Dra. Liliana Menis de Mutal

Prof. Dra. Elba Priotto

## JURADO

Prof. Dra. Liliana Menis de Mutal

Prof. Dra. Elba Priotto

Prof. Dra. Martha Siragusa



# DEDICATORIAS



*A mis padres, por darme su amor y aliento durante toda mi vida,  
A mi esposo Alejandro, por su apoyo incondicional y amor que me demuestra  
día a día, por permanecer siempre a mi lado.  
A mis hijas Zoe y Lara que son la razón de mi vida,  
A mis hermanas por ser las personas con las que siempre voy a poder contar.  
A la memoria de mi Suegro, quien con su ejemplo, me enseñó a perseverar y amar.*



ME LO CONTARON Y LO OLVIDÉ.  
LO VI Y LO ENTENDÍ. LO HICE Y LO  
APRENDÍ.

Confucio



# AGRADECIMIENTOS



## AGRADECIMIENTOS

Inicié un viaje que desde el comienzo ha tenido momentos maravillosos y agotadores y mucha gente a la que agradecer en este gran camino, gente que en mayor o menor medida ha colaborado para que todo este viaje sea único, en especial, mi familia, mis amigos y mi Directora.

A mi Directora, la Dra. Carmen Visvisián, de quien he aprendido muchísimo; por cierto, no hubiera sido fácil que este trabajo saliera adelante sin su apoyo incondicional y sus grandes conocimientos sobre investigación. Carmen, gracias por creer en mí, gracias por tu experiencia y por tu confianza.

A mi familia. Quiero agradecer especialmente a mi marido, por su esfuerzo, amor y apoyo; a mis hijas, que soportaron mis ausencias.

A mis padres y hermanas, siempre presentes para acompañarme; gracias por esas palabras de aliento y esas sonrisas; sirvieron mucho. A mi abuela ejemplo de perseverancia y tesón. A mis amigos que en todo momento han sabido tener una palabra de ánimo, especialmente a mi amiga y compañera Cecilia Boetto, por su incondicional ayuda y acompañamiento durante este tiempo.

Mi agradecimiento al Ing. Luis Croharé, del Departamento de Estadística, quien ha sido de gran ayuda en el análisis estadístico en esta Tesis Doctoral.

En todo este recorrido, no puedo olvidarme de los miembros de la Comisión de Tesis por sus valiosas sugerencias y acertados aportes durante el desarrollo de este trabajo; de mis compañeros de la Cátedra “A” de Endodencia. Agradezco también a la Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Córdoba, por el soporte institucional dado para la realización de este trabajo y por permitir mi continuo perfeccionamiento.

Sinceramente, **GRACIAS DE CORAZÓN.**



# ÍNDICE



## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b>	<b>9</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>11</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>13</b>
<b>MARCO TEÓRICO</b>	<b>20</b>
<b>HIPÓTESIS</b>	<b>26</b>
<b>OBJETIVOS</b>	<b>26</b>
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	<b>28</b>
<b>RESULTADOS</b>	<b>43</b>
<b>DISCUSIÓN</b>	<b>73</b>
<b>CONCLUSIONES</b>	<b>88</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>92</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>117</b>



# RESUMEN



## RESUMEN

La irrigación del conducto radicular resulta indispensable para limpiar y remover residuos y restos dentinarios. **OBJETIVO:** Comparar en conductos rectos y curvos de forma circular y achatada, la eficacia de la irrigación con presión negativa respecto a métodos con presión positiva. **MÉTODO:** Se utilizaron 180 piezas dentarias extraídas de 18 a 22 mm de longitud. Luego de colocadas en un modelo ad hoc. se instrumentaron con limas Protaper hasta el número F3 e irrigaron con NaOCl al 6% y EDTA al 17 %. Posteriormente se dividieron en dos grupos: A) 90 conductos rectos y B) 90 conductos curvos; estos, a su vez, en dos subgrupos de 45 piezas dentarias cada uno, con conductos circulares y achatados. Cada subgrupo se dividió en 3 grupos para emplear distintos métodos de irrigación: a) Irrigación Miraject Endo Rinse 25 G (Presión Positiva), b) Irrigación Ultrasónica pta. 20 (Presión Positiva) c) Irrigación con EndoVac (Presión Negativa). Luego, se les inyectó un medio de contraste (Temistac) para la toma de imágenes digitales con Radiovisiógrafo. La medición del nivel de gris del conducto radicular se efectuó en tres zonas a 1, 3 y 6 mm mediante el software (Image Pro Plus v4.5) reubicando las radiografías pre y post para que coincidan en la misma posición e inclinación. Los datos fueron analizados mediante el Test de Chi<sup>2</sup>. **RESULTADOS:** El sistema de irrigación EndoVac registró porcentajes significativamente mayores que los otros dos sistemas evaluados, irrigación convencional e irrigación ultrasónica, los cuales no se diferenciaron entre sí ( $p > 0.05$ ). Los dientes con conductos rectos registraron mayores porcentajes de penetración de la irrigación que aquéllos con conductos curvos, sólo al nivel de 1 mm ( $p < 0.05$ ), pero, no hubo diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) ni a los 3 mm ni a los 6 mm. **CONCLUSIÓN:** La forma y dirección del conducto radicular influye notablemente en la eficacia de la irrigación, siendo los conductos rectos y circulares los que registraron mayor profundidad de penetración del irrigante y la menor en curvos y achatados. El sistema de irrigación con presión negativa resultó ser más favorable comparado con los de presión positiva.



# ABSTRACT



## ABSTRACT

The root canal irrigation is essential to clean and remove dentin debris. **OBJECTIVE:** To compare in straight and curved, circular and flattened, root canal, the efficiency of irrigation under negative pressure over the conventional positive pressure method.

**METHODS:** 180 teeth extracted of 18 to 22 mm were used, after placed in an ad hoc model, they were instrumented with Protaper to F3; irrigated with 6% NaOCl and 17% EDTA. Then they were divided into two groups: A-90 curved root canal and B -90 straight root canal; and these into two subgroups of 45 teeth each with circular and flattened root canal. Each group was divided into 3 groups using different irrigation methods: a) Irrigation Syringe 25 Miraject Rinse Endo G (Positive Pressure), b) Ultrasonic Irrigation pta. 20 (Positive Pressure) c) Irrigation EndoVac (Negative Pressure) system. Then (Temistac) a contrast medium was injected and RVG was taken for making digital images. Irrigant penetration was assessed at 1, 3 and 6 mm using the different grey shade in the pre and post Xrays with Image Pro Plus software. For measurements at each level a Chi2 test was applied. **RESULTS:** The overall effectiveness of irrigation rates were calculated registering the EndoVac's irrigation system significantly higher percentages than the other two systems evaluated: conventional irrigation and ultrasonic irrigation, which did not differ from each other ( $p > 0.05$ ). The teeth with straight root canals recorded higher percentages of irrigation than curved canal only the 1 mm level ( $p < 0.05$ ), but at the 6 mm and 3 mm level there was not significant difference ( $p > 0.05$ ). **CONCLUSION:** The shape and direction of root canal greatly influence the efficiency of irrigation, being the straight and circular canals that showed deeper penetration of irrigant and the curved and flat canals the shallower. The irrigation system negative pressure EndoVac recorded the most favorable ratios compared to positive pressure ones.



# INTRODUCCIÓN





## INTRODUCCIÓN

El éxito de la terapéutica endodóntica depende de una combinación de diferentes factores: preparación biomecánica, conformación, irrigación/aspiración, desinfección y obturación del conducto radicular (Schidler, 1974).

Desafortunadamente, la acción mecánica de los instrumentos no llega a todas las zonas del conducto debido a su complejidad anatómica (Davis, Brayton y Goldman, 1972), especialmente en el tercio apical de la raíz, por lo que la limpieza en esta zona es limitada (Foschi y col., 2004). Baugh y Wallace, (2005) consideran que la penetración del irrigante en el tercio apical del conducto depende del diámetro del último instrumento utilizado en la preparación.

La preparación de conductos radiculares se realiza con instrumentos manuales, instrumentos accionados de forma mecánica, o mediante la combinación de ambos, siendo las limas tipo K, de acero inoxidable, los instrumentos más utilizados (Dolan y Graig, 1982 y Eldeeb y Boraas, 1985). Dicha instrumentación puede realizarse mediante técnicas apicocoronales o coronoapicales (Canalda y Braw, 2006).

Las modificaciones de los instrumentos en su fabricación y el uso de aleaciones NiTi (James y col., 2011 y Gambarini y col., 2008) confiere una mejora en sus propiedades, minimizando errores de procedimiento y el riesgo de fractura. Schäfer y Oitzinger, (2008) manifiestan que estos instrumentos representan un nuevo enfoque para la preparación rápida de los conductos, permitiendo el uso de limas rotatorias en conductos radiculares curvos.

Por otro lado en 2002, Card y col., demostraron que se obtienen mejores resultados cuando se amplía la preparación del tercio apical del conducto radicular, llevándolo a un mayor diámetro. Khabiri y col., (2007) determinaron que 30 mm es el diámetro mínimo de preparación apical para que actúe el irrigante.

Los investigadores y clínicos sostienen que la instrumentación, por sí sola, si bien disminuye el número de microorganismos presentes, no los erradica. Por esto es muy importante utilizar una sustancia de irrigación que pueda limpiar estas zonas (Byström y Sundqvist, 1981).



La función más importante del irrigante es la de eliminar el contenido microbiano, para lo que precisa ser capaz de remover el barro dentinario, que se va acumulando en el conducto, lo que provoca que los instrumentos resulten ineficientes y peligrosos. Esto llevó durante décadas al estudio de diferentes sustancias químicamente activas o no.

Las soluciones irrigantes tienen contacto con tejidos vitales, por lo que se requiere de soluciones no tóxicas, no cáusticas a los tejidos periodontales, sin potencial para causar alguna reacción anafiláctica; esto hace evidente la importancia de seleccionar dichos agentes (Bejarano Escribano, 2014).

Cabe estipular que el irrigante ideal debe tener: efecto bactericida, bacteriostático, lubricante; capacidad de disolver restos orgánicos; baja toxicidad y baja tensión superficial, lo que le permite acceder a zonas inaccesibles (Walton y Torabinejad, 1997).

Entre las soluciones antimicrobianas, el hipoclorito de sodio (NaOCl) es el irrigante de elección. La acción bactericida y de disolución de tejidos del NaOCl pueden estar modificadas por factores como: concentración, temperatura, estabilidad química y pH de la solución (Rodríguez y col., 2003).

El NaOCl se utiliza en concentraciones de 0,25 a 6 %, siendo al 5,25% una de la más utilizada por los endodoncistas por su acción antimicrobiana y su capacidad de disolver restos orgánicos e inorgánicos (Haapasalo, 2010).

Según Retamozo y col., (2010) el régimen de irrigación más efectivo es empleando una concentración de NaOCl al 5,25 % la cual debe entrar en contacto con los tejidos y/o paredes del conducto por 40 minutos, mientras que las concentraciones de 1,3 % y 2,5 % para este mismo intervalo de tiempo, son ineficaces en la eliminación de *E. Faecalis*, cuanto más concentrada sea la solución de NaOCl, mejor será su poder de disolución tisular (tejido vivo o necrótico) y mayor su capacidad de neutralización del contenido tóxico del conducto radicular. Si el irrigante se activa ultrasónicamente lubrica, arrastra y elimina casi todos los microorganismos comúnmente presentes en el conducto (Cheung y Stock, 1993; Leonardo, 2002). Siqueira y col., (2000) demostraron que aun empleando una alta concentración de NaOCl, no se logró eliminar totalmente las bacterias del conducto radicular.



Sirtes y col., (2005) comprobaron que el NaOCl al 1% a 45°C disuelve el tejido pulpar tan efectivamente como el NaOCl al 5.25% a temperatura ambiente (20°C), pero a 60°C (140°F) -aproximadamente-, el NaOCl al 1% , disuelve el tejido pulpar de una manera mucho más efectiva. Por otra parte, el uso del NaOCl a mayor temperatura aumenta su eficacia en la disolución del tejido orgánico (Cunningham y Balekjian, 1980; Berutti y Marini, 1996).

El aumento de la temperatura disminuye la tensión superficial del NaOCl y como consecuencia habrá una mejor penetración de la solución a través de los túbulos dentinarios (Azüero y col., 2004). Sin embargo no se recomienda calentar la solución de NaOCl por un período prolongado, ya que Cunningham y Joseph, (1980) demostraron que, calentando el NaOCl por 24 horas hay pérdida de los iones cloro, por lo que pierde sus propiedades. La estabilidad química del NaOCl depende de factores como: el tiempo de almacenamiento, la exposición a la luz y a la temperatura, entre otros. Cuanta mayor concentración tenga la solución de NaOCl, mayor inestabilidad va a tener. Conforme aumenta el tiempo de almacenamiento también aumenta la pérdida de cloro (Estrella y col., 2002). A fin de no minar sus propiedades bactericidas y disolventes, la solución de NaOCl debe mantener su pH alcalino para poder neutralizar la acidez del medio, evitando así el desarrollo bacteriano. Cuanto menor contenido de cloro tenga la solución de NaOCl, menor será el pH del irrigante (Clarkson y col., 2001). Gambarini y col., (1998) recomiendan que dichas soluciones se deben almacenar en períodos cortos de tiempo, en ambientes apropiados, en frascos color caramelo y alejados de la luz.

La desventaja principal de la solución de NaOCl es causar efectos altamente citotóxicos cuando es inyectado a nivel de los tejidos periapicales. Otras desventajas son: mal olor, sabor, blanquear la ropa y su alto potencial corrosivo para instrumental endodóntico (Azüero y col., 2004).

Otra solución antimicrobiana de uso en endodoncia es la Clorhexidina (CHX). Se desarrolló en Inglaterra a mediados del siglo XX pero fue años más tarde cuando resurgió como agente antibacteriano. Es una bisguanida catiónica sintética con una naturaleza química que favorece su eficacia, seguridad y que induce a escasos efectos secundarios locales (Yesilsoy y col., 1995; Marley y col., 2001 y Hauman y col., 2003).

Weber y col., (2003) encontraron in vitro que la CHX posee un amplio espectro antibacteriano residual hasta por 168 horas posteriores a su aplicación.



Okino y col., (2004) evaluaron la capacidad de disolución de tejido orgánico de la CHX, en un período mayor a 6 horas, demostrando así la principal desventaja de la CHX, de no disolver el tejido orgánico.

Según Gomes y col., (2013) su eficacia en endodoncia depende de su forma de presentación y de la concentración. Su concentración puede variar desde 0,12%, como bacteriostática para el control de la placa bacteriana, hasta 2%, cuyo mecanismo principal es ser bactericida (Zamany y col., 2003).

Por otra parte, en 1957 Nygaard-Ostby introdujo el ácido etilendiamino tetra acético (EDTA) como solución irrigadora en endodoncia. Es un agente quelante cuyas concentraciones más usadas son del 15-17% con un pH de 5-7. Es efectivo en la remoción de la capa del barro dentinario, al formar un complejo de calcio estable con el calcio propio de la dentina radicular a lo largo de las paredes de los conductos. Cuando todos los iones disponibles se han unido, se establece un equilibrio, se auto limita, deteniendo así la disolución del material inorgánico (Seidberg y Schilder, 1974), ayudando a prevenir el bloqueo apical y contribuir a la correcta desinfección del conducto radicular, ya que de esta manera se mejora la difusión de las soluciones desinfectantes en el conducto radicular (Torabinejad y col., 2002). EDTA al 10% provoca la formación de una zona de inhibición del crecimiento bacteriano y, a concentraciones menores (0,03%- 1%), su efecto antibacteriano es casi inexistente. (Russell y col., 1999).

Hayashi y col., (2005) comprobaron que estas soluciones ácidas y quelantes se utilizan para eliminar el barro dentinario de los conductos radiculares instrumentados y facilitar la adhesión de selladores endodónticos basados en resina.

El barro dentinario se forma en la superficie de las paredes dentinarias cuando el conducto radicular es instrumentado (McComb y Smith, 1975). Según el Medical Glossary 2009, es un conjunto de restos, entre ellos esmalte y/o dentina, que posee alrededor de 1 micrómetro de espesor.

Los principales constituyentes del barro dentinario son microorganismos, material orgánico (proteínas coaguladas, tejido pulpar necrótico o vital, prolongaciones odontoblasticas, saliva, células sanguíneas) e inorgánico; es una capa de entre 1 y 2  $\mu$  de grosor, con una profundidad dentro de los túbulos dentinarios de alrededor de 40  $\mu$  sobre las paredes de dentina. Ésta no sólo actúa como reservorio de sustrato para los



microorganismos (Pashley, 1984), sino también puede inhibir o retrasar la acción de los irrigantes utilizados (Lester y Boyde, 1977; Byström y Sundqvist, 1985; Foster y col., 1993).

La eliminación del barro dentinario aumenta la calidad del sellado en la obturación y disminuye la posibilidad de filtración bacteriana a lo largo del conducto (Behrend y col. 1996).

Ya que el barro dentinario está constituido por componentes orgánicos e inorgánicos, el EDTA por sí solo no puede eliminarlo, éste sólo elimina el componente inorgánico; para eliminar el componente orgánico se lo debe complementar con una sustancia como el NaOCl, para lo cual se han desarrollado técnicas que consisten en alternar las soluciones de irrigación (Cohen y Burns 2001). Según Byström y Sundqvist, (1981) combinando 5% de NaOCl con EDTA se aumenta el efecto bactericida, debido a la remoción del barro dentinario.

Kuruvilla y Kamath (1998) irrigaron alternadamente con NaOCl y CHX, concluyendo que los efectos de ambos se potencian cuando se utilizan juntos. Según White y col., (1997), tanto CHX al 2% como al 0.12, cuando se usan como irrigantes, tienen efectos antimicrobiano residual por 72 horas.

Para aprovechar la propiedad de disolución de tejido orgánico del NaOCl y la propiedad antibacterial y de sustantividad de la CHX, con menor riesgo a efectos citotóxicos en los tejidos periapicales, Delany y col., (1982) proponen el uso de NaOCl al 2.5% en las primeras irrigaciones, aprovechando su capacidad de disolver tejido orgánico, continuando con la CHX al 0.2%, la cual posee acción antibacterial sumada a la adecuada sustantividad y bio-compatibilidad de este compuesto.

Estudios de Basrani y col., (2007) afirman que la mezcla de las soluciones de NaOCl y CHX con el fin de aprovechar las propiedades de ambas, forman un precipitado, el cual tiene efectos cancerígenos, por lo que recomiendan, enjuagar con alcohol o solución fisiológica entre medio.

Los protocolos clínicos de desinfección deberían lograr la limpieza y la eliminación del barro dentinario y la ruptura del Biofilm.

Por ello, actualmente se utiliza un régimen de irrigación que emplea NaOCl, EDTA y CHX, lo que determina una menor adherencia bacteriana. Estos químicos, que



alteran las propiedades físico químicas de la dentina, influyen en la formación subsiguiente del Biofilm (Kishen y col., 2008).

El Biofilm es una comunidad estructurada de microorganismos con interacciones complejas, encapsulada por una matriz polisacárida aglutinante auto-desarrollada que se adhiere a la superficie del diente, incluyendo a los túbulos dentinarios (Lambrechts y col., 2006).

Dado que una de las leyes de la física es “sólo un objeto puede ocupar un espacio a la vez”, si los restos de tejido pueden ser removidos de los conductos laterales, de los deltas apicales, etc., estas áreas se pueden llenar con material de obturación proporcionando un mejor sellado y, de esta manera, inhibir el tránsito de bacterias en el conducto (Tipler y Llewellyn, 2002).

Otros investigadores comprobaron la importancia del tipo de irrigación dinámica o estática y su correlación en cuanto a diámetro y conicidad de la preparación quirúrgica del conducto radicular (Huang y Gulabivala, 2008). Sjögren y col., (1997) reportaron que, en conductos que poseen cultivo positivo antes de la obturación, los porcentajes de éxito disminuían considerablemente.

En 1983 Chow fue capaz de demostrar que la irrigación con presión positiva tiene poco o ningún efecto apical, ya que el irrigante sólo llega a 1mm de donde termina la aguja. Manifestándolo en ‘irrigación en endodoncia: para que la solución sea mecánicamente eficaz en la eliminación de todas las partículas, tiene que: (a) llegar al ápice, (b) crear una corriente, (c) arrastrar y (d) llevar las partículas a distancia”.

En el sistema de irrigación con presión apical negativa, la solución de irrigación se libera en coronal y se succiona en la punta de la aguja de irrigación en el ápice, creando un flujo de corriente por todo el conducto hacia el ápice, que favorecería la penetración del irrigante (Kurtzman, 2009).

La presente investigación tiene como finalidad demostrar la eficacia de la presión negativa en las zonas más complejas de la anatomía dentaria con respecto a los métodos convencionales de irrigación, donde la presión se ejerce en forma positiva; esto conlleva no sólo riesgos para el paciente sino también para el pronóstico del tratamiento endodóntico. Esperamos que los resultados obtenidos se conviertan en un aporte para el mejoramiento de dichos tratamientos.



# MARCO TEÓRICO



## MARCO TEÓRICO

La irrigación en endodoncia es un complemento fundamental de la preparación quirúrgica de los conductos radiculares puesto que, residuos de tejido pulpar, bacterias y restos de dentina pueden permanecer en el conducto aún después de haber hecho una meticulosa preparación biomecánica (Azüero y col., 2004).

La irrigación se define como el lavado y aspiración de todos los restos contenidos en la cámara y conductos radiculares. (Hülsmann y col., 2009). Este acto operatorio consiste en irrigar las paredes del conducto radicular con una solución química, que al mismo tiempo, al ser sometida a la aspiración, promoverá la limpieza del espacio endodóntico (Trepagnier y col., 1977).

La irrigación debe ser abundante para el funcionamiento efectivo de las limas, sin ella, los instrumentos perderían rápidamente su eficacia debido a la acumulación de residuos. El irrigante se va a encargar de limpiar el instrumento, aumentando su efectividad y facilitando la instrumentación al lubricar las paredes de los conductos y suspender el polvo de la dentina (Magallanes Aguilar, 2010).

La técnica de irrigación puede ser pasiva o activa. La pasiva, se inicia inyectando lentamente el irrigante en el conducto, mientras que, la activa, estimula la hidrodinámica del líquido y su movimiento (Van der Sluis y col., 2006).

La técnica de irrigación pasiva, también llamada irrigación, tradicional o convencional se lleva a cabo con jeringas hipodérmicas, tubo de plástico descartable, que posee un émbolo en la parte inferior y una cavidad pequeña en la parte superior por donde se inserta la aguja. Esta aguja se introduce en el conducto y se presiona para dejar salir el líquido de irrigación. Las jeringas son fácilmente accesibles y vienen de diferentes tamaños y presentaciones (Vera Rojas y col., 2012).

Las agujas irrigadoras deben ser de diferentes calibres (“gauge” G) para que puedan ser introducidas profundamente en el conducto radicular. Se utilizan agujas con perforaciones finales o laterales, otras tienen un diseño cerrado en su punta con una salida lateral, con la finalidad de que el irrigante no sea extruido hacia los tejidos periapicales (Kahn y col., 1995). Los calibres varían del calibre 25 G, 27 G, 30 G hasta 31 G de acuerdo al conducto radicular, para evitar obstruir el conducto e impedir el reflujo normal de la solución de irrigación (Leonardo, 2008).





Van der Sluis y col., (2006) establecen la importancia de que la aguja debe permanecer holgada en el conducto radicular para permitir el correcto flujo de la solución así como la salida hacia coronal del líquido con detritus. Es importante también considerar el largo de la aguja de irrigación, en relación con el conducto radicular, ya que debe llegar lo más próximo a la longitud de trabajo (Hülsmann y col., 2009).

La eficacia de la Irrigación Pasiva es moderada, dado que hay extensiones o irregularidades del conducto radicular imposibles de acceder, impidiendo una correcta limpieza del conducto (Wu y Wesselink, 2001). La Irrigación Activa puede ser manual o mecánica y esta a su vez con presión positiva o presión negativa.

#### Irrigación Activa Manual

En la irrigación Activa manual la agitación del irrigante en el conducto se puede realizar usando limas manuales, agujas de irrigación con movimiento de vaivén (Cecic y col., 1984) que permiten una mejor difusión del irrigante hacia apical (Druttman y Stock, 1989).

Pierre Machtou (1980), muestra la activación de la irrigación con un cono de gutapercha maestro (bien adaptado a un conducto previamente instrumentado) con un movimiento vaivén dentro del conducto aproximadamente de 2 mm. Caron y col., (2010) comprobaron que el movimiento del cono maestro puede producir un efecto hidrodinámico y mejorar el desplazamiento e intercambio de los irrigantes apicalmente en comparación con la irrigación pasiva.

Recientemente, los avances tecnológicos han permitido desarrollar sistemas de irrigación Activa Mecánica con presión positiva o presión negativa.

#### Irrigación Activa Mecánica

- Presión positiva;
  - Activadores Sónicos, Endo Activator (Dentsply Tulsa) (Walmsley y Williams, 1989 y Chye, 2008).
  - Activadores Ultrasónicos; hay dos tipos de irrigación ultrasónica:
    - Irrigación ultrasónica con instrumentación simultánea denominada (UI) (Weller y col., 1980; Martin y col., 1980; Ahmad y col., 1988, Wu y col., 2003 y Peters, 2004).



- Irrigación ultrasónica pasiva (PUI), (Weller y col., 1980; Van der Sluis y col., 2007; Kenee y col., 2006; Huiz Peeters, 2014 y Al-Jadaa y col., 2009).
- Presión Negativa;
  - EndoVac, (Fukumoto y col., 2006; Nielsen y Baumgartner, 2007 y Desai y Himel, 2009).

#### Irrigación Activa Mecánica con Presión Positiva- Activadores Sónicos

Irrigación Sónica; Sistema EndoActivator; la irrigación sónica opera a una frecuencia más baja (1-6 KHZ), (Ahmad, 1988), con un movimiento hacia atrás y adelante de la punta. Según Walmsley y Williams, (1989) este tipo de vibración ha mostrado ser eficiente en la limpieza de los conductos radiculares, ya que produce una gran amplitud de desplazamiento.

Chye, (2008), en su trabajo sobre la efectividad del EndoActivator para eliminar barro dentinario y detritus, encontró que el uso de EndoActivator es tan eficiente como el del ultrasonido.

#### Irrigación Activa Mecánica con Presión Positiva - Activadores Ultrasónicos

Hay dos tipos de irrigación ultrasónica: Irrigación ultrasónica con instrumentación simultánea e irrigación ultrasónica pasiva.

Irrigación ultrasónica: la irrigación es combinada con la instrumentación simultánea con ultrasonido. Se utilizan limas accionadas por un dispositivo ultrasónico, la lima es intencionalmente puesta en contacto con la pared del conducto radicular y como la anatomía del conducto radicular es compleja (Peters, 2004) ésta sólo podrá estar en contacto con alguna zona de la pared del mismo (Wu y col., 2003).

Según Martin y col., (1980) el uso de la irrigación ultrasónica contribuye a la eliminación de la capa de barro dentinario. Sin embargo, Weller y col., (1980) han demostrado que resulta ser menos eficaz en la eliminación del tejido pulpar y de la capa de barro dentinario de los conductos radiculares que la irrigación ultrasónica pasiva.

Irrigación ultrasónica pasiva: se basa en la transmisión de energía al irrigante a partir de un instrumento ultrasónico oscilante en el interior del conducto radicular. Se ha demostrado que una solución irrigante en conjunción con la vibración ultrasónica está



asociada directamente con la eliminación de desechos orgánicos e inorgánicos de las paredes del conducto radicular (Kenee y col., 2006 y Van del Sluis y col., 2007). Las vibraciones sonoras mueven los irrigantes generando una corriente acústica que causa un flujo a lo largo de la parte exterior del instrumento y tiene efecto de arrastre en las paredes del conducto. La corriente acústica está limitada por la amplitud de la vibración sónica y requiere un diámetro mínimo de preparación del conducto radicular de alrededor de 0.25 mm para ingresar con un instrumento de conicidad .02 N°15. Si el conducto es estrecho, o curvo, el instrumento se bloquea durante la irrigación, la solución no es capaz de fluir a la longitud de trabajo y, por lo tanto, no hay flujo de corriente acústica.

Con el propósito de obtener una mejor comprensión del mecanismo por el cual el irrigante viaja apicalmente y aclarar el fenómeno de la corriente dentro del conducto, Huiz Peeters y col., (2014) concluyeron que el movimiento apical de la solución puede ser atribuido a la generación de ondas inducidas ultrasónicamente en la interfaz irrigante- aire, resultando en la eliminación del aire atrapado en el conducto radicular y dejando que la solución viaje apicalmente en direcciones opuestas.

