



UNIVERSIDAD FINIS TERRAE
FACULTAD DE ODONTOLOGIA
ESCUELA DE ODONTOLOGIA

**ESTUDIO COMPARATIVO IN VITRO DE DESGASTE EN
CONDUCTOS CON SISTEMAS MECANIZADOS NIQUEL TITANIO
IRACE Y MTWO**

NICOLAS ROA DIAZ
HARRY WILSON VELASQUEZ

Memoria presentada a la Facultad de Odontología para optar al grado de Cirujano
Dentista

Profesor Guía: Verónica Viñuela V.

Santiago, Chile

2013

AGRADECIMIENTOS

“A mis padres, Lionel y Mariel, por acompañarme en este largo camino y brindarme siempre todo su apoyo, cariño, amor y paciencia. Por confiar en mí al emprender este camino hace años atrás y al terminarlo. Gracias por haberme dado la oportunidad de desarrollarme en el ámbito que elegí entendiendo todo el sacrificio que aquello significó”

“A mi hermana por formar parte de este camino y ayudar a tener este núcleo familiar tan fuerte que nos da fuerza para ser los mejores”

“A mi polola, Romina, por estar siempre presente, en los momentos más difíciles, donde se requería más orientación y apoyo. Guiándome siempre con su experiencia y amor incondicional, sin ti hubiese sido muy difícil.”

“A mis abuelos y mi tía, por todo el cariño y amor, fundamentales para seguir adelante”

“A Mauricio, por su ayuda en la parte de ingeniería, serás un excelente profesional”

“A mi tutora, Dra. Verónica Viñuela, por la orientación y todas las enseñanzas brindadas en todos estos años, sin duda fundamentales en el nuevo camino, además de la paciencia y confianza”

INDICE

Introducción.....	1
Marco teórico.....	2
Hipótesis.....	12
Material y Método.....	13
Resultados.....	24
Discusión.....	33
Conclusión.....	36
Bibliografía.....	37
Anexos.....	40

RESUMEN

Introducción: El presente estudio tuvo como finalidad realizar una comparación en cuanto al desgaste producido por dos sistemas de instrumentación mecanizada de Niquel-Titanio (NiTi): iRaCe (FKG Dentaire S.A, La Chaux-de-Fonds, Suiza) y Mtwo (VDW, München, Alemania) *in vitro*.

Método: Se instrumentaron 40 cubos acrílicos Dentsply Maillefer con canales estandarizados, curvos y únicos, divididos en:

- Grupo A: 20 cubos acrílicos instrumentados con la secuencia mecanizada iRaCe.
- Grupo B: 20 cubos acrílicos instrumentados con la secuencia mecanizada Mtwo.

Entre cada instrumento se irrigó con 1 ml de Hipoclorito de Sodio (NaOCl) al 5%, mediante una jeringa de irrigación endodóntica, monoject, para posteriormente ser rellenados con una pasta radiopaca de Sulfato de Bario y suero, se procedió a la toma de una radiografía inicial (pre instrumentación) y final (post instrumentación mecanizada), estas fueron digitalizadas mediante el programa computacional Adobe Photoshop, posteriormente analizadas mediante Desktop Autocad.

Resultados: El total de la muestra estudiada ($n = 40$) fue descrita a un intervalo de confianza al 95%. Se aplicó la prueba estadística t-student para la comparación de las medias. Se describieron las medias de las áreas en mm^2 ,. Además se calculó la distancia a 1 mm del ápice del conducto. El sistema Mtwo generó un desgaste promedio de 12.92% mayor al producido por el sistema mecanizado iRaCe, lo que corresponde a un aumento promedio de 1.78 mm^2 del área. Además este sistema generó un desgaste de 0,09371 mm mayor al desgaste producido por iRaCe, a 1 mm del ápice del conducto.

Conclusión: El sistema mecanizado iRaCe, generó menor desgaste en el área del conducto post instrumentación respecto al sistema mecanizado Mtwo.

INTRODUCCION

En el campo clínico de la endodoncia, el objetivo más importante es eliminar todos los microorganismos y restos pulpares existentes en el proceso infeccioso, así poder realizar un sellado tridimensional del conducto además de una restauración perfectamente ajustada, con lo cual sea garantizado en el tiempo la salud periapical.