Van der Sluis y col., (2007) al igual que Al-Jadaa y col., (2009) afirman que el sistema de activación ultrasónica pasiva, al vibrar dentro del conducto va ayudar al irrigante a penetrar de una forma más efectiva a través de los túbulos dentinarios.

#### Irrigación Activa Mecánica con Presión Negativa.

El EndoVac es otro sistema mecánico de irrigación que provoca presiones negativas, combina irrigación-evacuación. Fue diseñado para evitar los riesgos de extrusión de irrigantes hacia los tejidos o senos maxilares. La irrigación es liberada en coronal del conducto radicular, con presión positiva y se aspira desde la parte coronal a la parte apical del conducto radicular por medio de una microcánula que se encuentra en apical y finalmente se succiona logrando evacuación, lo que permite realizar al mismo tiempo la irrigación de una gran cantidad de solución irrigadora en la cámara y aspirar en la zona apical (Schoeffel, 2007).

Al ser colocada en apical del conducto radicular, la presión negativa arrastra el irrigante desde la cámara pulpar hacia la punta y es retirado a través de los orificios de



la microcánula, que puede ser utilizada a longitud de trabajo en conductos instrumentados a un calibre mínimo #30 (Kurtzman, 2009). La microcánula es el componente clave de este sistema; posee un diámetro externo de 0.32 mm, una terminación sellada de manera esférica que es utilizada como guía, con 12 micro-agujeros colocados radialmente en los últimos 0.7 mm, diseñados para arrastrar la solución en los últimos 2 mm de la longitud de trabajo (Haas y Edson, 2007).

El efecto de succión apical del irrigante hacia y a través de las paredes de los conductos crea un efecto de turbulencia, mientras los líquidos son forzados a fluir hacia los 0.2 mm de la longitud de trabajo establecida, por lo que este proceso de aspiración arrastra las micropartículas fuera del sistema de conductos.

Nielsen y Baumgartner, (2007) determinaron que el EndoVac lograba mejor desbridamiento de restos en el tercio apical. Por otra parte, Fukumoto y col., (2006) concluyeron que, usando la técnica de EndoVac, se remueve el barro dentinario en una forma más efectiva que con los métodos convencionales y la extrusión de líquido fuera del foramen apical es menor.

Desai y Van Himel, (2009) demostraron que con irrigación manual y ultrasónica tuvieron significativamente mayor cantidad de extrusión en comparación con EndoVac y EndoActivator.

Cuando el NaOCl se extruye al tejido periapical ocasiona la aparición de síntomas, como inflamación, dolor, parestesia, necrosis de los tejidos, hemorragia, hematomas faciales y posible obstrucción de las vías aéreas (Ingram, 1990 y Becking, 2004).

Ante la necesidad de lograr una adecuada instrumentación y limpieza, complementada con una irrigación capaz de reducir no sólo las bacterias y sus toxinas, sino también de eliminar restos orgánicos o inorgánicos, y teniendo en cuenta la complejidad e irregularidades anatómicas que presentan los conductos radiculares, nos propusimos comprobar la eficacia y las ventajas de la irrigación con presión negativa en comparación con técnicas de irrigación que utilizan presión positiva.



# HIPÓTESIS Y OBJETIVOS



## HIPÓTESIS

El EndoVac, sistema de irrigación con presión negativa, realiza una mayor penetración del irrigante a nivel apical.

## OBJETIVOS

Objetivo General:

- Comparar en conductos rectos y curvos de forma circular y achatada, la eficacia de la irrigación con presión negativa respecto al método convencional con presión positiva.

Objetivos Específicos:

- Analizar si la técnica de irrigación con presión negativa es más eficiente que los métodos de presión positiva.
- Valorar si la penetración del irrigante con la utilización del EndoVac es mayor a la obtenida con los métodos tradicionales empleados hasta el momento.
- Evaluar si la penetración del irrigante se da por igual en elementos curvos y rectos instrumentados hasta la misma lima maestra.
- Comprobar si los conductos de conformación achatada pueden ser penetrados por el irrigante de igual manera que los circulares.



# MATERIALES Y MÉTODOS

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron 180 elementos dentarios, uni-canalulares permanentes de 18 a 22 mm de longitud, con curvas severas de 20 – 30 grados (Según método de Schneider); recientemente extraídos a humanos adultos de 30 a 50 años, provenientes de un almacenamiento de dientes que pertenece al área de Endodóncia de la Facultad de Odontología, UNC, motivo por el cual no se registró ni sexo ni estado pulpar. Luego se les realizó radiografía de frente y perfil. Todos los especímenes fueron almacenados en solución fisiológica. Se excluyeron dientes con calcificaciones y curvas excesivas.

Las muestras fueron sometidas a diferentes pasos:

1. Colocación en un modelo PROTRAIN (Figura 1).

Es un dispositivo diseñado específicamente para la formación en endodoncia y para realizar procedimientos experimentales, limitando las variables. El diente extraído se coloca en el modelo y queda bloqueado por una tuerca anular que permite al operador realizar todas las operaciones necesarias de manera estandarizada, desde el establecimiento de la longitud de trabajo a la instrumentación. Por otra parte permite registrar con precisión reproducible la posición de la películas radiográfica.

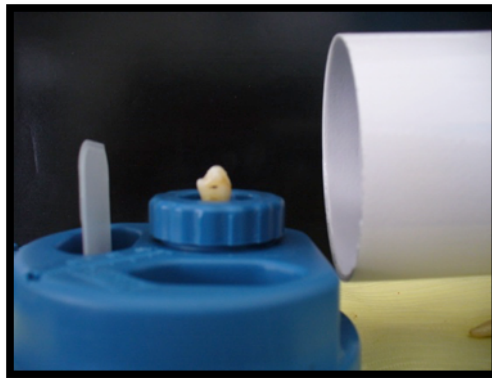


**Figura 1. PROTRAIN.**



## 2. Técnica radiográfica.

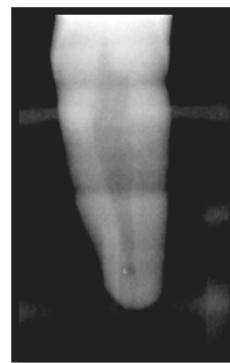
Se utilizó la Técnica Paralela, donde la película radiográfica se mantiene paralela al eje largo del elemento dentario y el rayo central es dirigido perpendicularmente a la cara bucal del diente, de tal manera que al incidir forme un ángulo recto con el eje largo del diente y la película. Esta orientación minimiza la distorsión geométrica de la imagen y se logra isometría e isomorfismo factores estos que conducen a la obtención de imágenes con menos distorsión y mayor definición. (Figura 2 A, B y C) Se empleó un aparato de Rayos Roentgen Asistent, Dental San Justo Argentina. -70 kv, 8 mA, 220 /110v y películas dentales periapicales simples (31x 41) Ultra Speed marca Kodak (USA). Las películas radiográficas fueron procesadas con soluciones Reveladoras y Fijadoras - Kodak (USA) a temperatura óptima de 22° C .



**Figura 2 A. Técnica Paralela.**



**Figura 2 B. Rx Frente.**



**Figura 2 C. Rx Perfil.**

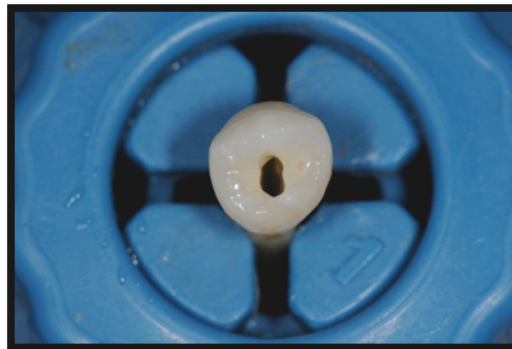
3. Remoción de caries, con fresa esférica N° 4 (Nani- Japón) a alta velocidad, turbina W & H Topair 190 BC (Made in Austria).
4. Acceso pulpar, con fresa esférica N° 4 (Nani-Japón) y fresa Endo- Z (Dentsply Maillefer) a alta velocidad, turbina W & H Topair 190 BC (Made in Austria) (Figura 3A, B y C).



**Figura 3 A. fresa esférica N° 4.**



**Figura 3 B. fresa Endo- Z .**

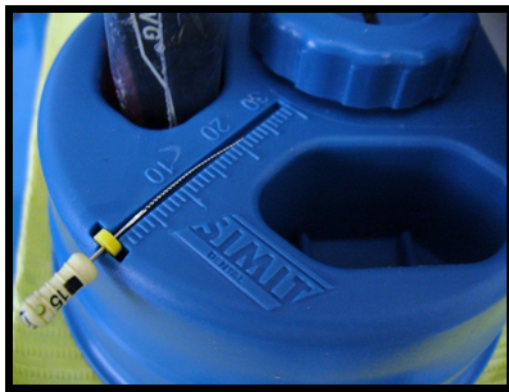


**Figura 3 C. Acceso.**

5. Sondaje y cateterismo con lima manuales tipo K diámetro 15 de 25 mm Fig.4.



6. Determinación de la longitud de trabajo, con radiovisiografo : (RVG) RVG-S Trophy. (Kodak – Japón) y aparato radiológico dental: 70 KV/8 MA. Tiempo de exposición 0,02-0,2 seg. y Localizador Apical LEA ProPex I (Dentsply Maillefer). Todos los conductos fueron medidos con una lima tipo K diámetro 15 de 25 mm (Dentsply Maillefer). (Figura 5 A, B, C y D).



**Figura 5 A. Long. de trabajo.**



**Figura 5 B. Imagen c/Radiovisióg .**



**Figura 5 C. ProPex I (Dentsply Maillefer).**

7. Irrigación con NaOCl al 6 % (Chlor- XTRA- Vista Dental) 2 ml entre cada instrumento (Figura 6 A y B).



Figura 6 A. Chlor- XTRA- Vista Dental.

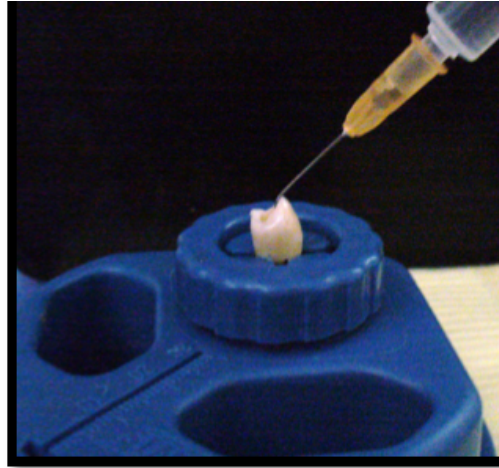


Figura 6 B. jeringa con NaOCl.

8. Instrumentación con Sistema Rotatorio Protaper Universal (Dentsply-Maillefer, Ballaigues, Switzerland) (Figura 7 A) hasta lima F3, siguiendo las indicaciones del fabricante (Figura 7 B ) con técnica Crown Down a la longitud de trabajo.

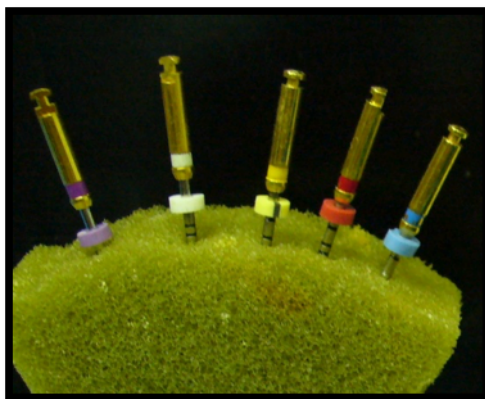


Figura 7 A. Inst. Protaper Universal.

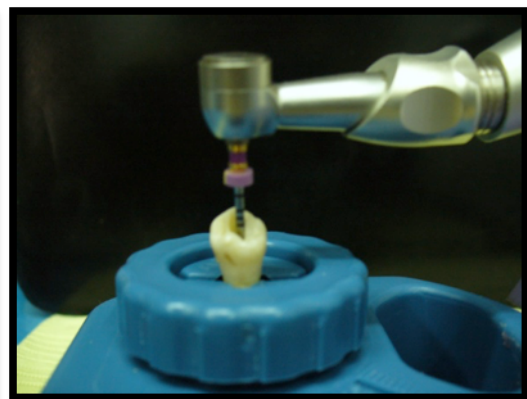


Figura 7 B. Técnica Crown Down.

9. Durante la instrumentación se irrigió con NaOCl al 6 %, EDTA al 17 %, seguido de CHX al 2% de la Vista Dental WI (USA), 16 ml en total. (Figura 8).



**Figura 8. Irrigantes utilizados en el estudio Vista Dental.**

El total de las piezas se dividió en 2 grupos:

- ✓ Grupo A, 90 conductos rectos y
- ✓ Grupo B, 90 conductos con curvas severas de 20 – 30 grados (Según método de Schneider).

Posteriormente cada grupo se dividió en 2 sub-grupos,

Grupo A. Conductos Rectos.

1. Compuesto por 45 piezas dentarias cuyos conductos presentaban forma circular en su sección transversal.
2. Compuesto por 45 piezas dentarias cuyos conductos presentaban forma achatada en su sección transversal.

### Grupo B. Conductos Curvos.

1. Compuesto por 45 piezas dentarias cuyos conductos presentaban forma circular en su sección transversal.
2. Compuesto por 45 piezas dentarias cuyos conductos presentaban forma achatada en su sección transversal.

A su vez cada grupo se dividió en 3 sub-grupos que fueron sometidos a distintos métodos de irrigación.

#### a. Irrigación con Miraject Endo Rinse 25 G (Presión Positiva).

Miraject Endo Rinse (Hager-Werken, Japón): es una jeringa de 2 ml con aguja 0,25/25G\* 32 mm, a través de cuya punta se libera la sustancia de irrigación en el conducto para ser succionada coronalmente creando un sistema de presión positiva (Figura 9 A, 9 B y 9 C).

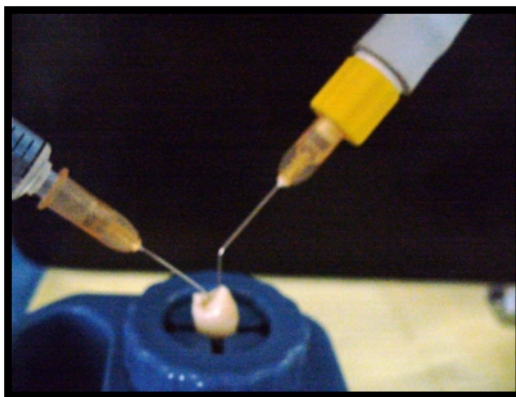


Fig. 9 A. Miraject Endo Rinse .      Fig. 9 B. (A punta de la aguja e irrigante).

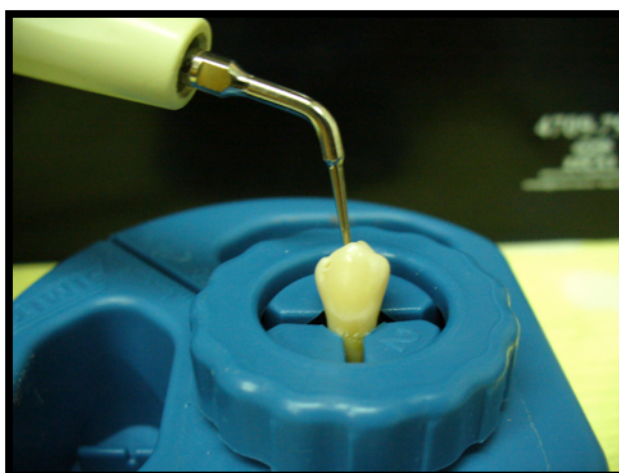


Fig. 9 C. Aguja Miraject Endo Rinse (Hager- Werken, Japón).

b. Irrigación Ultrasónica pta. 20 (Bonart co., California) (Presión Positiva).  
Irrigación Ultrasónica Pasiva ART-M4 (Bonart co., California): este proceso se inicia al introducir el irrigante dentro del conducto; esto puede hacerse por medio de una jeringa o mediante una perforación presente en la punta ultrasónica. Las vibraciones sonoras mueven los irrigantes, generando una corriente acústica que causa un flujo a lo largo de la parte exterior del instrumento y tiene efecto de arrastre en las paredes del conducto. Punta ultrasónica GE 20 (Vista Dental, Wisconsin) para activación del irrigante (Figura 10 A y 10 B).



**Figura 10 A. punta ultrasónica GE 20 (Vista Dental).**



**Figura 10 B. Irrigación Ultrasónica ART-M4 (Bonart co).**

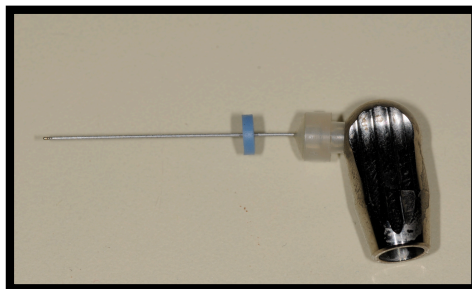
c. Irrigación con sistema EndoVac (Discus Dental, California) (Presión negativa). Sistema EndoVac (Discus Dental, Culver City, CA): dispensador y evacuador del irrigante que consta de una punta unida a una jeringa con el irrigante y al suctor de la unidad dental. Un tubo pequeño une al suctor, tanto a la macro como a la micro cánula.

La macrocánula es de plástico con una punta abierta de calibre ISO #55 y conicidad 0.02 (Figura 11 A).



**Figura 11 A. Macrocanula (imágenes [http Discus Dental. USA](http://www.discusdental.com)).**

La microcánula (Figura 11 B) está fabricada en acero inoxidable y tiene 12 pequeños orificios colocados lateralmente con una punta cerrada de calibre ISO #32 (Figura 11 C).



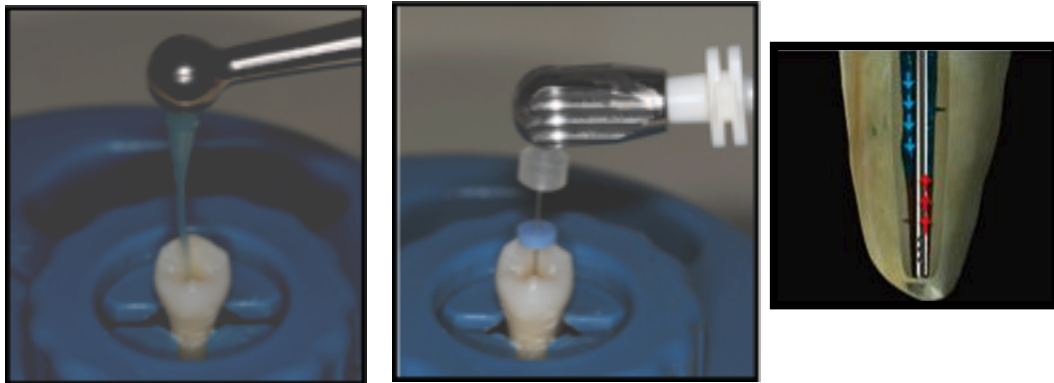
**Figura 11 B. Microcanula.**



**Figura 11 C. Microcanula (I. [http Discus D. USA](http://www.discusdental.com)).**



La jeringa libera el irrigante en la cámara pulpar y evacua el exceso. Cuando estas cánulas son introducidas en el conducto, la presión negativa empuja el irrigante desde la cámara hacia abajo hasta la punta de la misma (Figura 12 A, 12 B y 12 C).



**Figura 12 A. Macrocánula.      Figura 12 B y C. Microcánula (I. [http Discus Dent. USA](http://www.discusdent.com)).**

Protocolo de irrigación del conducto.

- a. Irrigación con Miraject Endo Rinse 25 G; irrigación final, 30 seg. NaOCL, 30 seg. EDTA y 30 seg. NaOCl 2 mm LT (longitud de trabajo).
- b. Irrigación Ultrasónica pta. 20 (Bonart co., California); irrigación final 30 seg. NaOCl, 30 seg. EDTA, 30seg. NaOCl con activación 2 mm LT (longitud de trabajo).
- c. Irrigación con sistema EndoVac (Discus Dental, California); irrigación final 30 seg. NaOCl con macro cánula, 30 seg. EDTA, 30 seg. NaOCl con micro cánula a LT (longitud de trabajo).



En síntesis:

Grupo A: Conductos Rectos

1. Circulares (Incisivo Central Superior).
  - a. Irrigación con Miraject Endo Rinse 25 G (Presión Positiva).
  - b. Irrigación Ultrasónica pta. 20 (Bonart co., California) (Presión Positiva).
  - c. Irrigación con sistema EndoVac (Discus Dental, California) (Presión negativa).

Grupo A: Conductos Rectos

2. Achatados- (Premolares inferiores).
  - a. Irrigación con Miraject Endo Rinse 25 G (Presión Positiva).
  - b. Irrigación Ultrasónica pta. 20 (Bonart co., California) (Presión Positiva).
  - c. Irrigación con sistema EndoVac (Discus Dental, California) (Presión negativa).

Grupo B: Conductos Curvos

1. Circulares: Molares Superiores Raíz Palatina.
  - a. Irrigación con Miraject Endo Rinse 25 G (Presión Positiva).
  - b. Irrigación Ultrasónica pta. 20 (Bonart co., California) (Presión Positiva).
  - c. Irrigación con sistema EndoVac (Discus Dental, California) (Presión negativa).

Grupo B: Conductos Curvos

2. Achatados: Caninos Inferiores
  - a. Irrigación con Miraject Endo Rinse 25 G (Presión Positiva).
  - b. Irrigación Ultrasónica pta. 20 (Bonart co., California) (Presión Positiva).
  - c. Irrigación con sistema EndoVac (Discus Dental, California) (Presión Negativa).

Luego de aplicar los diferentes métodos de irrigación en cada grupo y con el objeto de evaluar la profundidad de penetración del irrigante en sentido corono- apical, se les inyectó con Miraject Endo Rinse (Hager –Werken, Japón), con aguja 0,25/ 25G\* 32 mm, 2 ml de NaI -Temistac (Diatrizoato de meglumina al 66 %, Diatrizoato de sodio al 11 %.) al 50% durante 2 minutos como medio de contraste (Figura 13 A y B).

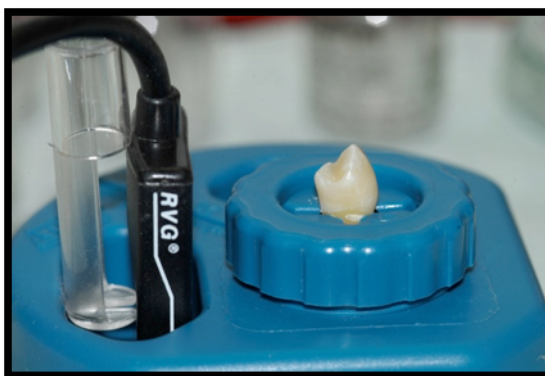


**Fig. 13 A. Temistac.**



**Fig. 13 B. Temistac (medio de contraste).**

Se adaptó un cilindro metálico, como referencia para colocar los elementos en el modelo Protain (Smit dental) que permita reubicar las imágenes de la misma manera, para posicionar el diente y el sensor de RVG de manera estable, se ajustó un tubo de acrílico. Se tomó una radiografía con radiovisiógrafo (Kodak, Japón) con parámetros constantes de MA y 0.12 S de exposición para la toma de imágenes digitales con Radiovisiógrafo, en sentido Vestíbulo / Palatino (Lingual) y Mesio/ Distal reubicando las radiografías Pre y Post, en la misma posición e inclinación.(Figura 14 A y B).



**Fig. 14 A. RGV Trophy. c/ tubo de acrílico.**



**Fig. 14 B. RGV Trophy. c/ cilindro met.**

Posteriormente, cada raíz se dividió en tres tercios trazando la primera línea a 1mm de ápice, la segunda línea a nivel del cuello y, entre el espacio determinado por estas dos, se trazaron 2 líneas paralelas y equidistantes entre sí quedando de esta manera delimitado los tercios, coronario, medio y apical.

La medición en porcentajes de la penetración del irrigante se efectuó a 1, 3 y 6 mm, mediante software Image Pro Plus. Los datos se analizaron mediante el Test de Chi<sup>2</sup>.

Se utilizó el procedimiento de medición de nivel de gris en tres zonas del conducto radicular. Mediante software (Image Pro Plus v4.5) se reubicaron las radiografías Pre y Post correspondientes a la misma vista de un determinado caso, utilizando las herramientas de rotación y traslación para que coincidieran en la misma posición e inclinación relativa. (Figura 15 A y 15 B). Esto es muy importante, ya que el siguiente paso fue la aplicación de un operador matemático entre imágenes (Rx Post *subtract* Rx Pre).

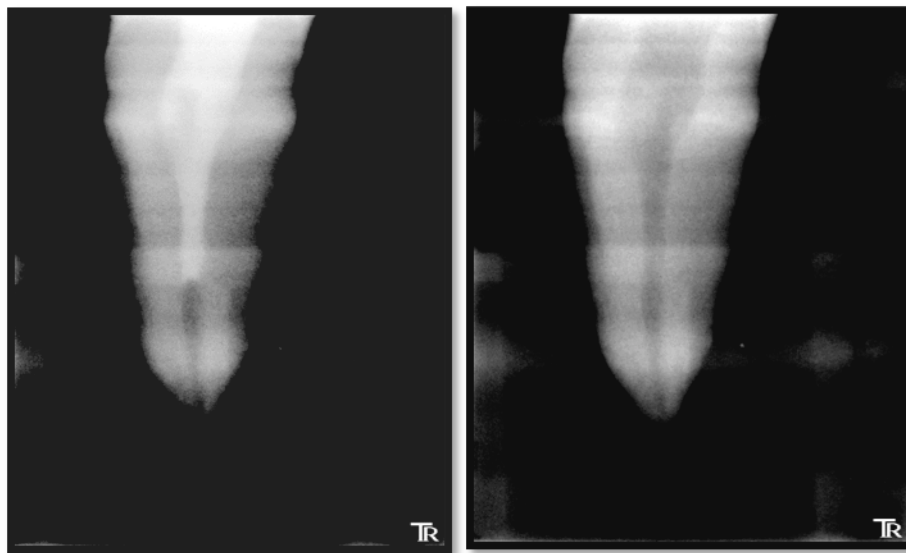


Fig. 15 A. Imagen radiográfica Pre. Fig. 15 B. Imagen radiográfica Post.

La imagen resultante restó (Post-Pre) evidencia a las zonas que diferían entre sí, lo que constituye, precisamente, el medio de contraste de interés. (Figura 16 A y B).

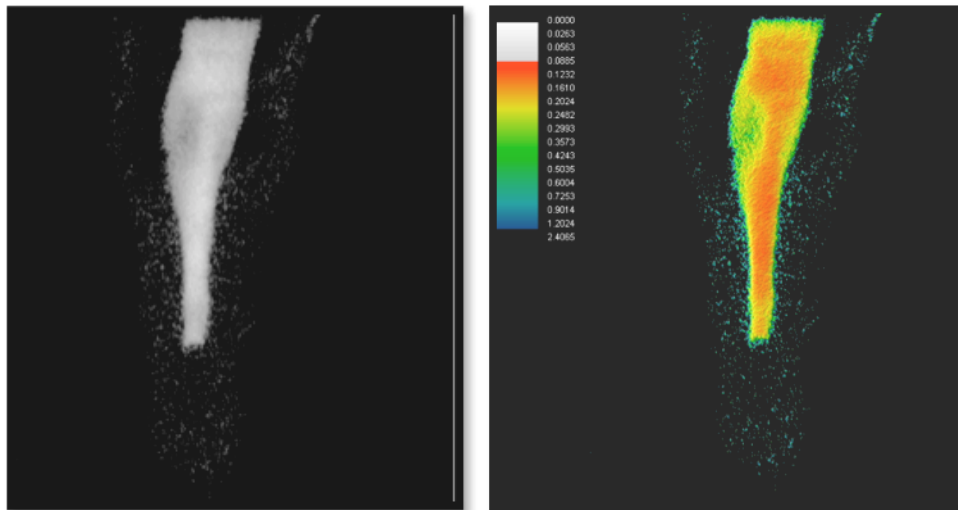


Fig. 16 A. I resultante (Post-Pre). Fig. 16 B. pseudo color según densidad óptica.

Seguidamente se procedió a evaluar los tres niveles predeterminados a 1, 3 y 6 mm del ápice, midiendo la intensidad o nivel de gris en cada franja, para luego categorizar de acuerdo con el criterio propuesto, fijando como límite de aceptación el valor 30 en la escala de grises. Los valores por encima se consideraron con medio de contraste/irrigante suficiente, mientras que los valores que se ubicaron por debajo (gris muy tenue) se consideraron como zonas sin irrigación o de insuficiente irrigación (Figura 17).

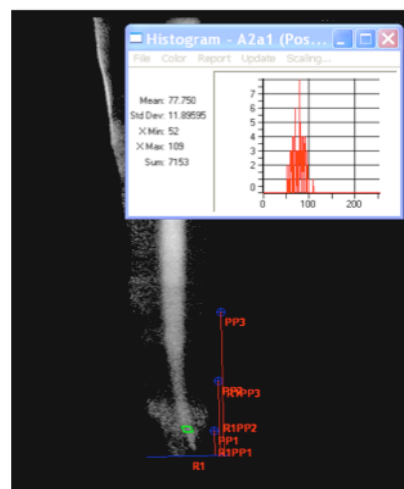


Fig. 17. escala de grises.



# RESULTADOS

## RESULTADOS

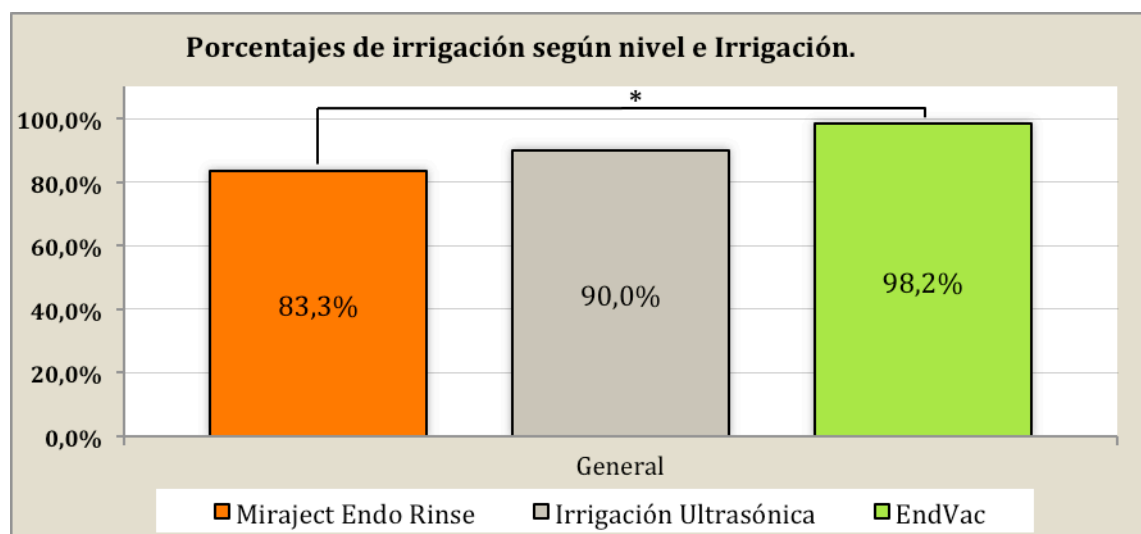
### Grupo A 1: Conductos Rectos. Sección Circular.

En la tabla 1 se muestran los porcentajes generales que indican la efectividad de los tres sistemas de irrigación experimentados en conductos rectos de sección transversal circular. Los mejores resultados se obtuvieron con el sistema de Irrigación EndoVac, seguido de Irrigación Ultrasónica, y por último, el sistema Miraject Endo Rinse.

Sistema de irrigación	General
Miraject Endo Rinse	83,3%
Irrigación Ultrasónica	90,0%
EndoVac.	98,2%

**Tabla 1. Conductos rectos de sección circular: Porcentajes de penetración del irrigante según Sistema de Irrigación utilizado.**

En la figura 18 mediante representación gráfica se muestran los porcentajes generales de penetración obtenidos en conductos rectos de sección transversal circular achatada con cada uno de los sistemas utilizados. La línea que une las barras correspondientes a los sistemas EndoVac con el sistema Miraject Endo Rinse indica que entre ellos las diferencias fueron significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 18. Conductos rectos de sección circular. Representación gráfica de los porcentajes de penetración del irrigante según Sistema de Irrigación utilizado. La línea que une las barras indica que entre ellos las diferencias fueron significativas ( $p < 0,05$ ).**



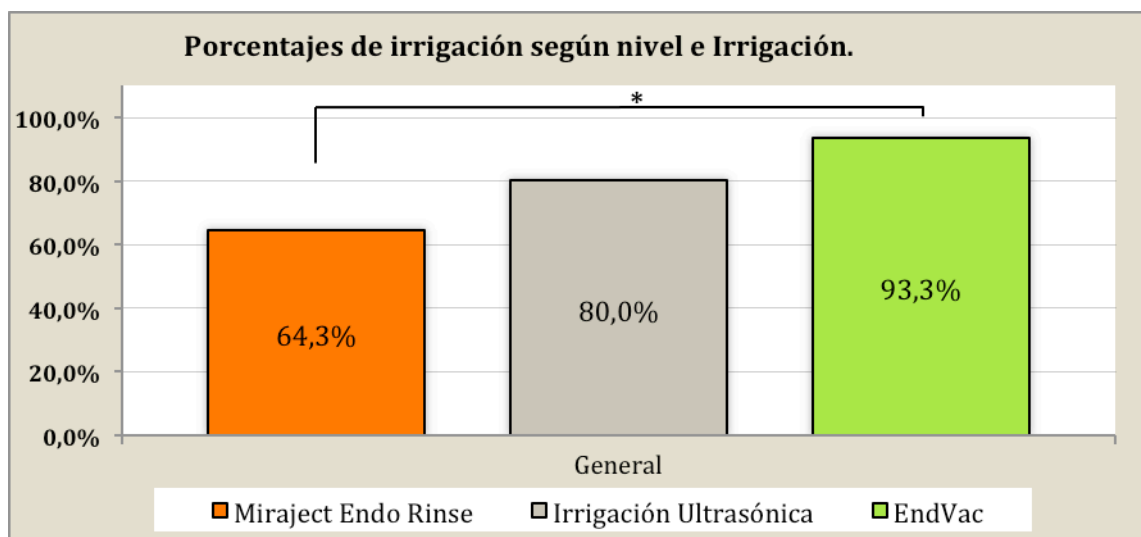
**Grupo A 2: Conductos Rectos. Sección Achatada.**

En la tabla 2 se muestran los porcentajes generales que indican la efectividad de los tres sistemas de irrigación experimentados en conductos rectos de sección transversal achatada. Los mejores resultados se obtuvieron con el sistema de Irrigación EndoVac, seguido de Irrigación Ultrasónica, y por último, el sistema Miraject Endo Rinse.

Sistema de irrigación	General
Miraject Endo Rinse	64,3%
Irrigación Ultrasónica	80,0%
EndoVac.	93,3%

**Tabla 2. Conductos rectos de sección achatada: Porcentajes de penetración del irrigante según Sistema de Irrigación utilizado.**

En la figura 19 mediante representación gráfica se muestran los porcentajes generales de penetración obtenidos en conductos rectos de sección transversal achatada con cada uno de los sistemas utilizados. La línea que une las barras correspondientes a los sistemas EndoVac con el sistema Miraject Endo Rinse indica que entre ellos las diferencias fueron significativas ( $p < 0,05$ ).



**Figura 19. Conductos rectos de sección achatada. Representación gráfica de los porcentajes de penetración del irrigante según Sistema de Irrigación utilizado. La línea que une las barras indica que entre ellos las diferencias fueron significativas ( $p < 0,05$ ).**





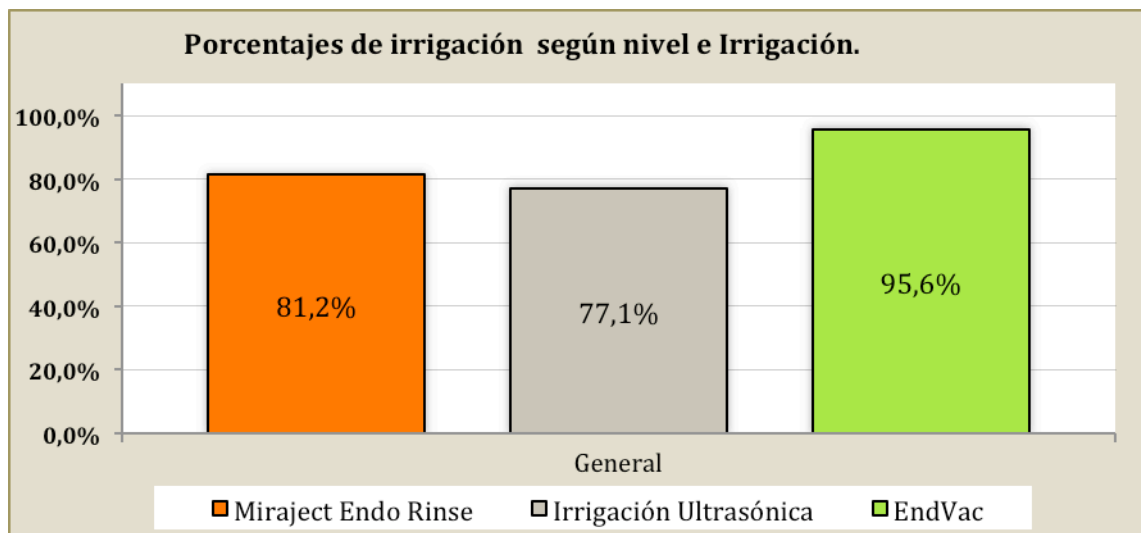
**Grupo B 1: Conductos Curvos. Sección Circular.**

En la tabla 3 se muestran los porcentajes generales correspondientes a cada uno de los tres sistemas de irrigación experimentados en conductos curvos de sección transversal circular. Los mejores resultados se obtuvieron con el sistema de Irrigación EndoVac, le siguió el sistema Miraject Endo Rinse, y por último, la Irrigación Ultrasónica.

Sistema de irrigación	General
Miraject Endo Rinse	81,2%
Irrigación Ultrasónica	77,1%
EndoVac.	95,6%

**Tabla 3. Conductos curvos de sección circular: Porcentajes de penetración del irrigante según Sistema de Irrigación utilizado.**

En la figura 20 mediante representación gráfica se muestran los porcentajes generales de penetración obtenidos en conductos curvos de sección transversal circular con cada uno de los sistemas utilizados. La ausencia de línea entre barras indica que las diferencias entre los sistemas no fueron significativas ( $p>0,05$ ).



**Figura 20. Conductos curvos de sección circular. Representación gráfica de los porcentajes de penetración del irrigante según Sistema de Irrigación utilizado. La ausencia de líneas entre barras indica que entre ellos las diferencias no fueron significativas ( $p>0,05$ ).**



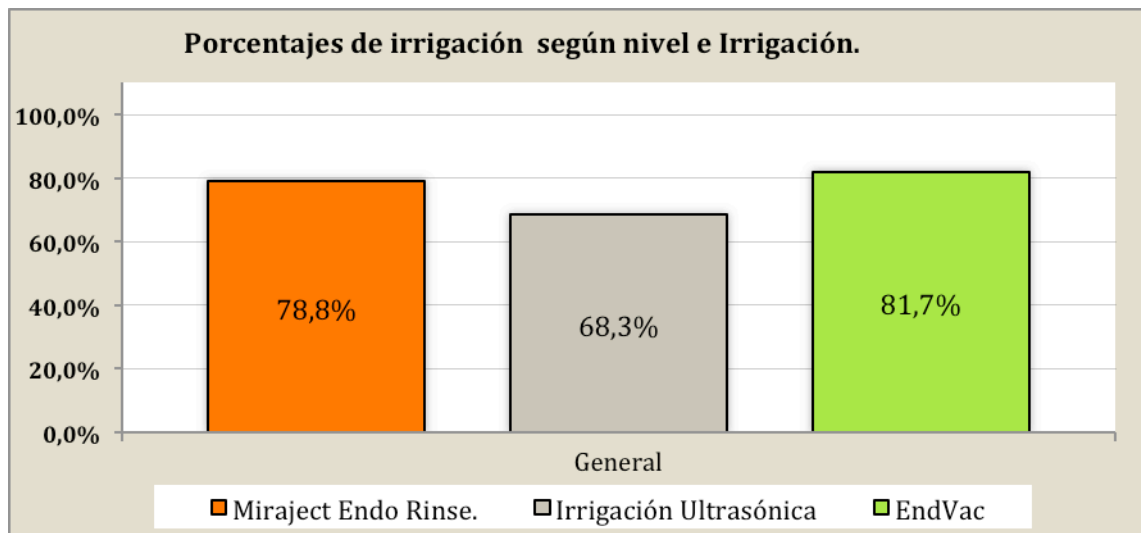
**Grupo B 2: Conductos Curvos. Sección Achatada.**

En la tabla 4 se muestran los porcentajes generales correspondientes a cada uno de los tres sistemas de irrigación experimentados en conductos curvos de sección transversal circular. Los mejores resultados se obtuvieron con el sistema de Irrigación EndoVac, le siguió el sistema Miraject Endo Rinse y por último la Irrigación Ultrasónica.

Sistema de irrigación	General
Miraject Endo Rinse	78,8%
Irrigación Ultrasónica	68,3%
EndoVac.	81,7%

**Tabla 4. Conductos curvos de sección achatada: Porcentajes de penetración del irrigante según Sistema de Irrigación utilizado.**

En la figura 21 mediante representación gráfica se muestran los porcentajes generales de penetración obtenidos en conductos curvos de sección transversal circular con cada uno de los sistemas utilizados. La ausencia de línea entre barras indica que las diferencias entre los sistemas no fueron significativas ( $p>0,05$ ).



**Figura 21. Conductos curvos de sección achatada. Representación gráfica de los porcentajes de penetración del irrigante según Sistema de Irrigación utilizado. La ausencia de líneas entre barras indica que entre ellos las diferencias no fueron significativas ( $p>0,05$ ).**

## ANÁLISIS COMPARATIVO EN CONDUCTOS RECTOS SEGÚN FORMA EN SU SECCIÓN TRANSVERSAL EL SISTEMA DE IRRIGACIÓN Y EL NIVEL EVALUADO

La eficacia de la irrigación que posee cada sistema en **conductos rectos**, según la forma de su sección transversal (circular o achatada), fue analizada estadísticamente por nivel mediante el test de **Chi<sup>2</sup>**.

### Miraject Endo Rinse (Presión Positiva).

En la tabla 5 se muestran los resultados obtenidos mediante el contraste estadístico, respecto a los porcentajes de penetración correspondiente al sistema Miraject Endo Rinse, donde se consideran forma del conducto (sección circular y achatada) y niveles evaluados. Figura 22.

Miraject Endo Rinse	1 mm	3 mm	6 mm
<b>Circulares</b>	80,0%	85,0%	85,0%
<b>Achatados</b>	55,0%	55,6%	83,3%
Contraste de Chi <sup>2</sup> ( <i>p-valor</i> )	0,048	0,041	0,616

Tabla 5. Miraject Endo Rinse. Las diferencias fueron significativas ( $p < 0.05$ ) tanto en el nivel 1 mm como en el nivel 3 mm, no así en el nivel 6 mm ( $p > 0.05$ ).

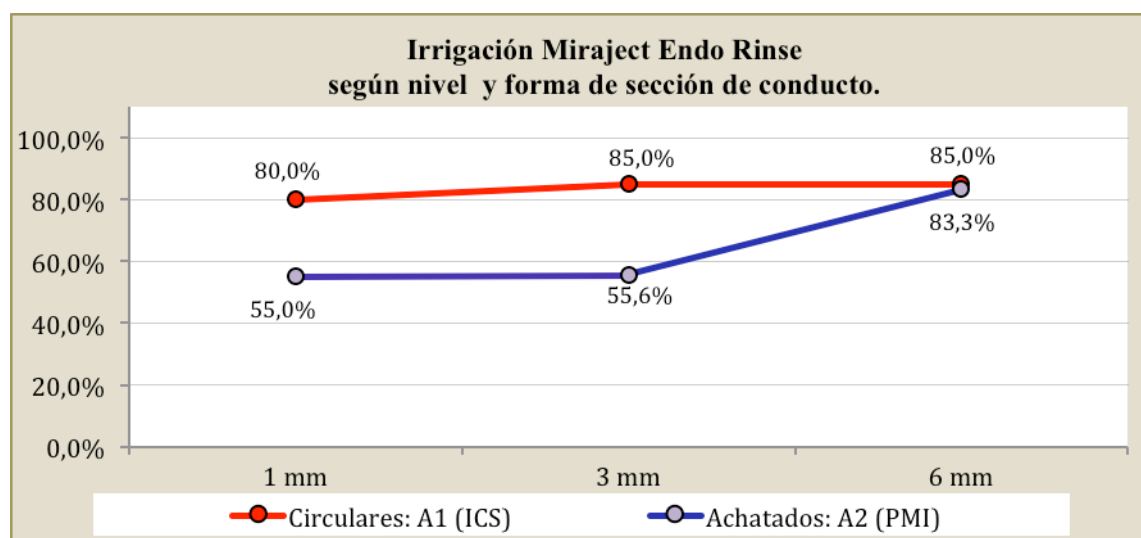


Figura 22. Miraject Endo Rinse según forma de la sección del conducto y contraste de Chi<sup>2</sup> por nivel.



### Irrigación Ultrasónica (Presión positiva).

En la tabla 6 se muestran los resultados obtenidos mediante el contraste estadístico, respecto a los porcentajes de penetración correspondiente a la Irrigación Ultrasónica donde se consideran forma del conducto (sección circular y achatada) y niveles evaluados. Figura 23.

Irrigación Ultrasónica	1 mm	3 mm	6 mm
Circulares	90,0%	90,0%	90,0%
Achatados	60,0%	85,0%	95,0%
Contraste de $\chi^2$ ( <i>p</i> -valor)	0,032	0,500	0,500

Tabla 6. Irrigación ultrasónica. Las diferencias resultaron significativas sólo a 1mm del ápice ( $p < 0.05$ ), en niveles menos profundos (3 y 6 mm) los porcentajes fueron similares.

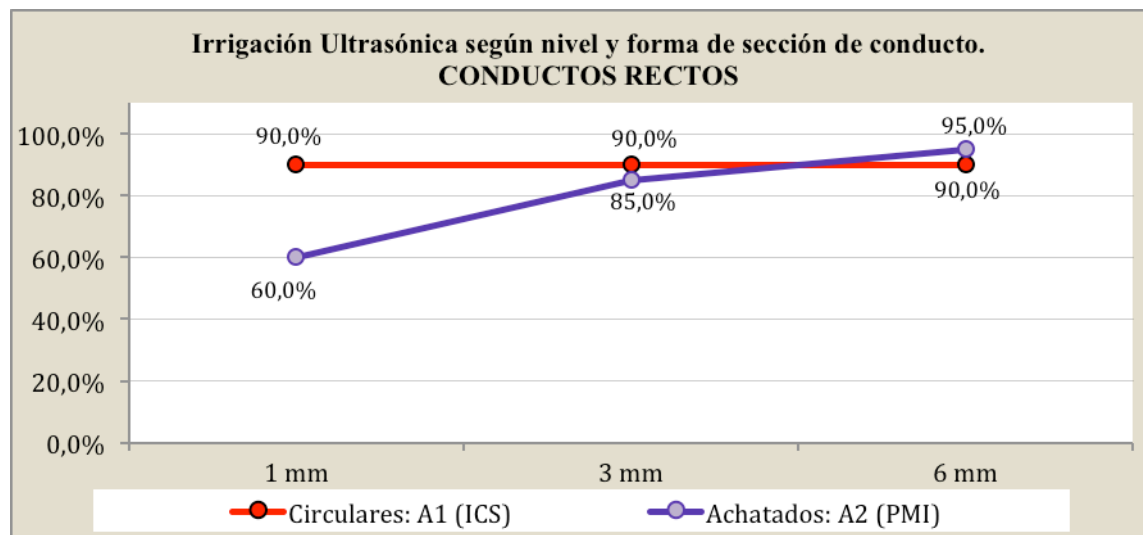


Figura 23. Irrigación Ultrasónica según forma de la sección del conducto y contraste de  $\chi^2$  por nivel.



**Sistema de Irrigación EndoVac (Presión negativa).**

En la tabla 7 se muestran los resultados obtenidos mediante el contraste estadístico, respecto a los porcentajes de penetración correspondiente al Sistema EndoVac donde se consideran forma del conducto (sección circular y achatada) y niveles evaluados. Figura 24.

EndoVac	1 mm	3 mm	6 mm
Circulares	94,7%	100,0%	100,0%
Achatados	85,0%	95,0%	100,0%
Contraste de Chi <sup>2</sup> (p-valor)	0,322	0,513	-

Tabla 7. Irrigación con EndoVac. Las diferencias no resultaron significativas en ningún nivel evaluado (p>0.05).

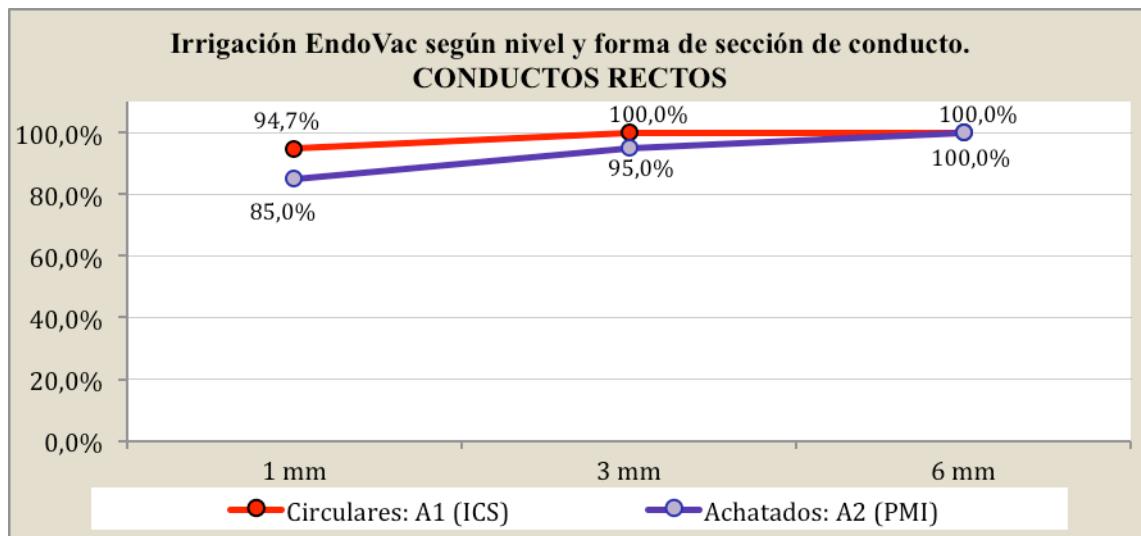


Figura 24. Irrigación con EndoVac según forma de la sección del conducto radicular.



**INFLUENCIA EN CONDUCTOS RECTOS DE LA SECCIÓN CIRCULAR Y ACHATADA, EN LA PENETRACIÓN DEL IRRIGANTE SIN CONSIDERAR EL SISTEMA DE IRRIGACIÓN**

En la tabla 8 se muestra cómo influye la sección del conducto en la profundidad de penetración del irrigante, se expresaron los porcentajes de irrigación y se realizó el contraste estadístico entre ambos grupos (Chi<sup>2</sup>: exacto de Fisher) para cada nivel. La mayor dificultad para irrigar eficazmente los conductos de sección achatada se encontró a 1 mm. Figura 25.

Forma de sección de conducto	1 mm	3 mm	6 mm
<b>Circulares</b>	88,1%	91,5%	91,5%
<b>Achatados</b>	66,7%	79,3%	93,1%
Contraste de Chi <sup>2</sup> ( <i>p-valor</i> )	0,005	0,053	0,511

Tabla 8. Conductos circulares y achatados. Las diferencias resultaron significativas sólo a 1 mm del ápice (p<0.05). En el nivel de 3 mm, aunque los porcentajes entre ambos han diferido en más del 10%, las diferencias no alcanzaron a ser estadísticamente significativas (p=0.053).

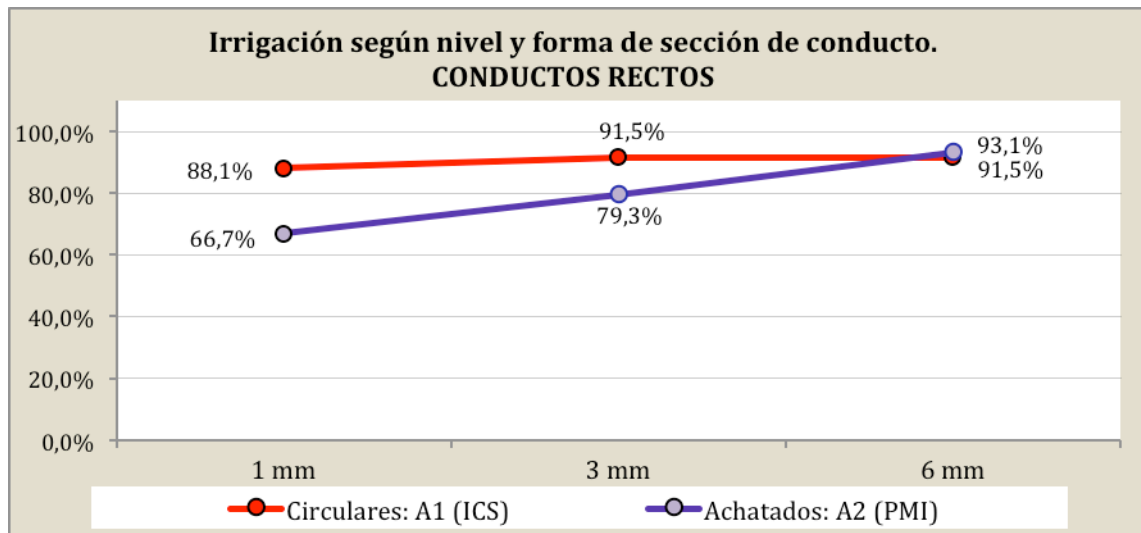


Figura 25. Porcentajes de Irrigación según nivel y forma de sección del conducto radicular.



## EVALUACIÓN ESTADÍSTICA DE LA EFICACIA DE IRRIGACIÓN EN CONDUCTOS RECTOS, SEGÚN EL SISTEMA UTILIZADO

En la tabla 9a. se muestran los resultados obtenidos mediante el contraste estadístico efectuado entre el sistema Miraject Endo Rinse y la Irrigación Ultrasónica, considerando los distintos niveles evaluados.

Sistema de irrigación	1 mm	3 mm	6 mm
Miraject Endo Rinse	67,5%	71,1%	84,2%
Irrigación Ultrasónica	75,0%	87,5%	92,5%
Contraste de Chi <sup>2</sup> ( <i>p-valor</i> )	0,311	0,067	0,215

Tabla 9a. Contraste estadístico entre el sistema Miraject Endo Rinse y la Irrigación Ultrasónica, según nivel del conducto analizado.

En la tabla 9b. se muestran los resultados obtenidos mediante el contraste estadístico efectuado entre el sistema Miraject Endo Rinse y el sistema EndoVac, según los tres niveles evaluados.

Sistema de irrigación	1 mm	3 mm	6 mm
Miraject Endo Rinse	67,5%	71,1%	84,2%
EndoVac	89,7%	97,4%	100,0%
Contraste de Chi <sup>2</sup> ( <i>p-valor</i> )	0,015	0,001	0,012

Tabla 9b. Contraste estadístico entre el sistema Miraject Endo Rinse y EndoVac, según nivel del conducto analizado.

En la tabla 9c. se muestran los resultados obtenidos mediante el contraste estadístico efectuado entre la Irrigación Ultrasónica y el sistema EndoVac, según los tres niveles evaluados.

Sistema de irrigación	1 mm	3 mm	6 mm
Irrigación Ultrasónica	75,0%	87,5%	92,5%
EndoVac	89,7%	97,4%	100,0%
Contraste de Chi <sup>2</sup> ( <i>p-valor</i> )	0,077	0,106	0,125

Tabla 9c. Contraste estadístico entre Irrigación Ultrasónica y el sistema EndoVac, según nivel del conducto analizado.

En conductos rectos de sección **circular** se encontró mayor penetración de la irrigación, mientras que los de mayor dificultad fueron los de sección achatada. En los tres niveles analizados el EndoVac (presión negativa) fue el más eficaz, seguido por la irrigación Ultrasónica y por último Miraject Endo Rinse, ambos de presión positiva.