El avance que ha permitido el uso de instrumental mecanizado de NiTi en este proceso ha sido muy importante. Las características mecánicas que presenta el NiTi frente al instrumental de acero inoxidable ha permitido la instrumentación más eficaz y conservadora, tanto de los casos más simples hasta los más complejos. Además ha sido descrito que los sistemas mecanizados mantienen mejor la curvatura a nivel apical y en un menor tiempo operatorio.

Existe una gran gama en la actualidad de instrumental rotatorio en base a NiTi, por tanto es de vital importancia el uso del sistema más adecuado, es decir, el más conservador, más flexible y más eficiente, no sólo para los especialistas sino para cirujano dentistas generales, y aquellos alumnos cursantes de pre grado.

Es posible encontrar sistemas de reciente aparición, es el caso de iRaCe y Mtwo, los cuales presentan diferencias en sus diseños, número de instrumentos y conicidad entre otras características. La existencia de diversas investigaciones con diferentes resultados en cuanto a la transportación apical generada entre distintos sistemas genera la necesidad de continuar estudiando cual sistema es el que genera menor transportación.

Este estudio tuvo como objetivo evaluar cual sistema genera menor transportación apical, iRaCe o Mtwo, así mismo mantener las características tanto anatómicas como mecánicas del conducto de mejor manera.

MARCO TEORICO

La endodoncia es una especialidad dentro de la odontología que tiene como objetivo el estudio de la estructura, morfología, fisiología y la patología de la pulpa dental, así como de los tejidos periradiculares y su tratamiento. En su ámbito integra las ciencias básicas y clínicas que se ocupan de la biología de la pulpa, así como la etiopatogenia, el diagnóstico, la prevención y el tratamiento de las enfermedades y lesiones de la misma, y de los tejidos periradiculares asociados. (1)

En cuanto a la historia de la endodoncia, es posible dividirla en 4 grandes periodos, etapa empírica, etapa de la infección local, etapa científica, la etapa científico tecnológica, siendo esta última, la que vivimos actualmente.

La primera endodoncia documentada es de aproximadamente 2200 años atrás, en un diente humano, 200 a.c; se informó del hallazgo arqueológico en el Journal of the American Dental Association en 1987. El tratamiento fue realizado en un incisivo lateral de un guerrero nabateano; fue en este periodo donde se creía en que esta patología se producía por el gusano dental, teoría que fue descartada en el año 1750. (2)

Dentro de la etapa empírica, ocurren grandes avances tales como, el uso de arsénico para desvitalizar la pulpa por Spooner en 1936.

En 1838, Maynard fabricó el primer instrumento endodóntico con un resorte de reloj y otros para el ensanchamiento y conformación cónica del conducto. En 1839 surge la primera Escuela de Odontología del Mundo en Baltimore, EE.UU.(1)

En 1847, Hill introduce la gutapercha como material obturador en odontología, mezclándolo con carbonato de calcio.(1)

A finales del siglo XIX, la incorporación de la radiología en la odontología, permite poder determinar la longitud del conducto, como también visualizar las características de las restauraciones no perceptibles mediante el examen clínico.

Con el término del periodo empírico(1910), y con el comienzo de la etapa de la Infección local, ocurren nuevos avances, es el caso de Hunter,(médico británico)quien difundió el peligro de los dientes sin pulpa, como focos de bacteremia, lo cual, de cierto modo, frenó el avance de la endodoncia provocando así desdramatamiento innecesario de muchas personas. Pese a esto continuaron los avances; Hermann, en el año 1920, introdujo el Hidróxido de Calcio (Ca(OH)_2),para obturar los conductos radiculares, iniciando esto una concepción más biológica de la endodoncia; Rickert propuso en 1925, utilizar cemento junto a las puntas de gutapercha. Finalmente Grossman el año 1930, introdujo el Hipoclorito de Sodio (NaOCl). (1)

La década de los 40 dio paso a una evolución mucho más científica de la endodoncia, la denominada etapa científica. Se estudió más profundamente la anatomía de los conductos radiculares, gracias a diferentes investigadores como Pucci, Kuttler, Maisto y,Langeland entre otros. A finales de los años 50, Ingle y Levine establecieron las normas de estandarización, esto permitió racionalizar el tratamiento de conductos.(1)

En los años 60, Schidler propuso la técnica de obturación con gutapercha plastificada con calor.(1)