## VALORACIÓN DE LOS SECTORES DEL CONDUCTO QUE PERMANECIERON SIN IRRIGAR

En la figura 26, mediante representación gráfica, se muestran la extensión de los trayectos que en conductos rectos de sección transversal circulares y achatados permanecieron sin irrigar.

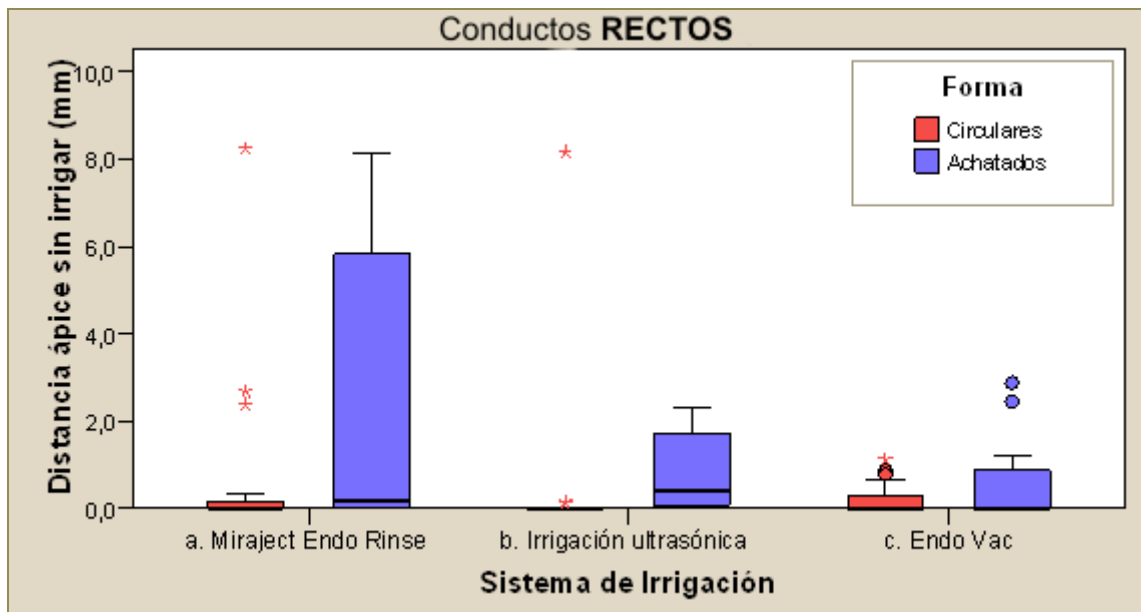


Figura 26. Trayectos del sector apical no irrigados en conductos rectos. Representación gráfica (Sistema de Cajas), según el método de irrigación y forma de la sección transversal del conducto.

El contraste estadístico (Test no paramétrico de Mann-Whitney), puso en evidencia que entre conductos rectos de sección transversal circular y achatada, las diferencias fueron significativas ( $p < 0.01$ ), resultando muy significativas en los conductos rectos de sección **circular** donde se encontró menos sectores sin irrigación.





Finalmente se contrastaron los diferentes sistemas de irrigación en relación al trayecto sin irrigar mediante test no paramétrico de Kruskal-Wallis. Tabla 10.

Sistema de irrigación	Forma	Media	DE	Percentil 25	Mediana	Percentil 75	IQR
Irrigación Miraject Endo Rinse (Presión Positiva)	Circulares	0,70	1,94	0,00	0,00	0,14	0,14
	Achatados	2,65	3,25	0,03	0,17	5,83	5,80
Irrigación Ultrasónica (Presión Positiva)	Circulares	0,42	1,82	0,00	0,00	0,00	0,00
	Achatados	0,83	0,86	0,08	0,40	1,70	1,62
Irrigación EndoVac (Presión Negativa)	Circulares	0,21	0,36	0,00	0,00	0,33	0,33
	Achatados	0,48	0,85	0,00	0,00	0,87	0,87

**Tabla 10. Valores estadísticos descriptivos expresados en milímetros: media, desviación estándar (DE), percentiles 25 y 75, mediana y rango intercuartílico (IRQ).**

En los conductos rectos con sección **circular**, no se verificaron diferencias significativas ( $p=0.438$ ), en tanto que para conductos de sección **achatada**, las diferencias resultaron significativas ( $p=0.032$ ), siendo el subgrupo de Irrigación Miraject Endo Rinse el que registró los valores más altos de trayecto sin irrigar.



## ANÁLISIS COMPARATIVO EN CONDUCTOS CURVOS SEGÚN FORMA EN SU SECCIÓN TRANSVERSAL EL SISTEMA DE IRRIGACIÓN Y EL NIVEL EVALUADO

La eficacia de la irrigación que posee cada sistema de irrigación en **conductos curvos**, según la forma de su sección transversal (circular o achatada), fue analizada estadísticamente por nivel mediante el test de **Chi<sup>2</sup>**.

### Miraject Endo Rinse (Presión Positiva).

En la tabla 11 se muestran los resultados obtenidos mediante el contraste estadístico, respecto a los porcentajes de penetración correspondiente a Miraject Endo Rinse, donde se consideran forma del conducto (sección circular y achatada) y niveles evaluados. Figura 27.

Miraject Endo Rinse	1 mm	3 mm	6 mm
Circulares	68,8%	81,3%	93,8%
Achatados	68,2%	77,3%	90,9%
Contraste de Chi <sup>2</sup> (p-valor)	0,626	0,547	0,621

Tabla 11. Irrigación con Miraject Endo Rinse. Las diferencias no resultaron significativas en ningún tramo de trayecto evaluado (p>0.05).

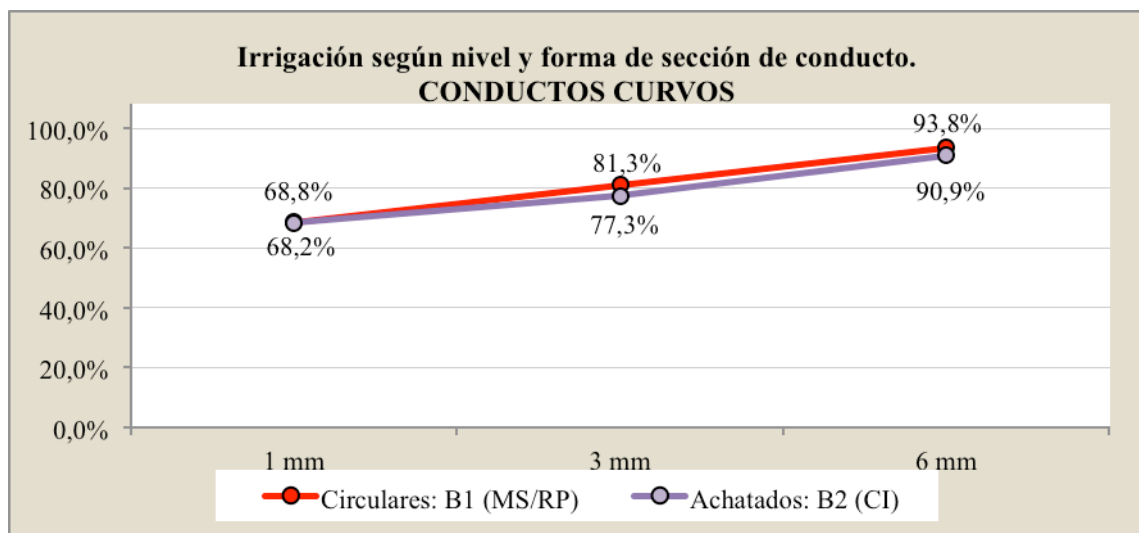


Figura 27. Irrigación con Miraject Endo Rinse según forma de la sección del conducto y contraste de Chi<sup>2</sup> por nivel.



**Irrigación Ultrasónica (Presión positiva).**

En la tabla 12 se muestran los resultados obtenidos mediante el contraste estadístico, respecto a los porcentajes de penetración correspondiente a Irrigación Ultrasónica, donde se consideran forma del conducto (sección circular y achatada) y niveles evaluados. Figura 28.

Irrigación Ultrasónica	1 mm	3 mm	6 mm
Circulares	68,8%	75,0%	87,5%
Achatados	55,0%	65,0%	85,0%
Contraste de Chi <sup>2</sup> ( <i>p</i> -valor)	0,311	0,391	0,610

Tabla 12. Irrigación Ultrasónica. Las diferencias no resultaron significativas en ningún tramo de trayecto evaluado (*p*>0.05).

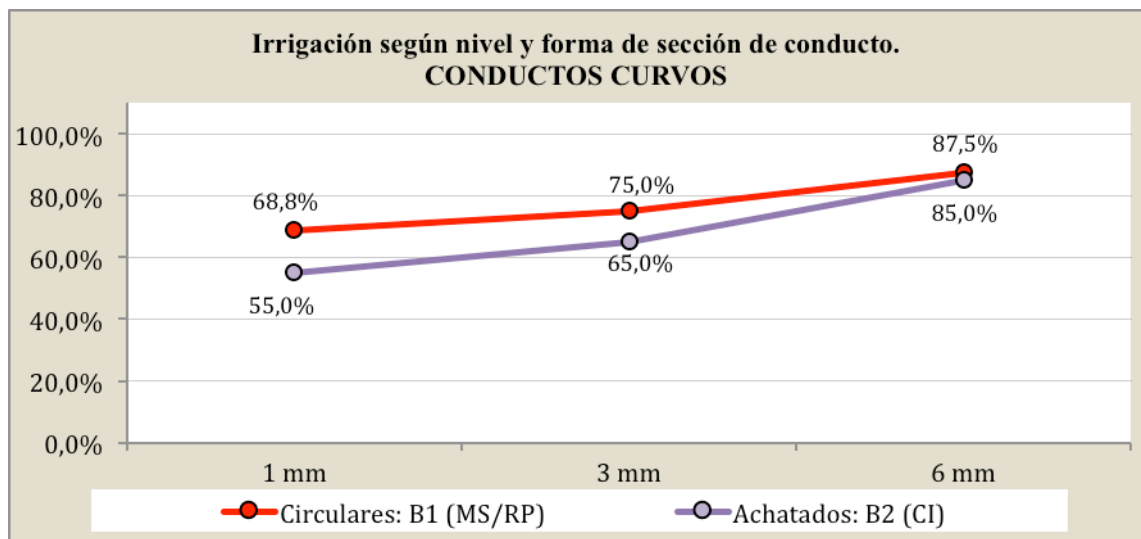


Figura 28. Irrigación Ultrasónica según forma de la sección del conducto y contraste de Chi<sup>2</sup> por nivel.

**Sistema de Irrigación EndoVac (Presión negativa).**

En la tabla 13 se muestran los resultados obtenidos mediante el contraste estadístico, respecto a los porcentajes de penetración correspondiente al sistema EndoVac, donde se consideran forma del conducto (sección circular y achatada) y niveles evaluados. Figura 29.

EndoVac	1 mm	3 mm	6 mm
Circulares	83.5%	100.0%	100.0%
Achatados	65.5%	90.0%	95.0%
Contraste de Chi <sup>2</sup> ( <i>p</i> -valor)	0.087	0.319	0.571

Tabla 13. Irrigación con EndoVac la mayor efectividad se observó en el grupo circulares, pero las diferencias entre los grupos de dientes circulares y achatados no resultaron significativas ( $p > 0.05$ ).

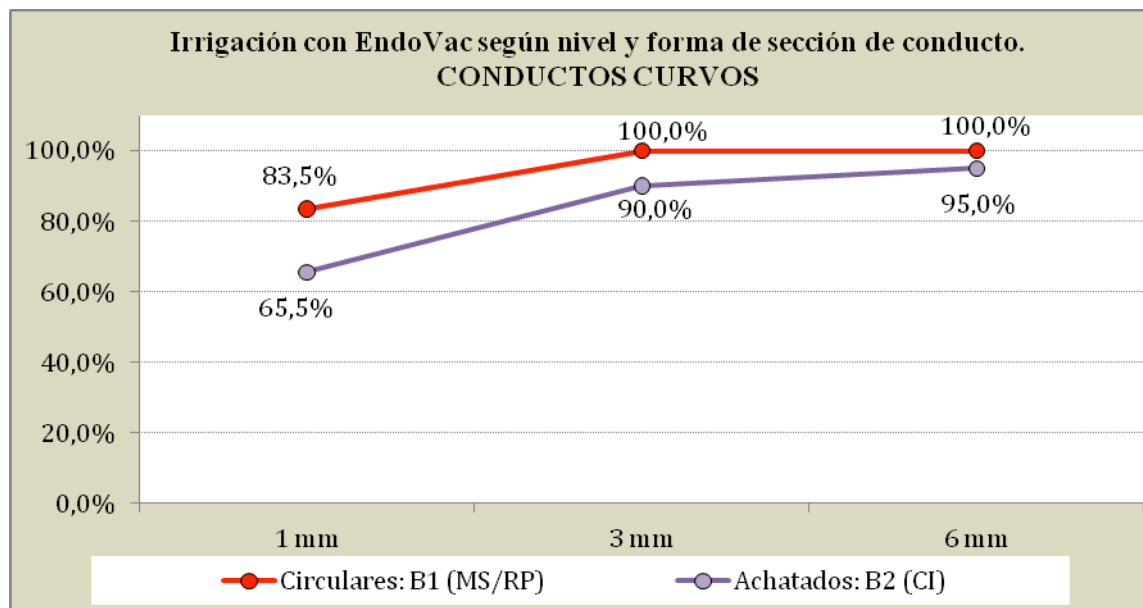


Figura 29. Irrigación con EndoVac según forma de la sección del conducto y contraste de Chi<sup>2</sup> por nivel.



### INFLUENCIA EN CONDUCTOS CURVOS DE LA SECCIÓN CIRCULAR Y ACHATADA, EN LA PENETRACIÓN DEL IRRIGANTE SIN CONSIDERAR EL SISTEMA DE IRRIGACIÓN

En la tabla 14 se muestra cómo influye la sección del conducto en la profundidad de penetración del irrigante, se expresaron los porcentajes de irrigación y se realizó el contraste estadístico entre ambos grupos (Chi<sup>2</sup>: exacto de Fisher) para cada nivel. Los conductos circulares registraron porcentajes de irrigación significativamente mayores que los dientes con conductos achatados en los niveles (1 y 3 mm del ápice) ( $p < 0.05$ ). En el nivel 6 mm no se diferenciaron significativamente ( $p > 0.05$ ). Figura 30.

FORMA DE SECCIÓN	Profundidad o nivel		
	1 mm	3 mm	6 mm
Circulares	82,1%	88,7%	92,5%
Achatados	63,9%	78,3%	91,7%
Chi <sup>2</sup> de Pearson ( <i>p</i> -valor)	0,003	0,046	0,998

Tabla 14. Porcentajes de irrigación según la forma de sección de los conductos y contraste estadístico por nivel. Se resaltaron los valores estadísticamente significativos.

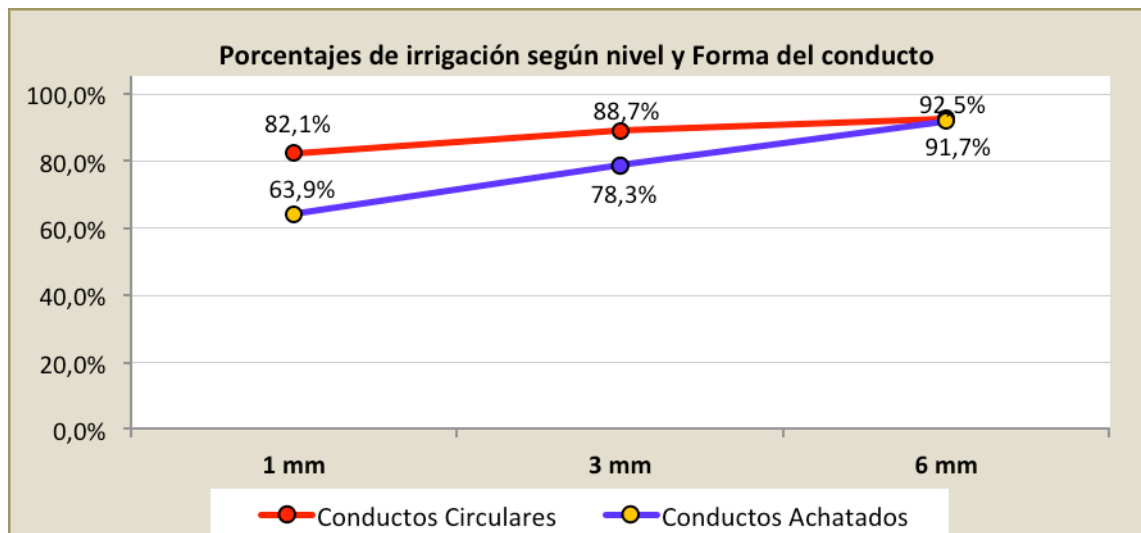


Figura 30. Porcentajes de casos con irrigación según profundidad y forma de los conductos.



## EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DE IRRIGACIÓN SEGÚN EL SISTEMA UTILIZADO EN CONDUCTOS CURVOS

En la tabla 15a. al comparar la eficiencia de los 2 sistemas de irrigación con presión positiva los valores resultantes fueron similares, en las distintas profundidades evaluadas.

Sistema de irrigación	1 mm	3 mm	6 mm
Miraject Endo Rinse	68,4%	78,9%	92,1%
Irrigación Ultrasónica	61,1%	69,4%	86,1%
Contraste de Chi <sup>2</sup> ( <i>p-valor</i> )	0,339	0,252	0,325

Tabla 15a. Evaluación de la eficiencia de irrigación según el sistema utilizado.

En la tabla 15b. al comparar la eficiencia de la Irrigación Miraject Endo Rinse, presión positiva con EndoVac, presión negativa, los valores obtenidos, en las distintas profundidades evaluadas, no fueron similares, siendo más altos para EndoVac.

Sistema de irrigación	1 mm	3 mm	6 mm
Miraject Endo Rinse	68,4%	78,9%	92,1%
EndoVac	71,4%	94,3%	97,1%
Contraste de Chi <sup>2</sup> ( <i>p-valor</i> )	0,491	0,057	0,339

Tabla 15b. Evaluación de la eficiencia de irrigación según el sistema utilizado.

En la tabla 15c. al comparar la eficiencia de la Irrigación Ultrasónica, presión positiva con EndoVac presión negativa, los valores obtenidos, en las distintas profundidades evaluadas, las diferencias fueron significativas a los 3 mm.

Sistema de irrigación	1 mm	3 mm	6 mm
Irrigación Ultrasónica	61,1%	69,4%	86,1%
EndoVac	71,4%	94,3%	97,1%
Contraste de Chi <sup>2</sup> ( <i>p-valor</i> )	0,252	0,007	0,106

Tabla 15c. Evaluación de la eficiencia de irrigación según el sistema utilizado.

En conductos curvos **circulares**, los sistemas de irrigación evaluados tuvieron un desempeño similar, no así en los **achatados**, donde las diferencias fueron muy notorias, siendo la irrigación ultrasónica la de menor desempeño.

## VALORACIÓN DE LOS SECTORES DEL CONDUCTO QUE PERMANECIERON SIN IRRIGAR

En la figura 31 mediante representación gráfica, se muestran la extensión de los trayectos que permanecieron sin irrigar en conductos curvos de sección transversal circular y achatada.

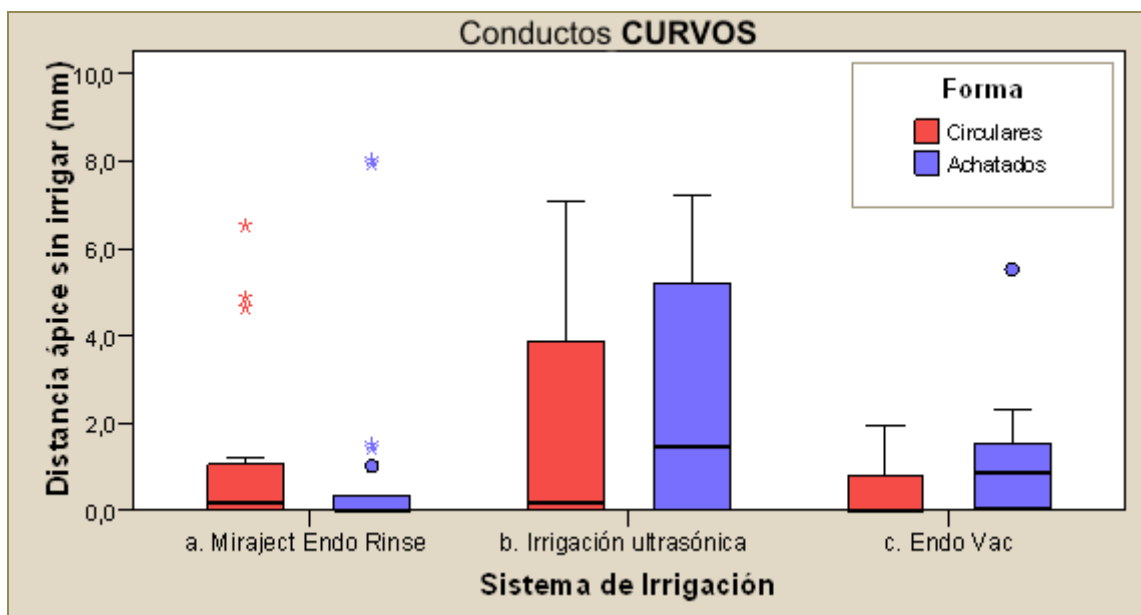


Figura 31. Trayectos del sector apical no irrigados en conductos curvos. Representación gráfica (Sistema de Cajas), según el método de irrigación y forma de la sección transversal del conducto.

El contraste estadístico (Test no paramétrico de Mann-Whitney), puso en evidencia que entre conductos curvos de sección transversal circular y achatada, las diferencias no fueron significativas ( $p > 0,05$ ).



Finalmente se contrastaron los diferentes sistemas de irrigación en relación a esta variable (trayecto sin irrigante) mediante test no paramétrico de Kruskal-Wallis. En las raíces con conductos **circulares**, no se verificaron diferencias significativas ( $p=0.238$ ), en tanto que para conductos **achatados**, las diferencias resultaron significativas ( $p=0.027$ ), siendo el subgrupo de irrigación Ultrasónica el que registró valores significativamente mayores que los demás sistemas. Tabla 16.

Sistema de irrigación	Forma	Media	DE	Percentil 25	Mediana	Percentil 75	IQR
Irrigación Miraject Endo Rinse (Presión Positiva)	Circulares	1,23	2,12	0,00	0,16	1,06	1,06
	Achatados	0,95	2,32	0,00	0,00	0,33	0,33
Irrigación Ultrasónica (Presión Positiva)	Circulares	1,76	2,65	0,00	0,16	3,87	3,87
	Achatados	2,56	2,64	0,00	1,45	5,20	5,20
Irrigación EndoVac (Presión Negativa)	Circulares	0,37	0,60	0,00	0,00	0,81	0,81
	Achatados	1,07	1,32	0,00	0,88	1,57	1,57

**Tabla 16.** Trayecto no irrigado según sistema de irrigación y forma de sección del conducto. Valores estadísticos descriptivos expresados en milímetros: media, desviación estándar (DE), percentiles 25 y 75, mediana y rango intercuartílico (IRQ).





## COMPARACIÓN DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE IRRIGACIÓN CON PRESIÓN POSITIVA Y PRESIÓN NEGATIVA

En la tabla 17 de contingencia se comparan los sistemas con presión positiva **Miraject Endo Rinse** y **Irrigación Ultrasónica** vs **Irrigación**.

Sistema de Irrigación	Estadístico	Irrigación	
		s/Irrigación	c/Irrigación
Miraject Endo Rinse Presión positiva	<b>n</b>	<b>53</b>	<b>177</b>
	%	23,0%	77,0%
Irrigación Ultrasónica Presión positiva	<b>n</b>	<b>48</b>	<b>180</b>
	%	21,1%	78,9%

**Tabla 17.** Los porcentajes de irrigación no difieren significativamente entre los sistemas de irrigación Miraject Endo Rinse y el ultrasónico ( $p > 0.05$ ).  $\chi^2$  – Test exacto de Fisher:  $p = 0.653$ .

En la tabla 18 de contingencia se comparan los sistemas con presión positiva **Miraject Endo Rinse** y el **EndoVac** vs **Irrigación**.

Sistema de Irrigación	Estadístico	Irrigación	
		s/Irrigación	c/Irrigación
Miraject Endo Rinse Presión positiva	<b>n</b>	<b>53</b>	<b>177</b>
	%	23,0 %	77,0%
EndoVac Presión negativa	<b>n</b>	<b>18</b>	<b>204</b>
	%	8,1%	91,9%

**Tabla 18.** Los porcentajes de irrigación positiva difieren significativamente entre la irrigación Miraject Endo Rinse y el sistema EndoVac ( $p < 0.05$ ).  $\chi^2$  – Test exacto de Fisher:  $p = 0.000015$ .

En la tabla 19 de contingencia se comparan la **Irrigación Ultrasónica** y el **EndoVac** vs **Irrigación**.

Sistema de Irrigación	Estadístico	Irrigación	
		s/Irrigación	c/Irrigación
Irrigación Ultrasónica Presión positiva	<b>n</b>	<b>48</b>	<b>180</b>
	%	21,1%	78,9%
EndoVac Presión negativa	<b>n</b>	<b>18</b>	<b>204</b>
	%	8,1%	91,9%

**Tabla 19.** Los porcentajes de irrigación difieren significativamente entre el sistema de irrigación Ultrasónica y el sistema EndoVac ( $p < 0.05$ ); resultando mejor el EndoVac  $\chi^2$  – Test exacto de Fisher:  $p = 0.0001$ .



### COMPARACIÓN DE LOS DISTINTOS SISTEMAS DE IRRIGACIÓN CON PRESIÓN POSITIVA Y PRESIÓN NEGATIVA EN LOS NIVEL EVALUADOS

En la tabla 20 se muestran los porcentajes generales de efectividad de la irrigación según sistema de irrigación y el nivel estudiado. Figura 32.

General	Miraject Endo Rinse	Irrigación Ultrasónica	EndoVac
1 mm	65,0%	61,1%	79,4%
3 mm	65,0%	77,8%	94,1%
6 mm	80,0%	83,3%	97,1%

Tabla 20. Los porcentajes generales de efectividad de la irrigación fueron mayores en el sistemas EndoVac, en todos los niveles evaluados.

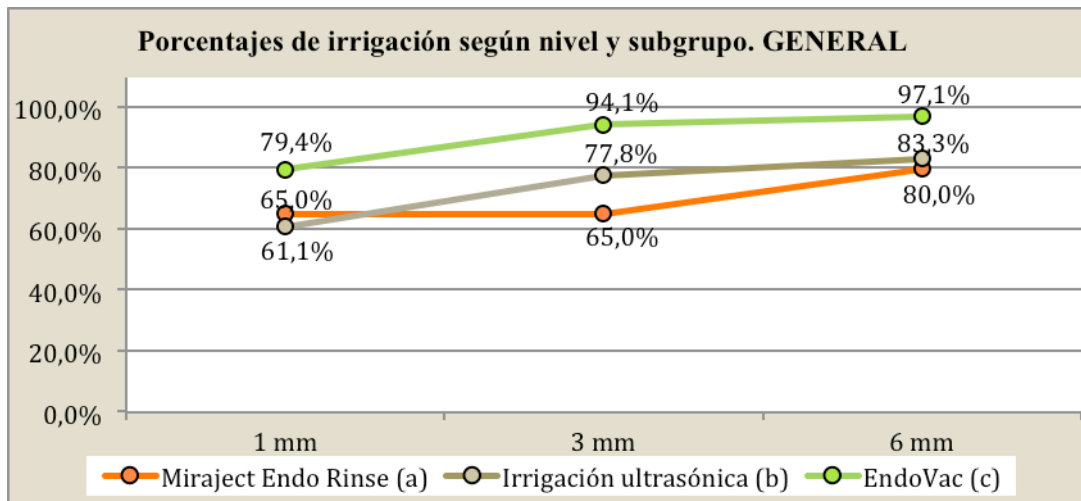


Figura 32. Los porcentajes generales de efectividad de la irrigación según sistema y nivel evaluado.



### PORCENTAJES DE IRRIGACIÓN SEGÚN DIRECCION DE LOS CONDUCTOS

En la tabla 21 se muestran los porcentajes generales de irrigación según la curvatura del conducto y el nivel estudiado. Fue analizado por nivel mediante el test de  $\chi^2$  . Figura 33.

CURVATURA	Profundidad o nivel		
	1mm	3mm	6mm
Rectos	77.3%	85.5%	92.3%
Curvos	67.0%	80.7%	91.7%
$\chi^2$ de Pearson ( <i>p-valor</i> )	0.048	0.341	0.876

Tabla 21. Los conductos rectos registraron porcentajes de irrigación significativamente mayores que los dientes con conductos curvos, sólo en el nivel 1 mm ( $p < 0.05$ ), pero tanto a los 3 mm como a los 6 mm ya no se diferenciaron significativamente ( $p > 0.05$ ).

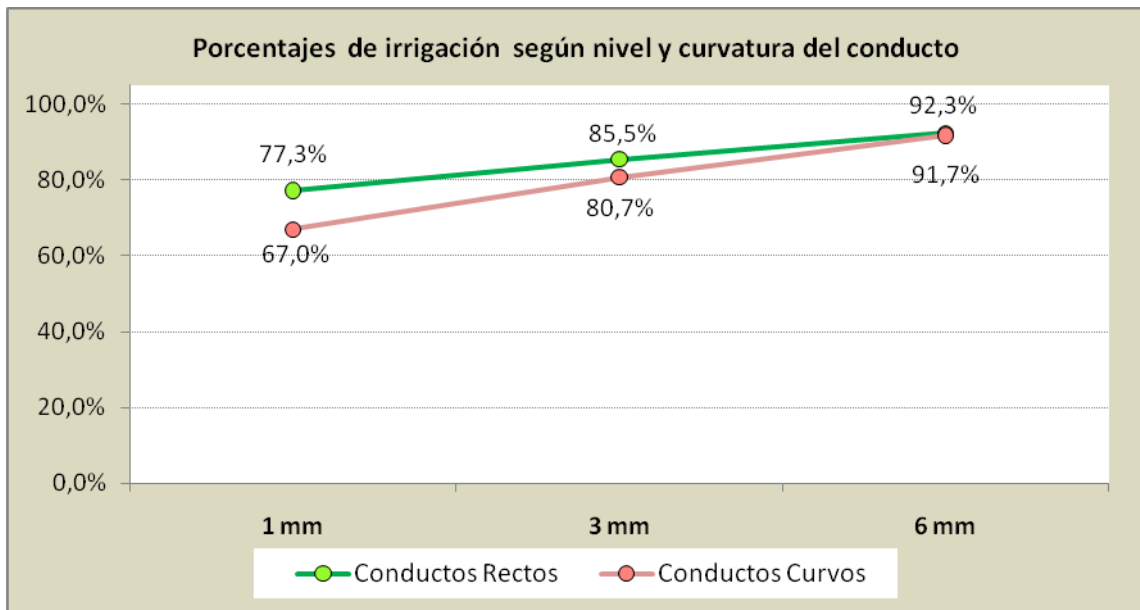


Figura 33. Porcentajes de irrigación según curvatura de los conductos y contraste estadístico por nivel.



### ANÁLISIS PORMENORIZADO SEGÚN ELEMENTO DENTARIO

#### Grupo A1: Incisivo Central Superior (ICS). Conductos rectos y de sección circular.

En tabla 22 se muestran los porcentajes que indican la efectividad de los tres sistemas de irrigación experimentados en conductos rectos circulares. El EndoVac registró máxima efectividad de irrigación (100%) en los niveles 3 y 6 mm, diferenciándose significativamente de Miraject Endo Rinse ( $p < 0.05$ ), que fue el que presentó los porcentajes de irrigación más bajos en este tipo de conductos. El subgrupo de Irrigación Ultrasónica registró porcentajes de irrigación intermedios a los otros subgrupos en los tres niveles, pero no se diferenció significativamente de ellos. Figura 34.

Sistemas de Irrigación contrastados	% general (1; 3 y 6 mm)	Chi <sup>2</sup> (p-valor)
Miraject Endo Rinse	83.3%	0.421
Irrigación Ultrasónica	89.8%	
Miraject Endo Rinse	83.3%	0.009
EndoVac	98.2%	
Irrigación Ultrasónica	89.8%	0.114
EndoVac	98.2%	

Tabla 22. Porcentajes de conductos irrigados según nivel y subgrupo. Grupo A1 (ICS).

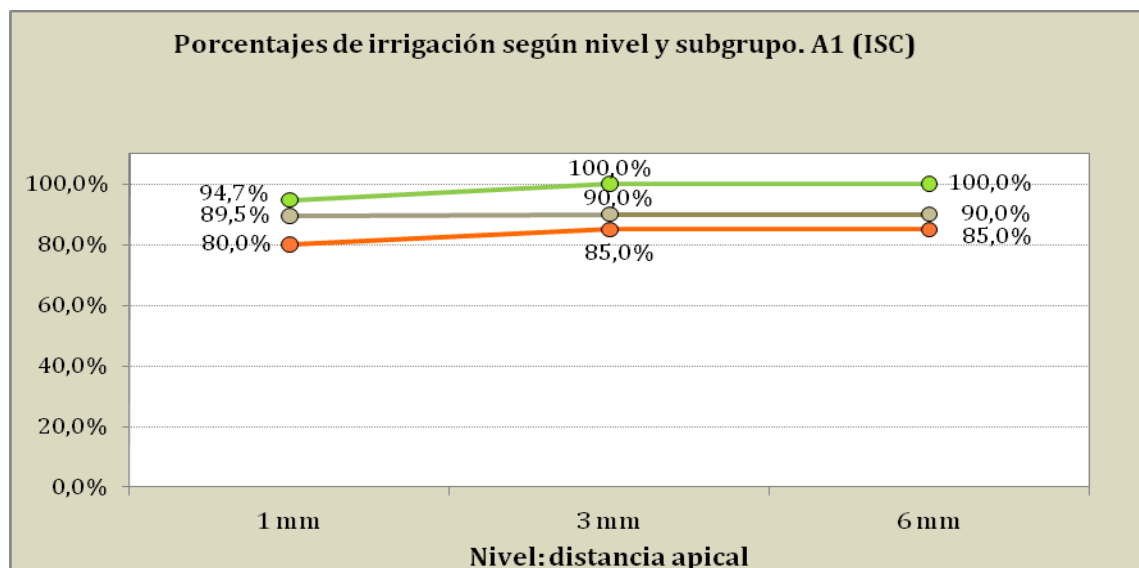


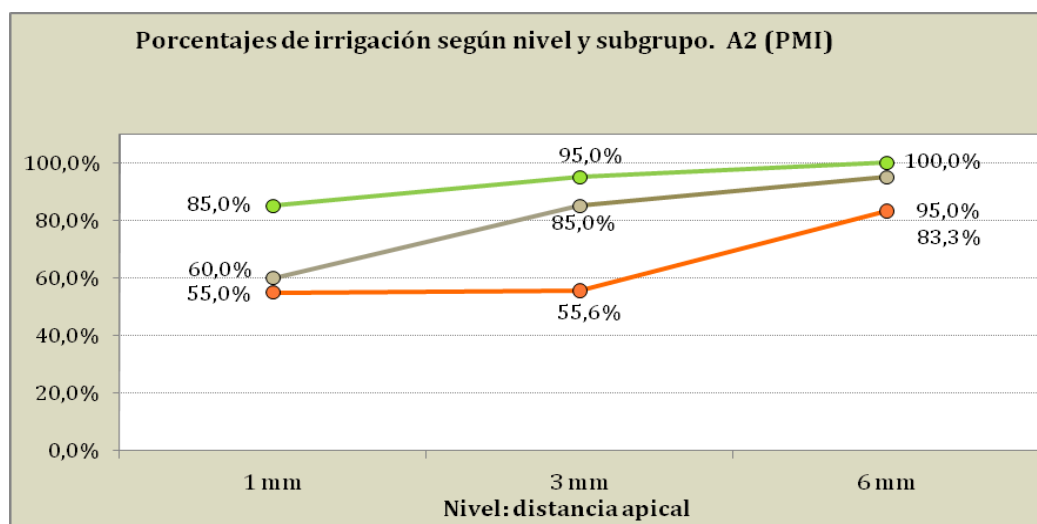
Figura 34. Porcentajes de conductos irrigados según nivel y subgrupo. Grupo A1 (ICS).

**Grupo A2: Premolar Inferior (PMI). Conductos rectos y de sección achatada.**

En tabla 23 se muestran los porcentajes que indican la efectividad de los tres sistemas de irrigación experimentados en conductos rectos achatados. El EndoVac registró lo mayores porcentajes de penetración de la irrigación en todos los niveles, diferenciándose significativamente de Miraject Endo Rinse ( $p < 0.05$ ), que fue el que presentó los porcentajes más bajos en este tipo de conductos. El subgrupo de Irrigación Ultrasónica registró porcentajes de irrigación intermedia a los otros subgrupos en los tres niveles, pero no se diferenció significativamente de ellos ( $p > 0.05$ ). Figura 35.

Sistemas de Irrigación contrastados	% general (1; 3 y 6 mm)	Chi <sup>2</sup> (p-valor)
Miraject Endo Rinse	64.3%	0.065
Irrigación Ultrasónica	80.0%	
Miraject Endo Rinse	64.3%	0.000
EndoVac	93.3%	
Irrigación Ultrasónica	80.0%	0.058
EndoVac	93.3%	

**Tabla 23. Porcentajes de conductos irrigados según nivel y subgrupo. Grupo A2 (PMI).**



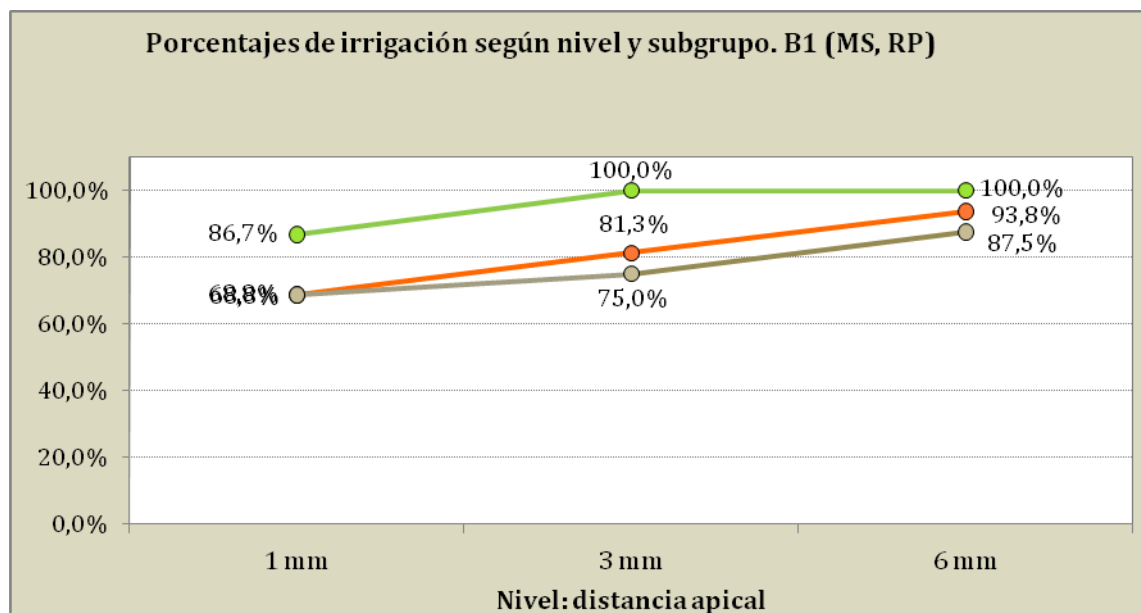
**Figura 35. Porcentajes de conductos irrigados según nivel y subgrupo. Grupo A2 (PMI).**

**Grupo B1: Molar Superior. Raíz Palatina (MS, RP). Conductos curvos y de sección circular.**

En tabla 24 se muestran los porcentajes que indican la efectividad de los tres sistemas de irrigación experimentados en conductos curvos circulares. El EndoVac registró máxima efectividad de irrigación (100%), en los niveles 3 y 6 mm, diferenciándose significativamente de los otros dos sistemas de irrigación ( $p < 0.05$ ). El subgrupo de Irrigación Ultrasónica registró porcentajes de irrigación similares a los irrigados mediante Miraject Endo Rinse ( $p > 0.05$ ). Figura 36.

Sistemas de Irrigación contrastados	% general (1; 3 y 6 mm)	Chi <sup>2</sup> (p-valor)
Miraject Endo Rinse	81.3%	0.802
Irrigación Ultrasónica	77.1%	
Miraject Endo Rinse	81.3%	0.047
EndoVac	95.6%	
Irrigación Ultrasónica	77.1%	0.015
EndoVac	95.6%	

**Tabla 24. Porcentajes de conductos irrigados según nivel y subgrupo. Grupo B1 (MS, RP).**



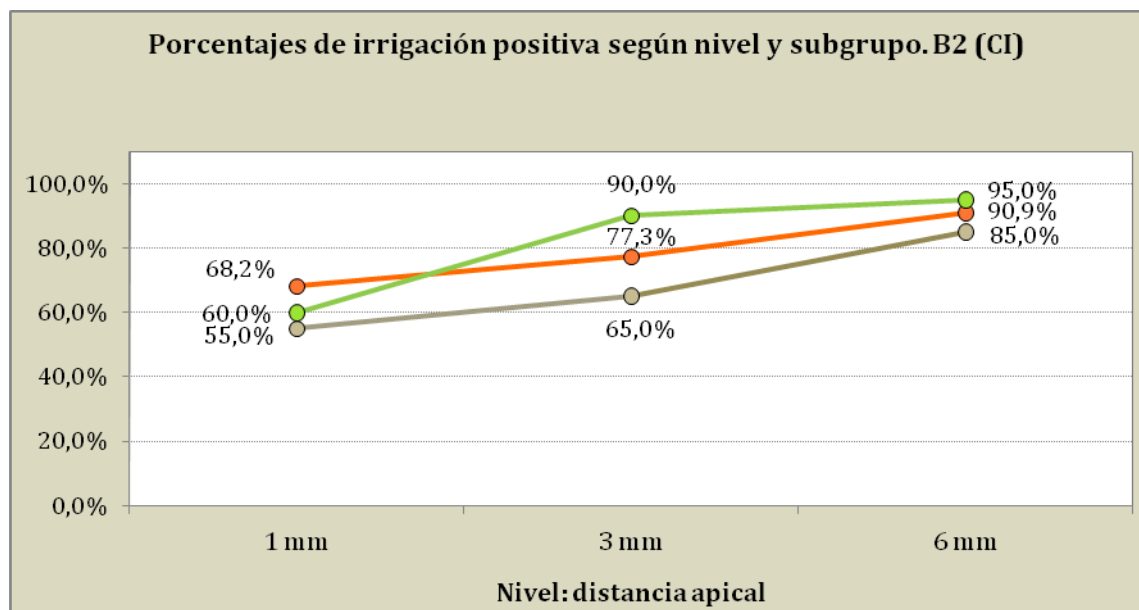
**Figura 36. Porcentajes de conductos irrigados según nivel y subgrupo. Grupo B1 (MS, RP).**

**Grupo B2: Caninos Inferiores (CI). Conductos curvos y de sección achatada.**

En tabla 25 se muestran los porcentajes que indican la efectividad de los tres sistemas de irrigación experimentados en conductos curvos achatados. El EndoVac registró la mejor efectividad de irrigación en los niveles 3 y 6 mm, pero inferior al 100%. El subgrupo de Irrigación Ultrasónica registró porcentajes de irrigación más bajos que los demás en los tres niveles, sin embargo ninguno de los sistemas de irrigación se diferenció significativamente de los demás ( $p > 0.05$ ), en todos los casos. Figura 37.

Sistemas de Irrigación contrastados	% general (1; 3 y 6mm)	Chi <sup>2</sup> (p-valor)
Miraject Endo Rinse	78.8%	0.225
Irrigación Ultrasónica	68.3%	
Miraject Endo Rinse	78.8%	0.824
EndoVac	81.7%	
Irrigación Ultrasónica	68.3%	0.139
EndoVac	81.7%	

**Tabla 25. Porcentajes de conductos irrigados según nivel y subgrupo. Grupo B2 (CI).**



**Figura 37. Porcentajes de conductos irrigados según nivel y subgrupo. Grupo B2 (CI).**



### PORCENTAJES DE IRRIGACIÓN SEGÚN GRUPO Y NIVEL

En la tabla 26 se muestran que las diferencias fueron significativas entre grupos dentarios sólo en el nivel apical (1 mm) entre el grupo Conductos Rectos Circulares (A1), Conductos Rectos Achatados (A2) y Conductos Curvos Achatada (B2), y en el nivel 3 mm, únicamente entre los grupos Conductos Rectos Circulares (A1) y Conductos Curvos Achatada (B2) ( $p < 0.05$ ).

Nivel: distancia apical	A1. (ICS)	A2. (PMI)	B1. (MS, RP)	B2. (CI)
1 mm	87.9%	66.7%	74.5%	61.3%
3 mm	91.5%	79.3%	85.1%	77.4%
6 mm	91.5%	93.1%	93.6%	90.3%

Tabla 26. Porcentajes de casos con irrigación según profundidad, grupo y nivel.

La figura 38 señala que el conducto más fácil de irrigar, independientemente del método o sistema de irrigación empleado, es el grupo de Conductos Rectos Circulares (A1), seguido por Conductos Curvos Circulares (B1), Conductos Rectos Achatados (A2) y por último, el grupo Conductos Curvos Achatados (B2).

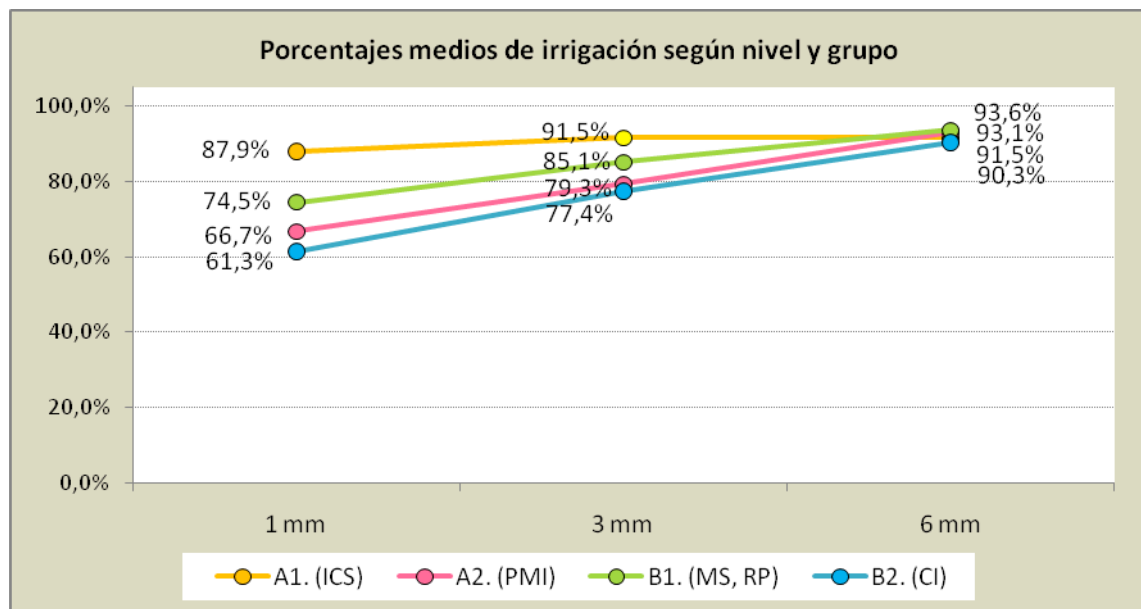


Figura 38. Porcentajes de casos con irrigación según profundidad, grupo y nivel.





## ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DE PORCENTAJES DE IRRIGACIÓN EN LOS DISTINTOS CONDUCTOS POR NIVEL

Los resultados obtenidos en este trabajo arrojaron los valores más disímiles para los elementos con Conductos Rectos entre sí y los Conductos Rectos Circulares con los Conductos Curvos Achatados. Tabla 27.

Grupo de dientes Contrastados		Chi <sup>2</sup> - Exacto de Fisher: ( <i>p</i> -valor)		
		1mm	3mm	6mm
<b>A1</b> Conductos Rectos Circulares	<b>A2</b> Conductos Rectos Achatados	0.008	0.071	1.000
<b>A1</b> Conductos Rectos Circulares	<b>B1</b> Conductos Curvos Circulares	0.125	0.363	1.000
<b>A1</b> Conductos Rectos Circulares	<b>B2</b> Conductos Curvos Achatados	0.001	0.045	1.000
<b>A2</b> Conductos Rectos Achatados	<b>B1</b> Conductos Curvos Circulares	0.404	0.611	1.000
<b>A2</b> Conductos Rectos Achatados	<b>B2</b> Conductos Curvos Achatados	0.575	0.828	0.745
<b>B1</b> Conductos Curvos Circulares	<b>B2</b> Conductos Curvos Achatados	0.158	0.340	0.729

Tabla 27. Contraste múltiple entre grupos de dientes según los distintos nivel evaluados. Se resaltaron en la tabla los valores estadísticamente significativos al nivel 0.05.



## ANÁLISIS Y COMPARACIÓN DISTANCIA DESDE EL ÁPICE AL IRRIGANTE EN LOS DISTINTOS CONDUCTOS

En la figura 39 se muestra que el grupo de Conductos Rectos Circulares (A1) presentó la distancia mínima mostrando mejor penetración del irrigante, seguido de Conductos Curvos Circulares (B1), luego con una diferencia menor Conductos Rectos Achatados (A2) y por último Conductos Curvos Achatados (B2). Tabla 28.

Estadístico	A1 Conductos Rectos Circulares	A2 Conductos Rectos Achatados	B1 Conductos Curvos Circulares	B2 Conductos Curvos Achatados
Media (mm)	0.58	1.21	1.14	1.62
DE	1.70	2.14	2.03	2.12

Tabla 28. Distancia desde el ápice al irrigante según grupo de dientes.

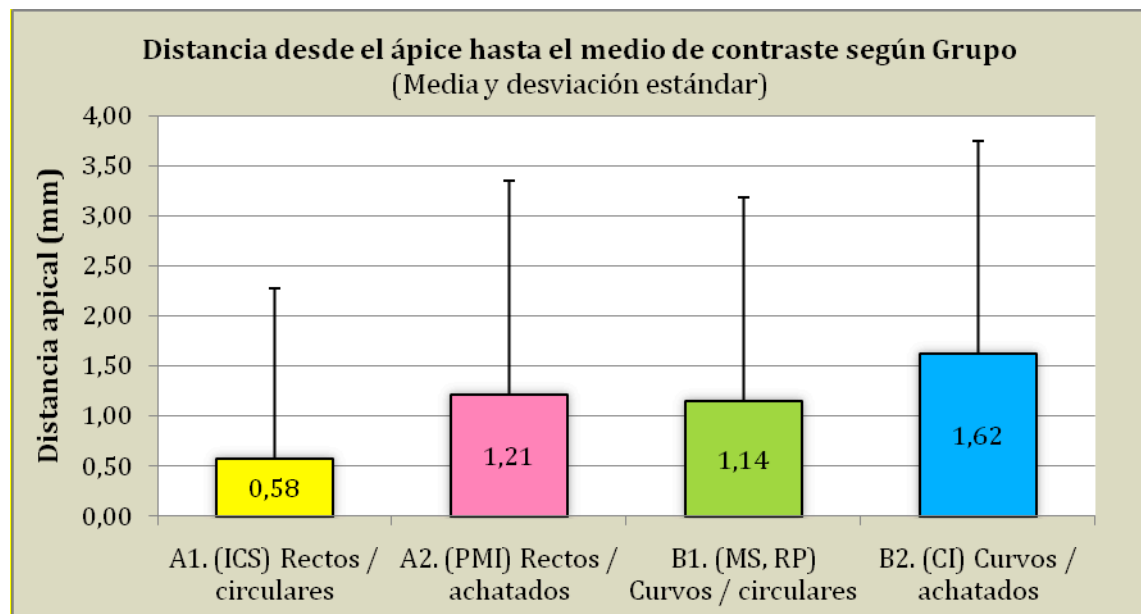


Figura 39. Distancia apical media desde el ápice al irrigante según grupo dentario.



## COMPARACIONES MÚLTIPLES ENTRE GRUPOS

Más allá del sistema de irrigación empleado, los conductos **curvos achatados** presentaron las mayores dificultades para una correcta irrigación apical; por el contrario, los conductos **rectos circulares** fueron los que registraron la máxima profundidad de irrigación. Sólo resultaron estadísticamente significativas las diferencias entre el grupo A1 (Conductos Rectos Circulares) y el grupo B2 (Conductos Curvos Achatados), respecto al trayecto de conducto no irrigado. Variable dependiente: Trayecto no irrigado. DHS de Tukey. Tabla 29.

(I) Grupo	(J) Grupo	Diferencia entre medias (I-J)	Significación ( <i>p</i> -valor)
A1. Recto/Circular	A2. Rectos/Achatado	-0.63	0.291
A1. Recto/Circular	B1. Curvos/Circular	-0.57	0.420
A1. Recto/Circular	B2. Curvos/Achatado	(*) -1.04	0.021
A2. Recto/Achatado	B1. Curvos/Circular	0.07	0.998
A2. Recto/Achatado	B2. Curvos/Achatado	-0.41	0.659
B1. Curvo/Circular	B2. Curvos/Achatado	-0.48	0.566

Tabla 29. Comparaciones múltiples entre grupos de diente. (\*) La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

## COMPARACIONES MÚLTIPLES ENTRE SISTEMAS DE IRRIGACIÓN

El EndoVac, se distanció significativamente de Miraject Endo Rinse e Irrigación Ultrasónica ( $p < 0.05$ ), en tanto que los otros subgrupos Miraject Endo Rinse e Irrigación Ultrasónica, no registraron diferencias significativas entre sí ( $p > 0.05$ ). Variable dependiente: Irrigación. DHS de Tukey. Tabla 30.

(I) Sistema de Irrigación	(J) Sistema de Irrigación	Diferencia entre medias (I-J)	Significación ( <i>p</i> -valor)
Miraject Endo Rinse	Irrigación Ultrasónica	0.18	0,829
Miraject Endo Rinse	EndoVac	(*) 1.04	0,003
Irrigación Ultrasónica	EndoVac	(*) -0.86	0,018

Tabla 30. Comparaciones múltiples entre sistemas de irrigación. (\*) La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.



# DISCUSIÓN



## DISCUSIÓN

El éxito del tratamiento endodóntico depende, en gran medida, del cuidado que se ponga en la realización de sus distintas etapas y la preparación quimio-mecánica, es sin duda, una de las más importantes. Son numerosos los métodos que se han propuesto para la instrumentación del conducto, como así también, muy variadas las soluciones irrigadoras, a los efectos de obtener no sólo un espacio eficientemente conformado, sino también, libre de residuos y de gérmenes para, finalmente, ser obturado con corrección (Sen y col., 1995).

La presencia de restos en el conducto radicular suelen albergar bacterias, las cuales, por continuidad, invaden los túbulos dentinarios donde permanecen en estado de latencia, o bien en plena actividad reproductiva que, a distancia, pueden provocar la reinfección del conducto radicular y, en consecuencia, el fracaso del tratamiento endodóntico. Por otra parte, la complejidad del sistema de conductos, a menudo inaccesible a la instrumentación, dificulta aún más la deseada limpieza y desinfección del intrincado espacio endodóntico (Xu y Zhang, 1984; Usman y col., 2004; Vertucci, 2005; Ricucci y Siqueira, 2010 y Fornari y col., 2010).

Durante la preparación quirúrgica se generan limallas de dentina, las cuales, sumadas a los restos orgánicos conforman el estrato ideal para el desarrollo del denominado biofilm (McComb y Smith 1975). La presencia del biofilm en el interior del conducto juega un rol muy importante en el pronóstico endodóntico, ya que es considerado como una comunidad bacteriana protegida por una matriz de polisacáridos que se adhiere a la superficie del conducto radicular. Es, por ende, un reservorio patológico de remanentes dentinarios, bacterias y sus productos metabólicos, motivo por el cual, todos los procedimientos de limpieza deberán estar dirigidos al desprendimiento del biofilm y a la ruptura de su matriz polisacárida.

Soares y col., (2006) observaron que la limpieza del conducto radicular depende, entre otros factores, de la técnica de instrumentación y de la conformación que se obtenga mediante la preparación biomecánica del conducto. Estudios realizados por Desai y Himel, (2009); Brito y col., (2009) y Howard y col., (2011) han demostrado que grandes áreas de la pared del conducto radicular permanecen sin ser tocadas por los



instrumentos. Byström y Sundqvist, (1981) sostienen que la instrumentación rotatoria con NiTi y el uso de una sustancia de irrigación que llegue y limpie esas zonas no instrumentadas podrían disminuir y neutralizar la presencia de microorganismos en el conducto radicular.