Finalmente, en la etapa científico tecnológica, la endodoncia ha adquirido un desarrollo científico muy significativo. Se ha profundizado más en temas tales como conocimientos en el diagnóstico de la patología pulpar y periapical, microbiología endodóntica, medicaciones intraconducto, mediadores de la inflamación, nuevos materiales y nuevas tecnologías. Es en este último tópico donde se enmarca el uso de instrumental rotatorio de níquel titanio (NiTi). (1)

Las limas de endodoncia fueron fabricadas en acero al carbono a partir de 1901 cuando la casa Kerr introdujo al mercado la primera lima K. Muchos de los errores cometidos durante la instrumentación de los conductos radiculares, en especial en conductos curvos, están relacionados con la rigidez de este tipo de aleación de acero. Los fabricantes han intentado solucionar dichos inconvenientes a través de la creación de variaciones en el diseño de las limas, que generalmente requieren modificaciones del área de la sección transversal, del ángulo y la profundidad de las espiras cortantes, y del diseño de la punta. Hasta hace poco, el empleo de los metales y aleaciones en la fabricación de instrumentos de uso endodóntico merecieron muy poca atención. La innovación del NiTi, en la década de los 60 proporcionó a la odontología un novedoso material con una gran utilidad para su uso en endodoncia.(3)

Civjan, en 1975, trabajando bajo la dirección del Instituto de Investigación Dental del Ejército de los Estados Unidos de América del Centro Médico del Ejército Walter Reed, fue el pionero al sugerir que la aleación de NiTi poseía propiedades que se identificaban con las requeridas para los instrumentos usados en endodoncia. Walia, Brantley y Gerstein, fueron los primeros en mencionar el empleo de un sistema metalúrgico completamente nuevo, el alambre de ortodoncia de Nitinol, usado para fabricar limas endodónticas. Los resultados arrojados por las pruebas mecánicas demostraron que las limas de Nitinol poseían dos o tres veces mayor flexibilidad elástica que las de acero inoxidable, a la par de una mayor resistencia a la fractura por torsión. Estos datos sugirieron que las limas fabricadas en Nitinol resultarían sumamente útiles en la preparación de conductos radiculares con curvatura.(4)

Los sistemas rotatorios de endodoncia comenzaron a usarse en la práctica clínica a principios de la década de los 90 con instrumentos de NiTi. (1)

Continuamente aparecen nuevos sistemas y muchos de los iniciales fueron ya desechados. Dichos instrumentos varían en función del tamaño de la punta, la conicidad, la sección transversal, el ángulo helicoidal y la distancia entre las espiras, lo que permite obtener mejores resultados, ya que presentan mayor elasticidad y flexibilidad con respecto a las limas de acero inoxidable, mayor resistencia a la fractura, así también permitiendo un menor tiempo de trabajo clínico con excelentes resultados. (1)

A pesar de que las primeras limas de NiTi fueron fabricadas a partir de alambres de ortodoncia, la composición y el procesamiento metalúrgicos del NiTi han sido adaptados para su utilización en endodoncia. Las fórmulas químicas específicas para el NiTi y sus técnicas de procesamiento se encuentran registradas, y se han desarrollado principalmente a través de pruebas de ensayo y error.(3)

La producción de un lingote de NiTi es compleja, y es necesario el empleo del vacío. Hay muy pocos centros capaces de producir lingotes de NiTi. *Quality Dental Products (QDP)*, en EE.UU, ha conseguido varias formulaciones de aleación de NiTi en base a la combinación de flexibilidad y resistencia a la fractura deseadas. Se emplean distintas composiciones para cada tamaño de lima, por ejemplo, para los calibres más pequeños se utilizan fórmulas de NiTi más rígidas, y más flexibles para una calibración mayor. Para lograr mantener las propiedades súper elásticas del NiTi, podemos concluir que la composición de las aleaciones debe ser de 55% Ni y 45% Ti en peso. En 1991 QDP ejecutó un análisis de los elementos de una barra de NiTi del calibre 0,40 empleada para la fabricación de limas tipo K de NiTi de *Quality Dental Products (QDP)*, de los calibres 50, 55 y 60; dicho análisis mostró una composición del 58,01% de Ni y 41,9% de Ti en peso. (3) Los avances científicos de los últimos años han permitido lograr este objetivo de manera más eficiente, mejorando así el éxito a largo plazo del tratamiento endodóntico.(5)