De acuerdo con Von Fraunhofer y col., (2000) la preparación de las paredes del conducto con instrumentos rotatorios de NiTi proporciona superficies lisas que favorecen la irrigación y por consiguiente la eliminación del barro dentinario, como así también, de todo resto orgánico o inorgánico que se haya acumulado, lo que, sin duda, es beneficioso para el posterior sellado del conducto radicular, cualquiera sea el material o técnica de obturación que se emplee.

Según Khabiri y col., (2007), la penetración adecuada del irrigante dependerá, entre otros factores, del diámetro apical de la preparación asociado con el ensanchamiento coronal, independientemente del tipo de instrumentación. Sin embargo, Khabiri y col., (2003) demostraron que la instrumentación hasta el calibre N° 30 es suficiente para una adecuada limpieza del conducto y así favorecer la penetración de la irrigación en el tercio apical. En cuanto a este aspecto del tratamiento, nuestros resultados muestran que aun alcanzando dicho diámetro con el instrumento F3 en la preparación apical, no es suficiente para la penetración del irrigante.

Teniendo en cuenta que si bien la instrumentación por sí sola disminuye el número de microorganismos presentes en el conducto, no los erradica en su totalidad, razón por la cual es muy importante utilizar una sustancia de irrigación como complemento del acto quirúrgico (Byström y Sundqvist, 1981). Se ha sugerido que la acción de lavado puede ser el factor más importante para el éxito endodóntico (Baker y col., 1975). Según Gulabivala y col., (2005) la eficacia de la irrigación se basa en la acción de lavado mecánico y en la capacidad del irrigante para destruir a las bacterias, a lo que Lee y col., (2004) agregan como factor muy importante, la capacidad de disolver el detritus. Por lo tanto, y tal como lo expresan Gutarts y Nusstein, (2005) y Burleson y Nusstein, (2007), la efectiva liberación de los componentes del irrigante y su agitación dentro del conducto son requisitos necesarios para el desbridamiento completo de los residuos y el éxito del tratamiento a distancia. Walton y Torabinejad, (1997) consideran que el irrigante ideal debe tener: efecto bactericida, bacteriostático, lubricante;



capacidad disolvente de restos orgánicos; baja toxicidad y baja tensión superficial, lo que le permite acceder a zonas inaccesibles.

Existe un continuo debate acerca del empleo de las soluciones de irrigación, como así también, sobre la secuencia de su utilización, la temperatura que deberían tener, el tiempo de acción ideal y el volumen necesario para realizar una limpieza en el espacio tridimensional. Es importante desarrollar y manejarse según protocolos que especifiquen la frecuencia, el volumen y el tiempo requerido por cualquier solución utilizada para limpiar los conductos radiculares, considerando la gran variedad de irrigantes endodónticos que se han propuesto. No obstante, los más frecuentemente recomendados y utilizados pueden clasificarse en compuestos halogenados, tensoactivos, quelantes, ácidos, peróxidos y asociaciones.

Dentro de los compuestos halogenados se puede mencionar el hipoclorito de sodio (NaOCl) y la Clorhexidina (CHX) como los más utilizados.

El NaOCl es, desde 1920, el agente irrigante más empleado (Yesiloy y col., 1995, Siqueira y col., 1998, Spanó y col., 2001). Para Senia y col., (1971) y Hand y col., (1978) es un antimicrobiano muy eficaz que sirve como lubricante durante la instrumentación y disuelve el tejido vital y no vital. Canalda, (2001) considera que es un agente antibacteriano muy efectivo, ya que puede destruir los microorganismos presentes en conductos radiculares, aun cuando estén en forma de esporas. Posee baja tensión superficial, lo que facilita su penetración a través de las múltiples irregularidades del sistema del conducto radicular y aun en los túbulos dentinarios. El NaOCl, por su pH alcalino (11,8), neutraliza la acidez del medio, creando un ambiente inadecuado para el desarrollo bacteriano y se lo emplea en diferentes concentraciones que van de 0.5% al 5.25%.

Cvek y col., (1976), Byström y Sundqvist, (1983), Ferreira y col., (1999) consideran que el hipoclorito de sodio debe ser usado en concentración del 0,5%, dando garantía de ser un excelente agente antimicrobiano con baja toxicidad. Autores como Spangberg y Engstrom, (1968), Spangberg y col., (1979), Baumgartner y Cuenin, (1992), demostraron que la concentración del hipoclorito de sodio al 1% es agresiva, aunque presenta un mejor efecto antimicrobiano. En tanto, Cunningham y Balekjian, (1980) concluyeron que una concentración al 2,5% es eficaz para disolver el tejido



necrótico y reducir el número de bacterias presentes en los conductos radiculares. Grossman y Meiman, (1941) y Grossman, (1981) recomendaba utilizar soluciones al 5% de NaOCl como irrigante del conducto, mientras que Buck y col., (2001) y Diener y col., (2003) lo preferían en soluciones al 5.25%.

Estas recomendaciones, aunque física y químicamente correctas, son para Markose y col., (2009), Desai y Himel, (2009) biológicamente peligrosas, ya que pueden ser impulsadas hacia los tejidos perirradiculares. Por tal motivo, un factor importante a considerar, es la presión ejercida por las agujas en el interior del conducto radicular que puede alcanzar hasta 400-550 kPa (Boutsioukis y col., 2007), lo cual también puede contribuir a un posible accidente.

Dunter y col., (2012) han demostrado que el NaOCl a una concentración del 6% es el único agente irrigante capaz de remover y eliminar el biofilm bacteriano. Estudios de la penetración de NaOCl en la dentina, de Ling, Ya, Wei y Haapasalo, (2010), demuestran que la penetración más alta (300  $\mu$ m) se obtuvo con NaOCl al 6% durante 20 minutos a 45°C. Después de la penetración inicial durante los primeros 2 minutos, la profundidad de penetración se duplicó durante los próximos 18 minutos de exposición. Los factores que contribuyen a la penetración de NaOCl en los túbulos dentinarios son temperatura, tiempo y concentración.

En el presente estudio nos basamos en los trabajos citados y nos apoyamos en los recientes hallazgos de Gomes Macedo y col., (2014) que manifiestan que esta concentración del 6 % de NaOCl no induce cambio biológico en la dentina, dado que dicho efecto ocurre cuando estos están sólo en contacto durante 1 hora.

La clorhexidina (CHX) es un compuesto halogenado, de amplio espectro contra bacterias Gram positivas y negativas, esporas, bacterias, virus lipofílicos y dermatofitos. Jeansonne y White, (1994); Silva, (1999); Sassone y col., (2003); Ercan y col., (2004) y Mohammadi y Abbot, (2009), utilizan la CHX al 2% como solución irrigante y han comprobado que es tan efectiva como el NaOCl al 5.25%. Además, como lo señalan White y col., (1997) presenta una efectividad antibacteriana residual por 48 a 72 horas posterior a la instrumentación, y hasta 168 horas según Diener y col., (2003).

Entre las soluciones quelantes, el ácido etilendiaminotetracético (EDTA) es específico para el ion calcio y por consiguiente para la dentina (Leonardo, 2005). El EDTA fue presentado por primera vez por Nygaard-Ostby en 1957. Es una sustancia





fluida con un pH neutro de 7,3, la cual se emplea en una concentración de 10 – 17%. Se indica para la preparación biomecánica de conductos radiculares atrésicos y/o calcificados. A pesar de los excelentes resultados obtenidos con ese producto en lo que se refiere a la limpieza de los conductos radiculares, no se indica como solución de irrigación, sino como un auxiliar para ensanchar conductos atrésicos o calcificados y remover el barro dentinario (“smear layer”) en el lavado quirúrgico final de la preparación (Yamada y col., 1983; Baumgartner y Mader, 1987 y O’Connell 2000).

Arias-Moltz y col., (2008) observaron que si bien el EDTA no es bactericida, al remover el barro dentinario no sólo elimina las bacterias contenidas en él, sino que deja abiertos los orificios de entrada a los túbulos, permitiendo una mejor penetración del irrigante a través de los mismos.

Calt and Serper, (2000) demostraron que ningún irrigante por sí solo puede ser capaz de disolver material pulpar orgánico, predentina y desmineralizar la porción calcificada orgánica de las paredes del conducto.

Por tal motivo, Desai y Himel, 2009 sostienen que la irrigación óptima se basa en el uso combinado de dos o más soluciones de irrigación mediante una técnica adecuada. Es por tal razón, que hay autores como Kurivilla y Kamath, (1998); Lekshmy y Kamath, (2001) y Santos, (2003) que han realizado asociaciones de los mismos irrigantes pero a concentraciones diferentes, de 0,12 y 0,2% para la CHX y del 2,5% para el NaOCl. El uso de NaOCl en combinación con otras soluciones quelantes, como complemento de la acción de los instrumentos endodónticos se ha constituido en un procedimiento de elección (Siqueira y col., 2000 y Zehnder y col., 2006). En ese sentido, Baumgartner y Mader, (1987) demostraron que el barro dentinario podría ser totalmente eliminado mediante el uso alternado de una solución de EDTA 15% e NaOCl al 5,25%. Byström y Sundqvist, (1981), Peter y Barbakow, (2000), Kho y Baumgartner, (2006) y Zmener y col., (2009), han demostrado que la combinación de NaOCl al 5,25% y del EDTA al 17% es muy eficaz en la eliminación de residuos de los conductos radiculares.

A su vez autores como West y col., (1994); Hulsmann y col., (1997); Gambarini, (1999); Kishen y col., (2008) y Rossi, (2012) alternan el uso de NaOCl y CHX con la acción quelante de EDTA a fin de lograr una menor adherencia bacteriana.



Basado en los resultados de estos trabajos, el protocolo de irrigación empleado en el presente estudio durante la instrumentación incluyó el NaOCl al 6 %, EDTA al 17 %, seguido de una irrigación final con CHX al 2%.

El sistema para irrigación endodóntica más simple que existe es la irrigación convencional que se realiza con una jeringa y aguja, bajo presión positiva. Las jeringas son de capacidad variable, van desde 1 ml (Senia y col., 1971), 3 ml (Abou-Rass y Piccinino, 1982; Kahn y col., 1995 y Sedgley y col., 2005), 5 ml (Ram, 1977; Moser y Heuer, 1982; Chow, 1983 y Tinaz y col., 2005) a 10 ml (Sabins y col., 2003 y Lee y col., 2004).

Van der Luis y col., (2006) demostraron que el volumen de irrigante suministrado por las jeringas de 2 a 5 ml son eficaces en la eliminación de los desechos de la dentina de la zona apical de los conductos radiculares. En este estudio se seleccionó una jeringa de 2 ml y el volumen del irrigante fue de 20 ml. (NaOCl al 6% 14 ml, CHX al 2% 3 ml y EDTA al 17% 3 ml).

Con respecto a las agujas, existen en el mercado diferentes tipos: agujas con perforación final, biselada o plana y con perforaciones laterales de una o dos perforaciones. Boutsoukis y col., (2010) manifiestan que si bien no hay diferencias importantes entre la aguja biselada y la aguja plana, el inconveniente en la primera radica en el riesgo de extrusión a nivel apical. En las agujas con una perforación lateral el rendimiento de la aguja fue similar a la plana. En las agujas de doble perforación, la fuerza del irrigante de la segunda salida no parece ofrecer ninguna ventaja (Yamamoto y col., 2006; Huang y col., 2008 y Vinothkumar y col., 2007).

En esta experiencia se utilizó la aguja de extremo abierto, salida final, plana, de 25 G (Diámetro interno) que se inserta a 2 mm de la longitud de trabajo, similar a la recomendada por Moser y Heuer, (1982).

La técnica de irrigación convencional consiste en depositar el irrigante mediante una jeringa con agujas de diversos calibres, de tal manera que quede holgada dentro del conducto radicular posibilitando el flujo del irrigante en dirección coronal (Khan y col., 1995). Según Goldman y col., (1976) y Wu y col., (2001) el inconveniente de la irrigación convencional (presión positiva) es la dificultad para generar el movimiento del irrigante en la zona apical. Tay y col., (2010) manifiestan que la mínima penetración del irrigante a nivel apical, puede deberse a la presencia de las burbujas de aire que



bloquean el conducto impidiendo que el irrigante llegue hacia la zona apical, afectando la eficacia de la irrigación convencional.

Los resultados obtenidos en este estudio, respecto a la irrigación convencional con el empleo de Miraject Endo Rinse, mostraron valores de penetración del irrigante sin considerar la forma del conducto y la dirección fueron: a 1 mm del ápice 65%, a 3 mm 65% y a 6 mm 80%, resultados que no concuerdan con los de Grandini y col., (2002) y Khademi y col., (2006) quienes manifiestan resultados óptimos con el uso de la irrigación convencional, y tampoco con lo que señalan De Gregorio y col., (2010) ya que obtuvieron 0% de penetración. En esta experiencia quedó evidenciado, que el sistema Miraject Endo Rinse tuvo un mejor comportamiento en el tercio coronario y no fue adecuado en los tercios medio y apical. Estos resultados concuerdan con Moodnik y col., (1976); Salzgeber y Brilliant, (1977); Abou-Rass y Piccinino, (1982); Baumgartner y col., (1987); Walters y col., (2002) y Albrech y col., (2004).

Gu y col.,(2009) mencionan que la solución irrigante se difunde sólo 1 mm más allá de la punta de la aguja, por lo tanto la acción del irrigante se ve limitada al tercio coronal, o en el mejor de los casos, si contamos con un conducto amplio, al tercio medio lo que cuestiona entonces la desinfección del tercio apical.

La eliminación de los restos de tejido pulpar vital y necrótico y de microorganismos del sistema de conductos radiculares, es esencial para el éxito en endodoncia. La desinfección del conducto radicular mediante la irrigación e instrumentación es el factor más importante en la prevención y tratamiento de la periodontitis apical. Al ser imposible con la instrumentación llegar a todas las áreas del sistema de conductos, la irrigación cobra especial importancia. Por este motivo, en la última década se han desarrollado una serie de sistemas de dispensación y agitación de irrigantes, tales como los ultrasonidos (García Delgado y col., 2014).

Los estudios de los últimos años destacan las ventajas de la utilización de la irrigación ultrasónica (presión positiva). Weller y col., (1980); Carver y col., (1983) y Lee y col., (2004) señalan que la agitación ultrasónica de soluciones de irrigación después de la instrumentación, puede mejorar la limpieza de los conductos e istmos, ya que como sostienen Spoletti, Siragusa y col., (2003) permite una mayor penetración en las intrincadas anfractuosidades del conducto. Kenne y col., (2006) demostraron que una solución irrigante en conjunción con la vibración ultrasónica se asoció directamente



con la eliminación de los desechos orgánicos e inorgánicos de las paredes del conducto radicular y una reducción del número de bacterias, aun cuando la erradicación de las mismas de las paredes del conducto no es completa (Spoleti y col., 2003; Townsend y Maki, 2009 y Harrison y col., 2010).

La activación ultrasónica de las soluciones irrigadoras es una manera eficaz de eliminar las bacterias, los detritus y el barro dentinario del sistema de conductos, de manera superior a la irrigación convencional con jeringa e igual o incluso superior a otros métodos mecanizados. Además, estos sistemas ultrasónicos permiten a las soluciones irrigadoras penetrar en los conductos laterales y túbulos dentinarios de forma eficaz, de manera superior a la irrigación convencional con jeringa e igual o incluso superior a otros métodos mecanizados. Respecto a si facilita el alcance del irrigante a la longitud de trabajo o si provoca extrusión apical del mismo no hay evidencias claras, debido a la dificultad de crear un sistema que emule con total precisión la situación real (García Delgado y col., 2014). Se considera que su superioridad en el procedimiento de limpieza y desinfección se produce por la acción sinérgica del ultrasonido con el hipoclorito de sodio, debido a que potencia su acción biológica e impulsa su flujo en todo el sistema de conductos (Cameron y Cunningham, 1982; Martin, 1982/4; Langeland, 1985 y Huque y col., 1998).

Los resultados obtenidos en este estudio con la irrigación ultrasónica, sin considerar la forma del conducto y su dirección, muestran que la penetración del irrigante fue: a 1 mm del ápice 61,1%, a 3 mm 77,8% y a 6 mm 83,3%, por lo cual, disentimos con Goodman y col., (1985); Archer y col., (1992); Guerisoli, y col., (2002); Gutarts y col., (2005) y Paragliola y col., (2010) quienes consideran que con la irrigación ultrasónica se logra una adecuada limpieza de todo el conducto radicular. En esta experiencia quedó evidenciada, que la Irrigación Ultrasónica (presión positiva) tuvo un mejor comportamiento en el tercio coronario y medio, no así en el sector apical. Estos resultados coinciden con Senia y col., (1971); Chow, (1983); Heard y Walton, (1997); Jensen y col., (1999), Borro y col., (2010) quienes sostienen que con la activación ultrasónica se obtiene una mejor limpieza en el tercio coronal y medio, encontrándose los peores resultados en el tercio apical, Sin embargo, Ciucchi y col., (1989) obtuvieron los mismos resultados en todos los tercios. No podemos dejar de destacar a Adocck y col., (2011) con los cuales coincidimos, que hay un consenso



general de que la Irrigación Ultrasónica es más efectiva en la eliminación de detritus que la jeringa convencional (Lee y col., 2004; Paqué y col., 2011 y Jiang y col., 2012).

El EndoVac (presión negativa) es un sistema de irrigación donde la aguja de aspiración se inserta a la longitud de trabajo conectado a un dispositivo de succión, ello posibilita aspirar la solución de irrigación a nivel apical (Schoeffel, 2007). La presión negativa de este sistema posibilita la remoción de las partículas con mayor precisión a nivel apical (Kurtzman, 2009), a la vez que, al ser simultánea la irrigación junto a la aspiración disminuye el barro dentinario (Fukumoto y col., 2006).

Los autores coinciden en que la permanencia del barro dentinario puede traer consecuencias para el tratamiento endodóntico, teniendo en cuenta que evita la acción del irrigante (Saleh y col., 2008) y neutraliza su eficacia (Violich y Chandler, 2010), interfiere en la obturación del conducto radicular (De Deus y col., 2008) e influye en el pronóstico del tratamiento endodóntico (Bergenholtz, 1974; Sapngberg 2001; Nair y col., 2006; Brito y col., 2009 y Paqué y col., 2009).

Los resultados obtenidos en este estudio con el sistema EndoVac, sin considerar la forma del conducto y su dirección, muestran que la penetración del irrigante fue: a 1 mm del ápice 79,4%, a 3 mm 94,1% y a 6 mm 97,1%. Estos resultados concuerdan con Fukumoto y col., (2006); Nielsen y Baumgartner, (2007); Desai y Himel, (2009); Townsend y Maki, (2009); Shin y col., (2010); Susin y col., (2010); De Gregorio y col., (2010); Siu y Baumgartner (2010); Brunson y col., (2010), Abarajithan y col., (2011) quienes sostienen que por sus características particulares el EndoVac es un procedimiento adecuado para la limpieza del conducto. En esta experiencia quedó evidenciada que con EndoVac se observa una limpieza adecuada en los tercios coronario, medio y apical. Estos resultados concuerdan con Nielsen y Baumgartner, (2007); Abarajithan y col., (2011); Vandana y col., (2013); Saini y col., (2013) y con Mancini y col., (2013) quienes manifiestan una adecuada limpieza en todo el conducto.

Los resultados obtenidos en esta experiencia permiten aseverar que EndoVac, registró un porcentaje de penetración del irrigante significativamente mayor (91,9%) que los otros dos sistemas evaluados: Miraject Endo Rinse (77%) e Irrigación Ultrasónica (78,9%). Al comparar los sistemas con presión positiva, Miraject Endo Rinse e Irrigación Ultrasónica, las diferencias no fueron significativas ( $p>0.05$ ). Sin embargo, cuando los sistemas de presión positiva (Miraject Endo Rinse e Irrigación



Ultrasónica) se compararon con el de presión negativa (EndoVac) las diferencias fueron significativas ( $p < 0.05$ ). Estos hallazgos concuerdan con Mayer y col., (2002); Bhuvya y col., (2010) quienes sostienen que no hay diferencias estadísticamente significativas entre Irrigación Convencional y Ultrasónica. Sin embargo, Howard y col., (2011) no hallaron diferencias significativas entre los tres sistemas mientras que, Townsend y Maki, (2009) expresan que la agitación ultrasónica fue significativamente más efectiva que la irrigación convencional y el EndoVac en la eliminación bacteriana ( $p < 0,05$ ) pero cabe destacar que dichos autores emplearon conductos simulados en esta experiencia.

La complejidad de la anatomía de los conductos radiculares es, claramente, uno de los problemas que surgen durante el tratamiento endodóntico, no sólo durante la instrumentación sino que, también, representa un desafío para la irrigación ya que, sin duda, la dirección y la morfología radicular influyen sustancialmente en el éxito del tratamiento endodóntico (Lim y Webber, 1985; Gani y col., 2000; Abella y col., 2012 y Su y col., 2014). No cabe duda, que el acceso de las soluciones irrigadoras al conducto radicular estará ligada a las características anatómicas del mismo, dado que la limpieza y conformación es más sencilla en un conducto recto y amplio que en uno estrecho y curvo.

A pesar de los numerosos trabajos de investigación que hacen referencia a la incidencia que esto tiene en la preparación quirúrgica de los conductos radiculares, no hay muchos que vinculen la complejidad anatómica de los conductos, con la eficacia de los distintos sistemas de irrigación a fin de poner en evidencia su notable influencia. Coincidimos con Spoletti, Siragusa y col., (2003) cuando manifiestan que la diversidad en la anatomía topográfica, tanto en lo microscópico, de las distintas piezas dentarias sumada a la compleja variabilidad del sistema de conductos exigen la evaluación de las técnicas de preparación químico-bio-mecánica en cuanto a su eficacia en la desinfección del sistema. Si bien la mayoría de los autores reconocen que la amplitud de los conductos se reduce con la edad y sus formas se modifican, sólo ha sido fehacientemente estudiado y demostrado por Visvisián y col., (1997); Gani y Visvisián, (1999) y Artal y Gani, (2000).

Cabe destacar que llegado el momento de efectuar comparaciones con los resultados obtenidos en esta experiencia referidos a la penetración del irrigante con respecto a la dirección y forma del conducto, si bien los trabajos de investigación hacen



referencia a esta situación, al emplear distintos protocolos y metodologías se dificultan las comparaciones.

Según los resultados obtenidos en nuestro estudio en conductos rectos al emplear Miraject Endo Rinse y comparar los porcentajes de irrigación, observamos que difieren sustancialmente para los circulares y achatados (83,3% y 64,3%), siendo las diferencias significativas tanto a 1 mm como a 3 mm del ápice ( $p < 0.05$ ). La situación fue distinta cuando empleamos Irrigación Ultrasónica con un comportamiento similar en conductos circulares y achatados (90% y 80%), siendo entre ambos grupos significativas las diferencias sólo a 1 mm del ápice ( $p < 0.05$ ). Con EndoVac los porcentajes de irrigación fueron similares tanto para conductos circulares como para achatados (98,2% y 93,33%) y las diferencias no fueron significativas ( $p < 0.05$ ). De los tres sistemas analizados en conductos rectos circulares y achatados, el EndoVac (presión negativa) fue el más eficaz, seguido por la Irrigación Ultrasónica y por último Miraject Endo Rinse (ambos presión positiva). Nuestros resultados coinciden con Tambe y col., (2014) quienes en premolares inferiores evaluaron Irrigación Ultrasónica, EndoVac e Irrigación Convencional concluyendo que el sistema que proporcionó una limpieza más completa del conducto radicular fue EndoVac seguido por la Irrigación Ultrasónica y por último la Irrigación Convencional. También se asemejan a los de Abarajithan y col., (2011) quienes en incisivos centrales superiores, observaron en el nivel apical del conducto radicular diferencias significativas entre los sistemas EndoVac e Irrigación Convencional, siendo EndoVac el sistema que mejor desempeño tuvo en el tercio apical del conducto radicular. Asimismo, coincidimos con Gupta y col., (2014) quienes al comparar Irrigación Ultrasónica, Canal Brush, Endo Activator y EndoVac obtuvieron mejores resultados con EndoVac y en parte con Ribeiro y col., (2012), quienes al evaluar distintos sistemas de irrigación (irrigación dinámica manual, irrigación pasiva ultrasónica, y sistema EndoVac en conductos achatados de incisivos inferiores, concluyen que, si bien ningún protocolo de irrigación eliminaba por completo los residuos del conducto, la irrigación Ultrasónica y EndoVac fueron los más efectivos ( $p < 0,05$ ).

Al contrastar el trayecto sin irrigar en conductos rectos, mediante test no paramétrico de Kruskal-Wallis, los tres sistemas de irrigación (Miraject Endo Rinse, Irrigación Ultrasónica y EndoVac), en los conductos circulares las diferencias no fueron



significativas ( $p=0,438$ ), no así en los achatados donde las diferencias fueron significativas ( $p=0,032$ ) siendo Miraject Endo Rinse el sistema que registró los valores más altos de trayecto sin irrigar. Coincidimos con Hülsman y Styga, (1993) al manifestar que en conductos achatados ninguna de las técnicas de preparación quirúrgica puede limpiar adecuadamente, dejando siempre residuos orgánicos adheridos a las paredes de los mismos. En el mismo sentido, Gutarts y col., (2005) manifiestan que la presencia en el conducto radicular de istmos, anastomosis, deltas, conductos laterales, aumenta la complejidad del mismo y hace que la limpieza sea muy complicada ya que dificulta la disolución de los tejidos orgánicos. Schilder, (1967) introdujo el concepto de "limpieza y conformación" remarcando dos objetivos fundamentales en la preparación de los conductos radiculares: uno biológico, el de la limpieza completa del sistema de conductos y otro, mecánico, la conformación adecuada de los conductos radiculares, es decir dar a una cavidad una forma específica para recibir una obturación tridimensional.

No obstante, aun con la aparición de nuevos instrumentos endodónticos accionados en forma manual y rotatoria, no está definido el instrumento ideal, ni la técnica adecuada para lograr estos objetivos, ya que, tanto con la instrumentación manual como con los sistemas rotatorios, persisten zonas inaccesibles (Bolanos y Jensen, 1980), especialmente en conductos curvos y de anatomía achatada (Camps y Pertot, 1995 y Vetucci, 2005).

De allí la importancia de complementar la preparación quirúrgica del conducto radicular con una irrigación abundante de hipoclorito de sodio, ya que por sus propiedades es el irrigante más utilizado a nivel mundial. La interacción entre los factores físico-químicos y antimicrobianos de la solución irrigante con los mecánicos involucrados en la instrumentación permite la correcta limpieza y desinfección del sistema de conductos radiculares (Mohammadi, 2008). De allí la importancia de la medicación tópica y la irrigación como un requisito complementario del efecto mecánico, a fin de lograr el éxito del tratamiento endodóntico (Yang, 1996).

Uno de los desafíos más importantes de la práctica clínica de la endodoncia es conservar la forma original del conducto radicular y obtener una conicidad uniforme con un stop apical que permita su obturación tridimensional (Sonntag y col., 2006). Para Buchanan todos los conductos radiculares tienen alguna curvatura, incluso aquellos





aparentemente rectos por lo general están curvos (en cierto grado) en el tercio apical. Según Schneider, (1971) dichas curvaturas pasan algunas veces inadvertidas en las angulaciones radiográficas convencionales, ya que la radiografía es una representación bidimensional de un objeto tridimensional. Por tal motivo, numerosas técnicas han sido implementadas para evitar errores durante la preparación quirúrgica, tales como: transportaciones, escalones, falsas vías, pérdida de longitud de trabajo. Surge entonces la necesidad del respeto de una serie de principios tendientes a evitarlos, la falta en el cumplimiento de estos principios conlleva a los errores antes mencionados, siendo estos factores comprometedores para el éxito del tratamiento endodóntico (Lam y col., 2005).

En nuestro estudio con respecto a la efectividad de la irrigación en conductos curvos cuando empleamos Miraject Endo Rinse el comportamiento fue similar en conductos circulares y achatados (81,2% y 78,8%) y las diferencias no fueron significativas en ningún trayecto evaluado ( $p > 0.05$ ). Los resultados obtenidos con la Irrigación Ultrasónica, a pesar de que la penetración del irrigante fue desigual en conductos circulares y achatados (77,1% y 68,3%), las diferencias tampoco fueron significativas. ( $p > 0.05$ ). Comportamiento similar tuvo el EndoVac (presión negativa) donde los porcentajes de irrigación difieren para los circulares y achatados (95,6% y 81,7%), y las diferencias no fueron significativas en ningún trayecto evaluado ( $p > 0.05$ ). De los tres sistemas analizados en conductos curvos circulares y achatados, el EndoVac (presión negativa) fue el más eficaz, seguido por Miraject Endo Rinse y por último Irrigación Ultrasónica (ambos presión positiva). Estos resultados coinciden con Paredes y col., (2009) quienes compararon la Irrigación Convencional con EndoVac y observaron mínima presencia de restos al usar EndoVac en los tres tercios, mientras que con Irrigación Convencional la presencia de los mismos fue moderada en tercio medio y abundante en apical. Mientras que, Yoo y col., (2013) al evaluar en conductos curvos, irrigación convencional, irrigación ultrasónica y EndoVac, expresan que todos los grupos mostraron penetración del irrigante, a nivel medio y coronario, siendo el EndoVac el de mejor resultado a nivel apical.

Al contrastar el trayecto sin irrigar en conductos curvos, mediante test no paramétrico de Kruskal-Wallis, los tres sistemas de irrigación (Miraject Endo Rinse, Irrigación Ultrasónica y EndoVac), en los conductos circulares las diferencias no fueron



significativas ( $p=0,238$ ), en tanto que en los achatados las diferencias fueron significativas ( $p=0,027$ ) siendo la Irrigación Ultrasónica el sistema que registró los valores más altos de trayecto sin irrigar. Según la teoría de Chow postulada en el año 1983 el avance de los líquidos a través de conductos atrapa el aire a su paso, por lo tanto lo encapsula a nivel del tercio apical y dificulta que el irrigante cumpla su función a este nivel. El estudio de este fenómeno es conocido como la burbuja de aire o “vapor lock” (Baker y col., 1975; Trepagnier y col., 1977; Chow, 1983; Gu y col., 2009 y Brito y col., 2009). Consideramos que uno de los factores que puede haber incidido en estos resultados es el fenómeno físico del “vapor lock” que es provocado por el atrapamiento de aire en el interior de los conductos dificultando al irrigante alcanzar la zona apical.

Varios métodos han sido utilizados para evaluar la eficacia de la penetración del irrigante en el conductos. En 1977, Salzgeber y Billiant, utilizaron Hypaque como medio de contraste que tiene una osmolaridad en solución que varía de 1200 a 2400 mOsmol/L. En el presente estudio se ha seguido la metodología empleada por Khabiri (2007). El medio de contraste utilizado fue Temistac por su alta osmolaridad, densidad, viscosidad y por sus propiedades similares al hipoclorito de sodio. Además, es un método seguro para probar técnicas de irrigación/agitación in vivo y ver su distribución en los conductos radiculares por medios radiográficos. (Pashley, 1985; Katayama, 1990; Baroni, 2002 y Sánchez, 2009). Este medio de contraste permitió evaluar la penetración del irrigante y su distancia con respecto al ápice.



# CONCLUSIONES



## CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este estudio permiten concluir que:

- El empleo de un modelo experimental que posibilitó establecer en tres niveles del conducto radicular (a 1 mm, 3 mm y 6 mm del extremo apical) la profundidad alcanzada por el irrigante, permitió valorar y comparar entre sí la efectividad de tres métodos propuestos para limpieza de los conductos radiculares en distintas configuraciones anatómicas.
- La determinación del grado de profundidad alcanzado por el irrigante en el conducto sin considerar su configuración anatómica, permitió establecer que la efectividad del sistema EndoVac (presión negativa) fue significativamente mayor que la obtenidas con la Irrigación Ultrasónica y el sistema Miraject Endo Rinse (ambos de presión positiva), y que entre estos las diferencias carecieron de significación.
- Analizada comparativamente en conductos rectos de sección circular y achatada la efectividad del sistema EndoVac, se comprobó que los valores de penetración del irrigante en conductos circulares (1 mm: 94,7%, 3 mm: 100% y 6 mm: 100%) carecieron de significación respecto a los obtenidos en conductos achatados (1 mm: 85%, 3 mm: 95% y 6 mm: 100%) en todos los niveles analizados. Repetida la experiencia en conductos curvos, se observó que si bien la penetración fue más efectiva en los circulares (1 mm: 83,5%, 3 mm: 100% y 6 mm: 100%), las diferencias, respecto a los achatados (1 mm: 65,5%, 3 mm: 90% y 6 mm: 95%), carecieron de significación.
- Analizada comparativamente el efecto de la Irrigación Ultrasónica en conductos rectos de sección circular y achatada, se comprobó que su efectividad en conductos circulares (1 mm: 90%, 3 mm: 90% y 6 mm: 90%) fue significativamente mayor respecto a los de forma achatada (1 mm: 60%, 3 mm: 85% y 6 mm: 95%) sólo en el nivel 1 mm, no así en los restantes. La experiencia en conductos curvos mostró que entre los de sección circular



(1 mm: 68,8%, 3 mm: 75% y 6 mm: 87,5%) y achatada (1 mm: 55%, 3 mm: 65% y 6 mm: 85%) no hubo diferencias.

- Analizada comparativamente en conductos rectos de sección circular y achatada la efectividad del sistema Miraject Endo Rinse, se comprobó que los valores de penetración en los primeros (1 mm: 80%, 3 mm: 85% y 6 mm: 85%) fueron evidentemente mayores en los niveles 1 mm y 3 mm del ápice que los obtenidos en conductos achatados (1 mm: 55%, 3 mm: 55,6% y 6 mm: 83,3%). Efectuado en mismo estudio en conductos curvos, se observó que las diferencias entre conductos de sección circular (1 mm: 68,8%, 3 mm: 81,3% y 6 mm: 93,8%) y achatada (1 mm: 68,2%, 3 mm: 77,3% y 6 mm: 90,9%) carecían de significación.
- La forma y dirección del conducto radicular influyen muy particularmente en cuanto a las posibilidades que el agente irrigante tiene para difundirse a lo largo del conducto, y es en conductos rectos de sección circular donde se registraron los mayores alcances en profundidad y los menores en curvos achatados.
- Evaluada la distancia extendida entre el ápice y el nivel de llegada del irrigante se comprobó que en conductos rectos circulares, la media del sector no irrigado fue de 0.58 mm, seguido por los curvos circulares con 1.14 mm, luego rectos achatados 1.21 mm y finalmente curvos achatados 1.62 mm.
- La incorporación del efecto de presión negativa en la irrigación de los conductos radiculares aumenta la penetración del líquido, aun en aquellos que poseen algún grado de complejidad en la dirección y la forma.
- La irrigación cumple un rol importante en la terapia endodóntica, ya que además de aportar su efecto medicamentoso, contribuye a la eliminación o neutralización de los desechos orgánicos e inorgánicos que se acumulan en el



interior del conducto como producto de su conformación, razón por la cual, en la efectividad del procedimiento no sólo cuentan sus cualidades mecánicas y químicas, sino también, y de un modo especial, el terreno donde se opera y el sistema que se utilice.



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS



## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abarajithan M, Dham S, Velmurugan N, Valerian- Albuquerque D, Ballal S, Senthilkumar H (2011). Comparison of EndoVac irrigation system with conventional irrigation for removal of intracanal smear layer: an in vitro study. *Oral Surg. Oral Med. Oral Pathol. Oral Radiol. Endod.* 112: 407-11.
- Abella F, Patel S, Durán-Sindreu, F, Mercadé M. and Roig M (2012). Mandibular first molars with disto-lingual roots: review and clinical management. *Int Endod J.* 45: 963-78.
- Abou-Rass M, Piccinino MV (1982). The irrigation effectiveness of four clinical methods on the removal of root canal debris. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 54: 323-8.
- Adcock JM, Sidow SJ, Looney SW, Liu Y, McNally K, and Lindsey K (2011). Histologic evaluation of canal and isthmus debridement efficacies of two different irrigant delivery techniques in a closed system. *J Endod.* 37: 544-8.
- Ahmad M, Pitt Ford TI, Crum LA and Walton AJ (1988). Ultrasonic debridement of root canals: acoustic cavitation and its relevance. *Int Endod J.* 42: 391-8.
- Ahmed A, Tala D A K, Sukumaran A (2014). A comparative study of the debridement efficacy and apical extrusion of dynamic and passive root canal irrigation systems. *BMC Oral Health.* 4: 12-13.
- Al-Ali M, Sathorn C, Parashos P (2012). Root canal debridement efficacy of different irrigation protocols. *Int Endod J.* 45: 898-906.
- Al-Jadaa A, Paque F, Attin T, Zehnder M (2009). Acoustic hypochlorite activation in simulated curved canals. *J Endod.* 35: 1408-11.
- Al-Jadaa A, Paqué F, Attin T, Zehnder M (2009). Necrotic pulp tissue dissolution by passive ultrasonic irrigation in simulated accessory canals: impact of canal location and angulation. *Int Endod J.* 42: 59-65.
- Albrecht LJ, Baumgartner JC, and Marshall JG (2004). Evaluation of apical debris removal using various sizes and tapers of ProFile GT files. *J Endod.* 30: 425-8.





- Archer R, Reader A, Nist R, Beck M, Meyers WJ (1992). An in vivo evaluation of the efficacy of ultrasound after step-back preparation in mandibular molars. *J Endod.* 18: 549-552.
- Arias- Molitz Mt, Ferrer Luque CM, Espigares-Garcia M, Baca P (2008). Enterococcus faecalis biofilms eradication by root canal irrigants. *J Endod.* 35: 711-714.
- Artal N, Gani O (2000). Endodontic anatomy of the root canals of lower incisors. *Acta Odont. Latinoamer.* 3: 39-49.
- Azuero MM, Ordóñez AF, Tinjacá V (2004). Comparación de tres soluciones irrigantes utilizadas en endodóncia. *Rev odont Javer.* 13: 45-56.
- Baker NA, Eleazer PD, Averbach RE, and Seltzer S (1975). Scanning electron microscopic study of the efficacy of various irrigating solutions. *J Endod.* 1: 127-35.
- Baugh D, Wallace J (2005). The role of apical instrumentation in root canal treatment; a review of the literature. *J Endod.* 31: 333-40.
- Baumgartner JC, Mader C (1987). A scanning electron microscopic evaluation of four root canal irrigation regimens. *J Endod.* 13: 147-52.
- Baumgartner JC, Cuenin PR (1992). Efficacy of several concentrations of sodium hypochlorite for root canals irrigation. *J Endod.* 18: 605-612.
- Basrani BR, Manek S, Sodhi RNS, Fillery E, Manzur A (2007). Interaction between Sodium Hypochlorite and Chlorhexidine Gluconate. *J Endod.* 33: 966-9.
- Becking AG (1991). Complications in the use of sodium hypochlorite during endodontic treatment. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 71: 346-8.
- Behrend GD, Cutler CW, Gutmann JL (1996). An in-vitro study of smear layer removal and microbial leakage along root- canal fillings. *Int. Endod. J.* 29: 99-107.
- Bejarano Escribano I. Desinfección de conductos radiculares con diferentes sistemas rotatorios, Tesis doctoral, Granada, 2014.
- Bergenholtz G (1974). Microorganisms from necrotic pulp of traumatized teeth. *Odontologisk Revy.* 25: 347-58.



- Berutti E, Marini R (1996). A scanning electron microscopic evaluation of the debridement capability of sodium hypochlorite at different temperatures, *J Endod.* 22: 467-470.
- Bhuva B, Patel S, Wilson R, Niazi S, Beighton D, Mannocci F (2010). The effectiveness of passive ultrasonic irrigation on intraradicular enterococcus faecalis biofilms in extracted single-rooted human teeth. *Int Endod J.* 43: 241-50.
- Bolanos O, Jensen J (1980). Scanning electron microscope comparisons of the efficacy of various methods of root canal preparation. *J Endod.* 6: 815-22.
- Borro I, Tomás B, Díaz-Flores, V (2010). Estudio in vitro con Microscopio Electrónico de Barrido de distintos métodos de activación de soluciones irrigantes. *Cient Dent.* 7: 45-52.
- Boutsoukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E, Bekiaroglou P (2007). Measurement of pressure and flow rates during irrigation of a root canal ex vivo with three endodontic needles. *Int. Endod J.* 40: 504-13.
- Boutsoukis C, Lambrianidis T, Kastrinakis E (2009). Irrigant flow within a prepared root canal using various flow rates: a computational fluid dynamics study. *Int Endod J.* 42: 144-55.
- Boutsoukis C, Verhaagen B, Versluis M, Kastrinakis E, Wesselink P, and Van der Sluis L (2010). Evaluation of Irrigant Flow in the Root Canal Using Different Needle Types by an Unsteady Computational Fluid Dynamics Model. *J Endod.* 36: 875-879.
- Brito PR, Souza LC, de Oliveira JCM, Alves FR, De-Deus G, Lopes HP, Siqueira JF Jr. (2009). Comparison of the effectiveness of three irrigation techniques in reducing intracanal *Enterococcus faecalis* populations: an in vitro study. *J Endod.* 35: 1422-1427.
- Brown DC, Moore BK, Brown CE Jr, Newton CW (1995). An in vitro study of apical extrusion of sodium hypochlorite during endodontic canal preparation. *J Endod.* 21: 587-91.



- Bruno E, Gagliani M, Pains L, Re D (1993). Estudio experimental sulla penetrazione canalare dell'ipoclorito di sodio. *Il Dentista Moderno*. 1: 21.
- Brunson M, Heilborn C, Johnson DJ, Cohenca N (2010). Effect of apical preparation size and preparation taper on irrigant volume delivered by using negative pressure irrigation system. *J Endod*. 36: 721-724.
- Buchanan L.S. Limpieza y conformación del sistema de conductos radiculares. En: Cohen S, Burns R: *Vias de la Pulpa*, 7a ed, Harcourt, Madrid, España. 1999, p. 224-226.
- Buck RA, Eleaser, PD, Staat RH, Scheetz JP (2001). Effectiveness of three endodontic irrigants at various tubular depths in human dentin. *J Endod*. 27: 206-8.
- Burlison A, Nusstein J, Reader A, Beck M (2007). The in vivo evaluation of Hand/Rotatory/ Ultrasound instrumentation in necrotic, human mandibular molars. *J Endod*. 33: 782-7.
- Byström A, Sundqvist G (1981). Bacteriologic evaluation of the efficacy of mechanical root canal instrumentation in endodontic therapy. *Scand J Dent Res*. 89: 321-328.
- Byström A, Sundqvist G (1985). The antibacterial action of sodium hypochlorite and EDTA in 60 cases of endodontic therapy. *Int Endod J*. 18: 35-40.
- Calt S, Serper A (2000). Smear layer removal by EGTA. *J. Endod*. 26:459- 61.
- Calt S, Serper A (2002). Time- Dependent Effects of EDTA on Dentin Structures. *J Endod*. 28: 17-19.
- Cameron J (1982). The use of ultrasound in the cleaning of root canals: a clinical report. *J Endod*. 8: 472-74.
- Camps JJ, Pertot WJ (1995). Machining efficiency of nickel-titanium K-type files in linear motion. *Int. Endod. J*. 28: 279-84.
- Canalda C (2001). Medicación intraconducto en: *Endodoncia: técnicas clínicas y bases científicas*. Canalda C, Brau E. Masson, Madrid, pp. 184-193.
- Canalda Salí C, Braw Aguade E (2006). *Endodoncia. Técnicas clínicas y bases científicas*. Masson. 176-180.



- Card SJ, Sigurdsson A, Ørstavik D, and Trope M. (2002). The effectiveness of increased apical enlargement in reducing intracanal bacteria. *J Endod.* 28: 779-783.
- Caron G. Cleaning efficiency of the apical millimeters of curved canals using three different modalities of irrigant activation: an SEM Study. Master Thesis Part 1, Paris 7 University (Paris, France), 2006.
- Caron G, Khan N, Bronnec F, Machtou P (2010). Effectiveness of Different Final Irrigant Activation Protocols on Smear Layer Removal in Curved Canals. *J Endod.* 36: 1361-1366.
- Carver K, Nusstein J, Reader A, Beck M (2007). In vivo antibacterial efficacy of ultrasound after hand and rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod.* 33: 1038-43.
- Castelo-Baz P, Martin-Biedma B, Cantatore G, Ruíz-Piñón M, Bahillo J, Rivas-Mundiña B, Varela-Patiño P (2012). In vitro comparison of passive and continuous ultrasonic irrigation in simulated lateral canals of extracted teeth. *J Endod.* 38: 688-9.
- Cecic PA, Peters DD, Grower MF (1984). The comparative efficiency of final endodontic cleansing procedures in removing a radioactive albumin from root canal systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 58: 336-42.
- Cheung GS, Stock CJ (1993). In vitro cleaning ability of root canal irrigants with and without endosonics. *Int Endod J.* 26: 334-43.
- Chow TW (1983). Mechanical effectiveness of root canal irrigation. *J Endod.* 9:475-9.
- Chye TL: Effectiveness of the EndoActivator on smear layer and debris removal at the apical 1/3 of curved root canals: an SEM Study, Master Thesis, National University Hospital (Singapore), 2008.
- Ciucchi B, Khettabi M, Holz J (1989). The effectiveness of different endodontic irrigation procedures on the removal of the smear layer: a scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 22: 21-8.
- Clarkson RM, Moule AJ, Podlich HM (2001). The shelf-life of sodium hypochlorite irrigating solutions. *Australian Dental Journal.* 46: 269-276.



- Cohen S, Burns RC. Vías de la pulpa 8va Edición. Madrid, España. 2001
- Coldero LG, McHugh S, Mackenzie D, Saunders WP (2002). Reduction in intracanal bacteria during root canal preparation with and without apical enlargement. *Int Endod J.* 35: 437- 46.
- Cunningham WT, Balekjian AY (1980). Effect of temperature on collagen-dissolving ability of sodium hypochlorite endodontic irrigant, *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 49: 175-177.
- Cunningham WT, Joseph SV (1980). Effect of temperature on the bactericidal action of sodium hypochlorite endodontic irrigant. *Oral Surg.* 50: 569-569.
- Cunningham W, Martin H (1982). A scanning electron microscope evaluation of root canal debridement with endosonic ultrasonic synergistic system. *Oral Surg.* 53: 527-31.
- Cvek M, Hollender L, Nord CE (1976). Treatment of non-vital permanent incisors with calcium hydroxide. VI. A clinical microbiological and radiological evaluation of treatment in one sitting of teeth with mature or immature root. *Odontol Revy.* 27:93-108.
- Davis SR, Brayton S, Goldman M (1972). The morphology of the prepared root canal: a study utilizing injectable silicone. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol* 34: 642-8.
- D'Arcangelo C, Vavara G, De Faizo P (1999). An evaluation of the action of different root canal irrigants on facultative aerobic-anaerobic, obligate anaerobic and microaerophilic bacteria. *J Endod.* 25: 351-3.
- De-Deus G, Reis C, Beznos D, de Abranches AM, Coutinho-Filho T, Paciornik S (2008). Limited ability of three commonly used thermoplasticized gutta-percha techniques in filling oval-shaped canals. *J Endod.* 34: 1401-5.
- De Gregorio C, Arias A, Navarrete N, Del Rio V, Oltra E, Cohenca N (2013). Effect of apical size and taper on volume of irrigant delivered at working length with apical negative pressure at different root curvatures. *J Endod.* 39: 119-24.
- De Gregorio C, Estevez R, Cisneros R, Paranjpe A, Cohenca N (2010). Efficacy of different irrigation and activation systems on the penetration of sodium



hypochlorite into simulated lateral canals and up to working length: an in vitro study. *J Endod.* 36:1216-21.

- Delany GM, Patterson SS, Miller CH, Newton CW (1982). The effect of chlorhexidine gluconate irrigation on the root canal flora of freshly extracted necrotic teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 53:518-23.
- Desai P, Himel V (2009). Comparative safety of various intracanal irrigation systems. *J Endod.* 35: 545-549.
- Diener WC, McClanahan SB., Milley GA (2003). The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod.* 29: 562-64.
- Dolan DW, Craig RG (1982). Bending and torsion of endodontic files with rhombus cross-sections. *J Endod.* 8: 260-4.
- Druttman AC, Stock CJ (1989). An in vitro comparison of ultrasonic and conventional methods of irrigant replacement. *Int Endod J.* 22: 174-8.
- Dutner J, Mines P, Anderson A (2012). Irrigation trends among American Association of Endodontists members: a web-based survey. *J Endod.* 38: 37-40.
- Eldeeb ME, Boraas JC (1985). The effect of different files on the preparation shape of severely curved canals. *Int Endod J.* 18: 1-7.
- Ercan E, Özekinci T, Atakul F, Gül K (2004). Antibacterial of 2% Chlorhexidine gluconate and 5.25% Sodium Hypochlorite in infected root canal: In Vivo study. *American Association of Endodontists.* 30.
- Estrela C, Estrela CR, Barbin EL, Spanó JC, Marchesan MA, Pécora JD (2002). Mechanism of action of sodium hypochlorite. *Braz Dent J.* 13: 113-117.
- Ferreira RB, Alfredo E, Porto de Arruda M, Silva Sousa YT, Sousa- Neto MD (2004). Histological analysis of the cleaning capacity of nickel- titanium rotary instrumentation with ultrasonic irrigation in root canals. *Aust Endod J.* 30: 56-8.
- Ferreira C, Cortes B, Fröner I, Ito I (1999). Evaluation of the antimicrobial activity of three irrigating solutions in teeth with pulpal necrosis. *Braz Dent J.* 10: 1-6.



- Flores Covarrubias, Sergio Manual de prácticas: endodóncia clínica/ Sergio Flores Covarrubias. Ciudad Juárez, Chih. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Instituto de Ciencias Biomédicas. Programa de Odontología, 2004.
- Fornari VJ, Silva-Sousa YT, Vanni JR, Pécora JD, Versiani MA, Sousa-Neto MD (2010). Histological evaluation of the effectiveness of increased apical enlargement for cleaning the apical third of curved canals. *Int Endod J.* 43: 988–94.
- Foschi F, Nucci C, Montebugnoli L, Marchionni S, Breschi L, Malagnino VA (2004). SEM evaluation of canal wall dentine following use of Mtwo and ProTaper NiTi rotary instruments. *Int. Endod J.* 37: 832-839.
- Foster KH, Kulild JC, Weller RN (1993). Effect of smear layer removal on the diffusion of calcium hydroxide through radicular dentin. 1. *J Endod.* 19: 136-40.
- Freire LG, Iglecias EF, Cunha RS, Dos Santos M, Gavini G (2015). Micro-computed Tomographic Evaluation of Hard Tissue Debris Removal after Different Irrigation Methods and Its Influence on the Filling of Curved Canals. *J Endod.* 18: 409-4.
- Fukumoto Y, Kikuchi I, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H (2006). An ex vivo evaluation of a new root canal irrigation technique with intracanal aspiration. *Int Endod J.* 39: 472-6.
- Gambarini G, De Luca M, Gerosa R (1998). Chemical Stability of Heated Sodium Hypochlorite Endodontic irrigants. *J Endod.* 24: 432- 432.
- Gambarini G (1999). Shaping and cleaning the root canal system: a scanning electron microscopic evaluation of a new instrumentation and irrigation technique. *J Endod.* 25: 800-3.
- Gambarini G, Grande NM, Plotino G, Somma F, Garala M, De Luca M, Testarelli L (2008). Fatigue resistance of engine-driven rotary nickel-titanium instruments produced by new manufacturing methods. *J Endod.* 34: 1003-5.
- Gani O, Visvisian C (1999). Apical canal diameter in the first upper molar at various ages. *J Endod.* 25: 689-91.
- Gani O, Visvisian C, de Caso C (2000). Quality of apical seal in curved canals using three types of spreaders. *J Endod.* 26: 581-5.



- Gao Y, Haapasalo M, Shen Y (2009). Development and validation of a three-dimensional computational fluid dynamics model of root canal irrigation. *J Endod.* 35: 1282-7.
- García Delgado A, Martín-González J, Castellanos Cosano L, Martín Jiménez M, Sánchez Domínguez B, Segura- Egea J (2014). Sistemas ultrasónicos para la irrigación del sistema de conductos radiculares. *Av. Odontoestomatol.* 30: 79-95.
- Goldman M, Kronman JH, Goldman LB, Clausen H, Grady J (1976). New method of irrigation during endodontic treatment. *J Endod.* 2: 257-60.
- Gomes BP, Vianna ME, Zaia AA, Almeida JF, Souza-Filho FJ, Ferraz CC (2013). Chlorhexidine in endodontics. *Braz Dent J.* 24: 89-102.
- Gomes Macedo R, Pascual Herrero N, Wesselink, Versluis M, and Van der Sluis, LDDS (2014). Influence of the Dentinal Wall on the pH of Sodium Hypochlorite during Root Canal Irrigation. *J Endod.* 40:1005-1008.
- Goodman A, Reader A, Beck M, Melfi R, Meyers W (1985). An in vitro comparison of the efficacy of the step-back technique versus a step-back/ultrasonic technique in human mandibular molars. *J Endod.* 11: 249-256.
- Grandini S, Balleri P, Ferrari M (2002). Evaluation of Glyde File Prep in combination with sodium hypochlorite as a root canal irrigant. *J Endod.* 28: 300-3.
- Grossman LI, Meiman B (1941). Solution of pulp tissue by chemical agents. *J Am Dent Assoc.* 28: 223-5.
- Grossman LI. *Práctica Endodóntica.* 4 ed. Mundi: Buenos Aires, 1981.
- Gu LS, Kim JR, Ling J, Choi KK, Pashley DH, Tay FR (2009). Review of contemporary irrigant agitation techniques and devices. *J Endod.* 35: 791-804
- Guerisoli DM, Marchesan MA, Walmsley AD, Lumley PJ, Pecora JD (2002). Evaluation of smear layer removal by EDTAC and sodium hypochlorite with ultrasonic agitation. *Int Endod J.* 35: 418-21.
- Gulabivala K, Patel B, Evans G, Ng YL (2005). Effects of mechanical and chemical procedures on root canal surfaces. *Endodontic Topics.* 10: 103-22.





- Gupta J, Nikhil V, Jha P (2014). Corelation between machines assisted endodontic irrigant agitation and apical extrusion of debris and irrigant: a laboratory study. *Scientific World Journal*. 346-184.
- Gutarts R, Nusstein J, Reader A, Beck M (2005). In vivo debridement efficacy of ultrasonic irrigation following hand-rotary instrumentation in human mandibular molars. *J Endod*. 31: 166-70.
- Hand RE, Smith ML, Harrison JW (1978). Analysis of the effect of dilution on the necrotic tissue dissolution property of sodium hypochlorite. *J Endod*. 4: 60-4.
- Haapasalo M1, Shen Y, Qian W, Gao Y (2010). Irrigation in endodontics. *Dent Clin North Am* 54: 291-312.
- Haas S, Edson D (2007) Negative apical pressure with the EndoVac system. Poster presented at American Association of Endodontists 2007 Annual Session, 25-28; Philadelphia, PA.
- Harrison AJ, Chivatxaranukul P, Parashos P, Messer HH (2010). The effect of ultrasonically activated irrigation on reduction of enterococcus faecalis in experimentally infected root canals. *Int Endod J*. 43: 968-77.
- Hauman CH, Love RM (2003). Biocompatibility of dental materials used in contemporary endodontic therapy: a review. Part 1. Intracanal drugs and substances. *Int Endod J*. 36: 75-85.
- Hayashi M, Takahashi Y, Hirai M, Iwami Y, Imazato S, Ebisu S (2005). Effect of endodontic irrigation on bonding of resin cement to radicular dentin. *Eur J Oral Sci*. 113: 7.
- Heard F, Walton R (1997). Scanning electron microscope study comparing four root canal preparation techniques in small curved canals. *Int Endod J*. 30: 323-31.
- Hockett J.L (2008). Antimicrobial efficacy of two irrigation techniques in tapered and non tapered canal preparations: An in vitro study. *J Endod*. 34: 1374-7.
- Howard RK, Kirkpatrick TC, Rutledge RE, Yaccino JM (2011). Comparison of debris removal with three different irrigation techniques. *J Endod*. 37: 1301-1305.