El uso de limas rotatorias de NiTi durante la instrumentación, ha ganado popularidad tanto en los endodoncistas como en los dentistas de práctica general, debido a su mayor flexibilidad y capacidad de mantener la configuración original de los canales curvos con paredes delgadas.(5) Frente a la gran gama de sistemas que hay disponibles en el mercado, la elección del sistema de instrumentación más adecuado para cada caso dependerá de factores como: forma y curvatura del conducto, características de flexibilidad y resistencia propias del sistema, forma y corte de la lima. (6)

Las limas de NiTi supusieron un gran avance en la limpieza de los conductos radiculares por tener duplicada o triplicada su elasticidad y flexibilidad con respecto a las limas de acero inoxidable, mayor resistencia a la fractura y su biocompatibilidad.(7) En estos sistemas se reduce el número de limas y permite un menor tiempo de trabajo en la mayor parte de los casos, creando una conformación del conducto más homogénea.(5) De este modo, con las limas de NiTi rotatorias es posible reducir sustancialmente accidentes en la instrumentación, como pueden ser bloqueos, escalones, transportes apicales y perforaciones.(6) Esto debido principalmente al bajo módulo de elasticidad de las limas NiTi, que permiten mantener la curvatura original del canal, minimizando los errores iatrogénicos. (8)

Los instrumentos rotatorios de NiTi son capaces de mantener la forma del canal radicular incluso en casos de curvaturas severas, y son sustancialmente más rápidas que la preparación manual,(9) por lo cual los instrumentos de NiTi permiten evitar uno de los principales problemas de las limas de acero inoxidable, que se presenta desde que la punta toma contacto por primera vez con las paredes del conducto, genera la deformación de ésta, la repetición en sucesivas interacciones de manera irregular entre la pared del conducto y la punta del

instrumento, induce a la lima de acero inoxidable a trabajar al límite de su módulo de elasticidad, es decir mayor probabilidad de fracturas en un instrumento menos flexible.(10)

Los errores que pueden ocurrir en la conformación de los conductos son los siguientes:

- Escalón: Irregularidad artificial de la pared de la superficie del canal radicular; se crea una zona de enclavamiento que dificulta la preparación químico mecánica.(11)
- Perforación: Frecuentemente en el piso de la pieza dentaria por la proximidad del techo y del piso de la cámara pulpar principalmente, se puede producir en otro sector de la superficie ya sea dentro del conducto, como consecuencia de continuar instrumentando luego de la formación de un escalón.(11)
- Zip: Deformación con forma de pata de elefante de la porción apical sin perforación hacia el periodonto, que sucede por no pre curvar las limas, o realizar movimientos de rotación en canales curvos.(11)
- Rip: Desgarro del Zip,(11) pero la perforación llega al periodonto.
- Transportación apical: cambio de ubicación espacial del canal radicular con respecto a su ubicación original, produciéndose así el desgaste no proporcional de alguna de las paredes dentinarias en relación con la anatomía original de éste.(11)

En el estudio de los efectos de la instrumentación endodóntica han sido usados distintos procedimientos como impresiones de los canales, diafanización, conductos artificiales, tomografía computada, resonancia magnética, estudios radiográficos y cortes dentarios. Los métodos radiográficos fueron empleados por numerosos autores para determinar la transportación apical. Canales y colaboradores, (1984) utilizaron la *proyección simultánea* de tomas radiográficas en ambos sentidos. Una variante de este procedimiento consistía en realizar

radiografías intermedias para determinar el primer instrumento que producía transportación apical. (15)

Esposito y Cunningham (1995) y Pereira, Lopes y col, (1998), usaron la *superposición radiográfica*. Otros autores utilizaron una variante de este método, que consiste en la superposición de calcos de las radiografías ampliadas sobre papel transparente. El método de la *doble exposición radiográfica* fue introducido por Sepic y col. en 1989, utilizando para posicionar las placas y los dientes de resina acrílica o reemplazando la misma por una silicona de alta viscosidad (Saunders y Saunders, 1994; Knowles y col., 1996). (15)

Bramante y col, (1987) publicaron un método para evaluar cambios en los conductos radiculares, producidos por la instrumentación. Este procedimiento proporciona el área anatómica del conducto y el área instrumentada y permite comparar las diferencias entre ambas. (15)

Este modelo fue objeto de diversas modificaciones. En 1990 McCann y colaboradores, reemplazan la llave de yeso por una mufla de ticonium. Ésta mantenía los beneficios del sistema anterior y agrega ventajas: es más durable, consume menos tiempo y se puede volver a utilizar. Hülsmann y col, (1999) presentaron una mufla a la cual puede ser ajustada una plataforma radiográfica, permitiendo tomar radiografías bajo condiciones estandarizadas. (15)

En cuanto al análisis de los datos, diversos estudios han utilizado el programa computacional AUTOCAD, para cuantificar, mediante aplicaciones de este software de dibujo técnico y en el caso de optimización de imágenes, Adobe Photoshop, como por ejemplo, García M. y colaboradores en el año 2012. (16)

Este estudio tuvo como propósito determinar si existen diferencias significativas en el desgaste entre los sistemas de instrumentación mecanizada, iRaCe (FKG Denatire) y Mtwo (VDW).

Se analizaron 2 sistemas de instrumental endodóntico mecanizado (iRaCe y Mtwo), se determinó el área generada con la instrumentación en cada sistema, posteriormente se compararon estos resultados, para así poder dar una orientación a cual sistema mantuvo mejor las características anatómicas naturales del conducto, prevenir perforaciones y debilitar lo menos posible la pieza dentaria.

Para la realización del estudio se ocuparon las siguientes secuencias de instrumental rotatorio:

Mtwo; es un sistema de instrumentación rotatoria sobre la base de níquel-titanio de reciente introducción en el mercado. El paquete estándar incluye una secuencia básica de 4 instrumentos con calibres en la punta (D1) que van del 10 al 25, presentando una conicidad que varía según el instrumento; el calibre del D1 y la conicidad correspondiente son las siguientes:(9)

Lima 10 con un taper de 4%

Lima 15 con un taper de 5%

Lima 20 con un taper de 6%

Lima 25 con un taper de 6%

Después de esta secuencia básica, el sistema Mtwo proporciona una segunda secuencia de los siguientes calibres y conicidades:

Lima 30 con un taper de 5%

Lima 35 con un taper de 4%

Lima 40 con un taper de 4%

Lima 25 con un taper 7%(9)

Las limas 30, 35 y 40 de esta segunda secuencia permiten una instrumentación apical más completa y el uso de la lima 25/07 facilita la técnica de

condensación vertical con gutapercha sin alterar el diámetro apical final.(9)

De acuerdo al fabricante, el instrumento debe utilizarse en una sola longitud, lo que quiere decir, todas las limas de la secuencia de instrumentación deben utilizarse a longitud de trabajo. El sistema Mtwo (VDW, Munich, Germany), posee una forma, al corte transversal, de “S” itálica con dos superficies de corte, siendo la punta inactiva.(12) Además, las limas Mtwo tienen una longitud de paso creciente de la punta a la base. Este diseño le da 2 funciones: eliminar el enroscamiento y atascamiento en la rotación continua, y reducir la transportación de detritus al ápex.(12)

El sistema iRaCe consta de 3 limas de NiTi:

R1 de diámetro 15 y taper 6%

R2 de diámetro 25 y taper 4%

R3 de diámetro 30 y taper 4%

Esta serie es para casos más comunes, presentando también una secuencia para casos más complejos, como conductos calcificados y otros. Dentro de las características de estos instrumentos encontramos un pulido electroquímico que reduce las imperfecciones y por ende los puntos débiles, también facilita la limpieza y la desinfección del instrumental; a su vez mejora la resistencia a la corrosión(14).

En cuanto a su sección transversal, el sistema iRaCe es triangular con aristas cortantes, lo que produciría un mejor corte, más rápido y utilizando menos presión, y al permanecer menor tiempo en el conducto, en contacto con las paredes del conducto, tomando contacto con puntos específicos, reduce la fatiga del instrumento.(12) Las limas iRaCe poseen un diseño único patentado, de filos

alternados que elimina el efecto de atornillado en el conducto, otorgándole mayor seguridad al operador, además de una punta inactiva, lo que disminuye la probabilidad de hacer falsas vías. (14) También posee el sistema Safety Memo Disc, que consiste en un disco con ocho pétalos removibles en la base de la lima, los cuales serán removidos frente a cada uso de la lima. Se remueve 1 pétalo en casos simples, 2 en casos medios y 3 pétalos en casos difíciles, lo que ayuda al operador a llevar una cuenta exacta de cuantas veces ha sido utilizada cada lima, (14) evitando forzar el instrumento hasta su fractura. (13)

HIPOTESIS

El sistema de instrumentación mecanizado iRaCe de FKG Dentaire provoca menor área de desgaste del conducto, que el sistema de instrumentación mecanizado Mtwo de VDW en cubos acrílicos con canales simulados.