- Huang T-Y, Gulabivala K, Ng Y-L (2008). A bio-molecular film ex-vivo model to evaluate the influence of canal dimensions and irrigation variables on the efficacy of irrigation. *Int Endod J.* 41: 60-71.
- Huiz Peeters H, Gutknecht N (2014). Efficacy of laser-driven irrigation versus ultrasonic in removing an airlock from the apical third of a narrow root canal. *Aust Endod J.* 40, 2: 47-53.
- Huiz Peeters H, Iskandar B, Suardita K, and Suharto D (2014). Visualization of Removal of Trapped Air from the Apical Region of the Straight Root Canal Models Generating 2-phase Intermittent Counter Flow during Ultrasonically Activated Irrigation. *Endod.* 40: 857–861.
- Hülsmann M, Rödiger T, Nordmeyer S (2009). Complications during root canal irrigation. *Endod Top.* 16: 27-63.
- Hülsmann M, Rummelin C, Schafers F (1997). Root canal cleanliness after preparation with different endodontic hand pieces and hand instruments: a comparative SEM investigation. *J Endod.* 23: 301-6.
- Hülsmann M, Styga F (1993). Comparison of Root Canal Preparation Using Different Automated Devices and Hand Instrumentation. *J Endod.* 19: 141-5.
- Huque J, Kota K, Yamaga M, Iwaku M, Hocino E (1998). Bacterial eradication from root dentine by ultrasonic irrigation with hypochlorite. *Int Endod J.* 31: 242-50.
- Ingram TA (1990). Response of the human eye to accidental exposure to sodium hypochlorite. *J Endod.* 16: 235-8.
- James A. Wealleans, Timothy C. Kirkpatrick, Richard E. Rutledge (2011). The effects of dentin debris on the cyclic fatigue resistance of several nickel titanium rotary systems. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 112: 390-5.
- Jeansson MJ, White RR (1994). A comparison of 2% chlorhexidine gluconate and 5.25% as antimicrobial endodontic irrigant. *J Endod.* 20: 276-278.
- Jensen S, Walker T, Hutter J, Nicoll B (1999). Comparison of the cleaning efficacy of passive sonic activation and passive ultrasonic activation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 25: 735-738.



- Jiang LM, Lak B, Eijsvogels LM, Wesselink P, van der Sluis LW (2012). Comparison of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques. *J Endod.* 38: 838-41.
- Johal S, Baumgartner JC, Marshall JG (2007). Comparison of the antimicrobial efficacy of 1.3% NaOCl/BioPure MTAD to 5.25% NaOCl/15% EDTA for root canal irrigation. *J Endod.* 33:48-51.
- Kahn FH, Rosenberg PA, Gliksberg J (1995). An in vitro evaluation of the irrigating characteristics of ultrasonic and subsonic hand pieces and irrigating needles and probes. *J Endod.* 21: 277-80.
- Katayama H, Yamaguchi K, Kozuka T, Takashima T, Seez P, Matsuura K (1990). Adverse reactions to ionic and nonionic contrast media. *Radiology.* 175: 621-628.
- Kenée DM, Allemang JD, Johnson JD (2006). A quantitative assessment of efficacy of various calcium hydroxide removal techniques. *J Endod.* 32: 563-5.
- Khabiri M, Khademi A, Mirzabagherian A. Determination of minimum instrumentation for irrigants penetration to apical third of root canals by orographin injection. DDS thesis, Faculty of Dentistry, Khorasgan Azad University, Isfahan, Iran, 2003.
- Khabiri M, Zare Jahromi M, Feizianfard M, Ataee Kachooi R (2007). Comparison of Irrigation Penetration into the Apical Part of Canals in Hand and Rotary Instrumentations. *Dental Research J.* 4: 26-29.
- Khademi A, Yazdizadeh M, Feizianfard M (2006). Determination of the minimum instrumentation size for penetration of irrigants to the apical third of root canal systems. *J Endod.* 32: 417-20.
- Kho P, Baumgartner JC (2006). A comparison of the antimicrobial efficacy of NaOCl/BioPure MTAD versus NaOCl/ EDTA against *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 32: 652-5.
- Kirkville JR, Klamath MP (1998). Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.2% chlorhexidine gluconate separately and combined, as endodontic irrigants. *J Endod.* 24: 472-476.



- Kishen A, Chee-Peng S, Shibi M, Chwee-Teck L (2008). Influence of Irrigation Regimens on the Adherence of Enterococcus faecalis to Root Canal Dentin. *J. Endod.* 34: 850-854.
- Kobayashi C, Suda H (1994). New electronic canal measuring device based on the ratio method. *J Endod.* 20:111-4
- Kurtzman G (2009). Improving endodontic success through use of the EndoVac irrigation system. *Endodontic Practice* February.
- Kuruvilla RJ y Kamath PM (1998). Antimicrobial activity of 2.5% sodium hypochlorite and 0.12% chlorhexidine gluconate separately and combined as endodontic irrigants. *J Endod.* 24: 472-76.
- Lam PP, Palamara JE, Messer HH (2005). Fracture strength of tooth roots following canal preparation by hand and rotary instrumentation. *J Endod.* 31: 529-32.
- Lambrechts P, Huybrechts B, Bergmans L (2006). Photoactivated disinfection (PAD): paintball endodontics, *Endo Tribune.* 1: 1,16,18,20,22-24.
- Langeland K, Liao K, Pascon E (1985). Work-saving devices in endodontics: Efficacy of sonic and ultrasonic techniques. *J Endod.* 11: 499-509.
- Lee SJ, Wu MK, Wesselink PR (2004). The effectiveness of syringe irrigation and ultrasonics to remove debris from simulated irregularities within prepared root canal walls. *Int. Endod J.* 37: 672-8.
- Lekshmy DS, Kamath PM (2001). Antimicrobial efficacy of 0.2 and 2 percent chlorhexidine and sodium hypochlorite as root canal irrigants: an in vivo study. *Endodontology.* 13: 57-62.
- Leonardo MR. Endodoncia: tratamiento de conductos radiculares. Principios técnicos y biológicos. Ed. Latinoamericana, 2005. Volumen 1. p. 9,322-325,541.
- Leonardo MR, (2002). Evaluation of bacterial biofilm and microorganisms on the apical external root surface of human teeth. *J Endod.* 28: 815-8.
- Lester KS, Boyde A (1977). Scanning electron microscopy of instrumented, irrigated and filled root canals. *Br Dent J.* 143: 359-67.
- Lim KC, Webber J (1985). The effect of root canal preparation on the shape of the curved root canal. *Int. Endod. J.* 18: 233.



- Lin S, Zuckerman O, Weiss EI, Mazor Y, Fuss Z (2003). Antibacterial efficacy of a new chlorhexidine slow release device to disinfect dentinal tubules. *J Endod.* 29: 416-418.
- Ling Zou, Ya Shen, Wei Li, Haapasalo M (2010) Penetration of Sodium Hypochlorite into Dentin. *J Endod.* 36: 793-796.
- Machtou P. Irrigation investigation in endodontics. Paris VII University, Paris, France: Masters thesis; 1980.
- Magallanes Aguilar Viviana Lucia “Soluciones irrigantes en endodoncia” Investigación bibliográfica del proceso de suficiencia profesional para obtener el título de cirujano dentista 2010.
- Mancini M, Cerroni L, Iorio L, Armellin E, Conte G, Cianconi L (2013). Smear layer removal and canal cleanliness using different irrigation systems (EndoActivator, EndoVac, and passive ultrasonic irrigation): field emission scanning electron microscopic evaluation in an in vitro study. *J Endod.* 39: 1456-60.
- Markose G, Cotter CJ, Hislop WS (2009). Facial atrophy following accidental subcutaneous extrusion of sodium hypochlorite. *Br Dent J.* 206: 263-4.
- Marley JT, Ferguson DB, and Hartwell GR (2001). Effects of chlorhexidine gluconate as an endodontic irrigant on the apical seal: short-term results. *J Endod.* 27: 775-8.
- Martin H, Cunningham MJ, Morris JP, Cotton WR (1980). Ultrasonic versus hand filing of dentine: a quantitative study. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol.* 49: 79-81.
- Martin H, Cunningham W (1984). Endosonics endodontics: The ultrasonic synergistic system. *Int Dent J.* 34: 198-203.
- Martins Justo A, Abreu da Rosa R, Sntini MF, Cardoso Ferreira MB, Pereira JR, Húngaro Duarte MA, Reis So MV (2014). Effectiveness of final irrigant protocols for debris removal from simulated canal irregularities. *J Endod.* 40: 2009-14.



- Mayer BE, Peters OA, Barbakow F (2002). Effects of rotary instruments and ultrasonic irrigation on debris and smear layer scores: A scanning electron microscopic study. *Int Endod J.* 35: 582-9.
- McComb D, Smith DC (1975). A preliminary scanning electron microscopic study of root canals after Endodontic procedures. *J Endod.* 1: 238-242.
- Meztger Z, Basrani B, Goodis H. *Instruments, Materials and Devices. In pathways of the Pulp*, 8th Ed, Cohen S., Hargreaves K. Elsevier. 2010.
- Migun NP, Azuni MA (1996). Filling one-side-closed capillaries immersed in liquids. *J Colloid Interface Sci.* 181: 337-40.
- Migun NP, Shnip AI (2002). Model of film flow in a dead-end conic capillary. *J Eng Phys Thermophys.* 75:1422-8.
- Milena D (2005). Agentes irrigantes y quelantes en endodoncia. *Rev. Bibliográfica. Rev odont Javer.* 17: 32-38.
- Miller TA, Baumgartner JC (2010). Comparison of the antimicrobial efficacy of irrigation using the EndoVac to endodontic needle delivery. *J Endod.* 36: 509-11.
- Mitchell RP, Yang SE, Baumgartner JC (2010). Comparison of apical extrusion of NaOCl using the EndoVac or needle irrigation of root canals. *J Endod.* 36:338-41.
- Mohammadi Z, Abbott PV (2009). The properties and applications of chlorhexidine in endodontics. *Int Endod J.* 42: 288-302.
- Mohammadi Z (2008). Sodium hypochlorite in endodontics: an update review. *Int Dent J.* 58: 329-41.
- Moodnik RM, Dorn SO, Feldman MJ, Levey M, Borden BG (1976). Efficacy of biochemical instrumentation: a scanning electron microscopic study. *J Endod.* 2: 261-6.
- Moser JB, Heuer MA (1982). Forces and efficacy in endodontic irrigation systems. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology.* 53: 425-8.



- Nair PNR, Henry S, Cano V, Vera J (2005). Microbial status of root canal system of human mandibular first molars with primary apical periodontitis after “one visit” endodontic treatment. *Oral Surgery Oral Medicine Oral Pathology Oral Radiology and Endodontology*. 99: 231-52.
- Nahid Mohammadzadeh Akhlaghi, Bahareh Dadresanfar, Soheila Darmiani, Amirabas Moshari (2014). Effect of Master Apical File Size and Taper on Irrigation and Cleaning of the Apical Third of Curved Canals *Journal of Dentistry*, Tehran University of Medical Sciences, Tehran, Iran; Vol. 11, No. 2
- Nielsen BA, Craig Baumgartner J (2007). Comparison of the EndoVac system to needle irrigation of root canals. *J Endod*. 33: 611-5.
- Niu W, Yoshioka T, Kobayashi C, Suda H (2002). A scanning electron microscopic study of dentinal erosion by final irrigation with EDTA and NaOCl solutions. *Int Endod J*. 35: 934-9.
- Nygaard-Östby B (1957). Chelation in root canal therapy: Ethylenediamine tetra-acetic acid for cleansing and widening of root Canals. *Odontol Tskr*. 65: 3-11.
- O’Connell MS, Morgan LA, Beeler WJ, Baumgartner JC (2000). A comparative study of smear layer removal using different salts of EDTA. *J Endod*. 26: 739-43.
- Okino LA, Siqueira EL, Santos M, Bombana AC, Figueiredo JA (2004). Disolution of pulp tissue by aqueous solution of chlorhexidine digluconate and chlorhexidine digluconate gel. *Int Endod J*. 37: 38-41.
- Paqué F, Boessler C, Zehnder M (2011). Accumulated hard tissue debris levels in mesial roots of mandibular molars after sequential irrigation steps. *Int Endod J*. 44: 148-53.
- Paragliola R, Franco V, Fabiani C, Mazzone A, Nato F, Tay FR (2010). Final rinse optimization: influence of different agitation protocols. *J Endod*. 36: 282-285.
- Paredes J, Jiménez F, Mondaca J.M, Manríquez M (2009). *Fac. de Odontología de Tijuana, Universidad Autónoma de Baja California. Revista Nacional de Odontología México Año 1/ Vol. II.*



- Pashley DH (1984). Smear layer: physiological considerations. *Oper Dent Suppl.* 3: 13-29.
- Pashley EL (1985). Citotoxic effects of NaOCl on vital tissue. *J Endod.* 11: 525-528.
- Peters OA, Barbakow F (2000). Effects of irrigation on debris and smear layer on canal walls prepared by two rotary techniques: A scanning electron microscopic study. *J Endod.* 26: 6-10.
- Peters OA, Schonenberger K, Laib A (2001). Effects of four Ni-Ti preparation techniques on root canal geometry assessed by micro computed tomography. *Int Endod J.* 34: 221-30.
- Peters OA (2004). Current challenges and concepts in the preparation of root canal systems: a review. *J Endod.* 30: 559-67.
- Plotino G, Grande NM, Falanga A (2007). Dentine removal in the coronal portion of root canals following two preparation techniques. *Int Endod J.* 40: 852-8.
- Psimma ZI, Boutsoukis C, Kastrinakis E, Vasiliadis L (2013). Effect of needle insertion depth and root canal curvature on irrigant extrusion ex vivo. *J Endod.* 39: 521-4.
- Ram Z (1977). Effectiveness of root canal irrigation. *Oral Surgery, Oral Medicine, and Oral Pathology.* 44: 306-12.
- Razzano, M (1991). Radiovisiography: instant Radiographic images aid implant treatment, *Maintenance. The implants Society.* 2: 12-14.
- Retamozo B, Shabahang S, Johnson N, Aprecio RM, Torabinejad M (2010). Minimum contact time and concentration of sodium hypochlorite required to eliminate *Enterococcus faecalis*. *J Endod.* 36: 520-3.
- Ribeiro EM, Silva-Sousa YT, Sousa- Gabriel AE, Sousa- Nieto MD, Lorencetti KT, Silva SR (2012). Debris and smear removal in flattened root canal after used of different irrigant agitation protocols. *Microsc. Res. Tech.* 75: 781-90.
- Ricucci D, Siqueira JF Jr (2010). Fate of the tissue in lateral canals and apical ramifications in response to pathologic conditions and treatment procedures. *J Endod.* 36: 1-15.





- Rodríguez I, Rodríguez MI, Rodríguez E (2003). Uso de sustancias irrigadoras complementarias en endodoncia para la eliminación de la capa de barro dentinario propuesta de un protocolo de irrigación. *Rev. Odontol. Javer.* 10: 14-17.
- Rossi- Fedele G, Dogramaci EJ, Guastalli AR, Steier L, de Figueiredo JA (2012). Antagonistic interaction between sodium hypochlorite, chlorhexidine, EDTA and citric acid. *J Endod.* 38: 426-31.
- Russell A, Hugo W, Ayliffe G, Principles and practice of disinfection, preservation and sterilization. 3o Ed. Oxford: Blackwell Science: 1999; 124-48.
- Saber Sel-D1, Hashem AA (2011). Efficacy of different final irrigation activation techniques on smear layer removal. *J Endod.* 37:1272-5.
- Sabins RA, Johnson JD, Hellstein JW (2003). A comparison of the cleaning efficacy of short-term sonic and ultrasonic passive irrigation after hand instrumentation in molar root canals. *J Endod.* 29: 674-8.
- Saini M, Kumari M, Taneja S (2013). Comparative evaluation of the efficacy of three different irrigation devices in removal of debris from root canal at two different levels: An in vitro study. *J Conserv Dent.* 16: 509-13.
- Saleh AA, Ettman WM (1999). Effect of endodontic irrigation solutions on microhardness of root canal dentine. *J Dent.* 27: 43- 6.
- Salzgeber RM, Brilliant JD (1977). An in vivo evaluation of the penetration of an irrigating solution in root canals. *J Endod.* 3: 394-8.
- Sánchez RFH, Furuya MAT, Arroniz PS, Gómez MA, Gómez L (2009). Comparación de la acción bactericida del hipoclorito de sodio y el Mycrocin 60. *Revista Odontológica Mexicana.* 13: 9-16.
- Santos EAM. Efectividad antibacteriana del gluconato de clorhexidina al 0.12% y el hipoclorito de sodio al 2.5% como soluciones antisépticas del conducto radicular. [tesis Cirujano Dentista] . Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2003.
- Sassone L M, Fidel R, Faveri M, Fidel S, Figueiredo L, Feres M (2008). Microbiological evaluation of primary endodontic infections in teeth with and without sinus tract. *Int Endod J.* 41: 508-15.



- Schäfer E, Oitzinger M (2008). Cutting efficiency of five different types of rotary nickel-titanium instruments. *J. Endod.* 34: 198-200.
- Schilder H (1967). Filling the Root Canal in Three Dimensions. *Dent Clin North Am.* 11: 723-44.
- Schilder H (1974). Cleaning and shaping the root canal. *Dent Clin North Am.* 18: 269-96.
- Schneider SW (1971). A comparison of canal preparations in straight and curved root canals *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology.* 32: 271-275.
- Schoeffel GJ (2007). The EndoVac method of endodontic irrigation: safety first. *Dent Today.* 26: 92-6.
- Sedgley CM, Nagel AC, Hall D, Applegate B (2005). Influence of irrigant needle depth in removing bacteria inoculated into instrumented root canals using real-time imaging in vitro. *Int. Endod J.* 38: 97-104.
- Seidberg B, Schilder H (1974). An evaluation of EDTA in endodontics. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 37: 609-20.
- Sen BH, Wesselink PR and Turkun M (1995). The smear layer: a phenomenon in root canal therapy. *Int Endod J.* 28: 141-148.
- Senia ES, Marshall FJ, Rosen S (1971). The solvent action of sodium hypochlorite on pulp tissue of extracted teeth. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 1: 96-103.
- Shin SJ, Kim HK, Jung IY, Lee CY, Lee SJ, Kim E (2010). Comparison of the cleaning efficacy of a new apical negative pressure irrigating system with conventional irrigation needles in the root canals. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 109: 479-484.
- Silva CAG. Efectividade antimicrobiana do hipoclorito de sodio e clorexidina como irrigantes endodónticos. [Master's thesis]. Porto Alegre: Luteran University of Brasil, 1999.
- Siqueira JF Jr1, Batista MM, Fraga RC, de Uzeda M (1998). Antibacterial effects of endodontic irrigants on black-pigmented gram-negative anaerobes and facultative bacteria. *J Endod.* 24: 414-6.



- Siqueira JF, Rocas IN, Favieri A, Lima KC (2000). Chemomechanical reduction of the bacterial population in the root canal after instrumentation and irrigation with 1%, 2.5% and 5.25% sodium hypochlorite. *J Endod.* 26: 331-334.
- Sirtes G, Waltimo T, Schaetzle M, Zehnder M (2005). The Effects of Temperature on Sodium Hypochlorite, short-Term Stability, Pulp Dissolution Capacity, and Antimicrobial Efficacy. *J Endod.* 31: 669-671.
- Siu C, Baumgartner JC (2010). Comparison of the debridement efficacy of the EndoVac irrigation system and conventional needle root canal irrigation in vivo. *J Endod.* 36: 1782-5.
- Sjögren U, Figdor D, Persson S, Sundqvist G (1997). Influence of infection at the time of root filling on the outcome of endodontic treatment of teeth with apical periodontitis. *Int Endod J.* 30: 297-306.
- Šnjarić D, Čarija Z, Braut A, Halaji A, Kovačević M, Kuiš D (2012). Irrigation of human prepared root canal –ex vivo based computational fluid dynamics analysis. *Croatian Medical Journal.* 53: 470-479.
- Soares JA, Leonardo MR, da Silva LA, Tanomaru Filho M, Ito IY (2006). Effect of rotary instrumentation and of the association of calcium hydroxide and chlorhexidine on the antisepsis of the root canal system in dogs. *Braz Oral Res.* 20: 120-6.
- Sonntag D, Stachniss-Carp S, Stachniss C, Stachniss V (2006). Determination of root canal curvatures before and after canal preparation (part II): A method based on numeric calculus. *Aust Endod J.* 32: 16-25.
- Spangberg L, Engstrom B (1968). Studies on root canal medicaments. IV. Antimicrobial effect of root canal medicaments. *Odontol Revy.* 19: 187-195.
- Spangberg L, Rutberg M, Rydinge E (1979). Biologic effects of endodontic antimicrobial agents. *J Endod.* 5: 166-175.
- Spangberg LS (2001). Evidence-based endodontics: the one- visit treatment idea. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology, Endodontics.* 91: 617-8.



- Spanó JCE, Barbin EL, Santos TC, Guimarães LF, Pécora JD (2001). Solvent action of sodium hypochlorite on bovine pulp and physicochemical properties of resulting liquid. *Braz Dent J.* 12: 154-7.
- Spoleti P, Siragusa M, Spoleti MJ (2003). Bacteriological evaluation of passive ultrasonic activation. *J Endod.* 29: 12-4.
- Su Z, Hou B, Fang C, Hou X (2014). Effect of the morphology of S-shaped root canals with reciprocating single file system on root canal irrigation. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 39: 1181-5.
- Susin L, Liu Y, Yoon JC (2010). Canal and isthmus debridement efficacies of two irrigant agitation techniques in a closed system. *Int Endod J.* 43: 1077-90.
- Tambe VH, Vishwas J, Ghonmode WN, Nagmode P, Agrawal GP, Balsaraf O (2014). Scanning electron microscopic analysis to compare the cleaning efficiency of three different irrigation systems at different root canal levels: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract.* 15: 433-7.
- Tay FR, Gu LS, Schoeffel GJ (2010). Effect of vapor lock on root canal debridement by using a side-vented needle for positive-pressure irrigant delivery. *J Endod.* 36: 745-50.
- Tipler, P; Llewellyn, R. *Modern Physics* (4th ed.) 2002.
- Townsend C, Maki J (2009). An in vitro comparison of new irrigation and agitation techniques to ultrasonic agitation in removing bacteria from a simulated root canal. *J Endod.* 35: 1040-3.
- Trepagnier CM, Madden RM, Lazzari EP (1977). Quantitative study of sodium hypochlorite as an in vitro endodontic irrigant. *J Endod.* 3: 194-6.
- Torabinejad M, Handysides R, Khademi, Bakland L (2002). A Clinical implications of the smear layer in endodontics: A review. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 94: 658-66.
- Usman N, Baumgartner JC, Marshall JG (2004). Influence of instrument size on root canal debridement. *J Endod.* 30: 110-2.
- Vandana J, Shweta K, Jyoti S, Leena D, and Jaykumar R (2013). Comparative evaluation of debris removal from root canal wall by using EndoVac and



- conventional needle irrigation: An in vitro study. *Contemp Clin Dent.* 4: 432-436.
- Van der Sluis LWM, Versluis M, Wu MK, Wesselink PR (2007). Passive ultrasonic irrigation of the root canal: a review of the literature. *Int. Endod J.* 40: 415-426.
  - Van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR. (2005). The efficacy of ultrasonic irrigation to remove artificially placed dentine debris from human root canals prepared using instruments of varying taper. *Int. Endod J.* 38: 764-8.
  - Van der Sluis LW, Gambarini G, Wu MK, Wesselink PR (2006). The influence of volume, type of irrigant and flushing method on removing artificially placed dentine debris from the apical root canal during passive ultrasonic irrigation. *Int Endod J.* 39: 472-476.
  - Van der Sluis LW, Wu MK, Wesselink PR (2007). The evaluation of removal of calcium hydroxide paste from an artificial standardized groove in the apical root canal using different irrigation methodologies. *Int. Endod. J.* 40: 52-7.
  - Vera Rojas J, Benavides García M, Moreno Silva E, Romero Viñas M (2012). Conceptos y técnicas Actuales en la irrigación Endodóntica. *Endod.* 30: 31-44.
  - Vertucci FJ (2005). Root canal morphology and its relationship to endodontic procedures. *Endodontic Topics.* 10: 3-29.
  - Vinothkumar TS, Kavitha S, Lakshminarayanan L (2007). Influence of irrigating needle-tip designs in removing bacteria inoculated into instrumented root canals measured using single-tube luminometer. *J Endod.* 33: 746-8.
  - Violich DR, Chandler NP (2010). The smear layer in endodontics - a review-. *Int Endod J.* 43: 2-15.
  - Visvisian, C, Gani, O, Ulfohn, R (1997). Cambios producidos por la edad en la forma de los conductos radiculares del primer molar superior. *Rev Asoc Odont Arg.* 85: 129.
  - Von Fraunhofer JA, Fagundes DK, McDonald NJ, Dumsha TC (2000). The effect of root canal preparation on micro leakage within endodontically treated teeth: an in vitro study. *Int. Endod J.* 33: 355-60.



- Walmsley AD, Williams AR (1989). Effects of constraint on the oscillatory pattern of endosonic files. *J Endod.* 15: 189-94.
- Walters MJ, Baumgartner JC, Marshall JG (2002). Efficacy of irrigation with rotary instrumentation. *J Endod.* 28: 837-9.
- Walton- Torabinejad "Endodoncia Principios y Práctica". Cap. 13, Segunda Edición. Editorial McGraw-Hill Interamericana. México 1997 p. 227-228.
- Weber CD, McClanahan SB, Miller GA, Diener-West M, Johnson JD (2003). The effect of passive ultrasonic activation of 2% chlorhexidine or 5.25% sodium hypochlorite irrigant on residual antimicrobial activity in root canals. *J Endod.* 29: 562-4.
- Weller RN, Brady JM, Bernier WE (1980). Efficacy of ultrasonic cleaning. *J Endod.* 6: 740-3.
- West JD, Roane JB, Goerig AC. Cleaning and shaping the root canal system. In: Cohen S, Burns RC, Eds. *Pathways of the Pulps*, 6th ed. St. Louis, MO, USA: Mosby.1994: 179-218.
- White RR, Hays GL, Janer LR (1997). Residual antimicrobial activity after canal irrigation with chlorhexidine. *J Endod.* 23: 229-231.
- Wu MK, Van der Sluis LW, Wesselink PR (2003). The capability of two hand instrumentation techniques to remove the inner layer of dentine in oval canals. *Int. Endod J.* 36: 218-24.
- Wu MK, Wesselink PR (2001). A primary observation on the preparation and obturation of oval canals. *Int Endod J.* 34: 137-41.
- Xu G, Zhang Z (1984). Filling of the lateral canal. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 58: 221-4.
- Yamada R, Armas A, Goldman M, Pin A (1983). A scanning electron microscopic comparison of a high volume final flush with several irrigating solutions. *J Endod.* 9: 137-42.
- Yamamoto A, Otogoto J, Kuroiwa A (2006). The effect of irrigation using trial-manufactured washing needle. *Jap J Cons Dent.* 49: 64-70.



- Yang SF, Rivera EM, Walton RE, Baumgardner KR (1996). Canal debridement: effectiveness of sodium hypochlorite and calcium hydroxide as medicaments. *J Endod.* 22: 521-525.
- Yesilsoy C, Whitaker E, Cleveland D, Phillips E, Trope M (1995). Antimicrobial and toxic effects of established and potential root canal irrigants. *J Endod.* 21: 513-5.
- Yoo YJ; Lee W; Shon WJ; Baek SH (2013). Multivariate analysis of the cleaning efficacy of different final irrigation techniques in the canal and isthmus of mandibular posterior teeth. *Restor Dent Endod.* 38: 154-159.
- Zamany A, Safavi K, Spångberg LS (2003). The effect of chlorhexidine as an endodontic disinfectant. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod.* 96: 578-81.
- Zehnder M (2006). Root canal irrigants. *J Endod.* 32: 389-98.
- Zmener O, Pameijer CH, Serrana SA, Palo RM, Iglesias EF (2009). Efficacy of the NaviTip FX irrigation needle in removing post instrumentation canal smear layer and debris in curved root canals. *J Endod.* 35: 1270-3.



# ANEXOS





## PUBLICACIONES

- Arce Brissón G, Visvisián C (2009). Efecto de la irrigación con presión negativa en el conducto radicular. Acta de Congreso II. JICO. 161.
- Arce Brissón G, Visvisián C (2014). Efecto de la irrigación con presión negativa en conductos radiculares rectos circulares y achatados. IX SUIO. 23.
- Arce Brissón G, Visvisián C (2014). Comparación de la eficacia de diferentes métodos de la irrigación. XXVI IADR - DIVISION CHILE.
- Arce Brissón G, Visvisián C (2014). Análisis comparativo de distintos métodos de irrigación en el conducto radicular. XLVIII SAIO.189.