Objetivo General

Analizar si el sistema iRaCe de FKG Dentaire provoca menor área de desgaste del conducto que el sistema de instrumentación mecanizada Mtwo *in vitro*.

Objetivos Específicos

- Cuantificar el área efectiva de corte del sistema de instrumentación mecanizada iRaCe pre y post instrumentación *in vitro*.
- Cuantificar el área efectiva de corte del sistema de instrumentación mecanizada Mtwo pre y post instrumentación *in vitro*.
- Comparar el área efectiva de corte, post instrumentación del sistema iRaCe y Mtwo *in vitro*.
- Determinar la diferencia de la curvatura apical pre y post instrumentación a 1 mm en ambos sistemas de instrumentación rotatoria mediante programa computacional.

MATERIALES Y METODOS

El diseño del estudio es de tipo experimental, realizado *in vitro*; en la facultad de Odontología de la Universidad Finis Terrae.

Se seleccionaron de manera aleatoria 40 cubos acrílicos Denstplay-Maillefer estandarizados de 10mm de ancho x 30mm de largo, con un conducto de longitud 16mm con canal único estandarizado taper 2%, calibre 0.1mm.

Se determinaron las variables en estudio, las cuales se resumieron en la tabla n° 1 que se presenta a continuación:

Tabla n°1 Variables

Variable	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	
D	Distancia entre lima pre y post instrumental a 1 mm del extremo del instrumento	Continua	Continua	
	Indicador	Nivel de medición	Valor	Instrumento
	Distancia en milímetros (mm)	Cifra absoluta	Continua	Planilla de registro
Variable	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	
S1	Área del conducto pre-instrumentación mecánica	Continua	Continua	
	Indicador	Nivel de medición	valor	Instrumento
	Área en milímetros cuadrados (mm ²)	Cifra absoluta	Continua	Planilla de registro
Variable	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	

S2	Área del conducto post-instrumentación mecánica	Continua	Continua	
	Indicador	Nivel de medición	valor	Instrumento
	Área en milímetros cuadrados (mm ²)	Cifra absoluta	Continua	Planilla de registro
Variable	Definición	Tipo de Variable	Dimensión	
ΔS	Diferencia de áreas del conducto pre y post-instrumentación mecánica	Continua	Continua	
	Indicador	Nivel de medición	valor	Instrumento
	Área en milímetros cuadrados (mm ²)	Cifra absoluta	Continua	Planilla de registro

Se determinó la longitud de trabajo en 16 mm (LT) con una lima “K” número 10, de la marca FKG Dentaire.

Cada cubo acrílico fue permeabilizado e instrumentado con instrumental manual, esto fue llevado a cabo utilizando limas “K” número 10,15 y 20 (como protocolo previo a la instrumentación mecanizada). Entre cada instrumento se irrigó con 1 ml de NaOCl al 5%, mediante una jeringa monoject, para posteriormente ser rellenados con una pasta radiopaca de Sulfato de Bario y suero. Posteriormente se procedió a la toma de la primera radiografía, denominada “radiografía inicial”.

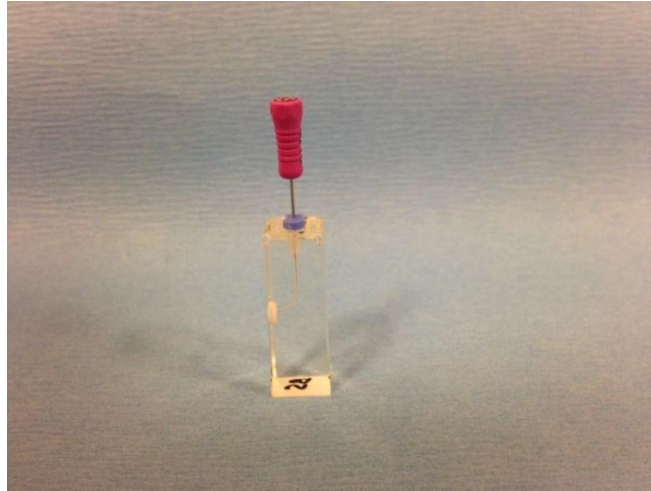


Imagen 1: Instrumentación manual con lima 10

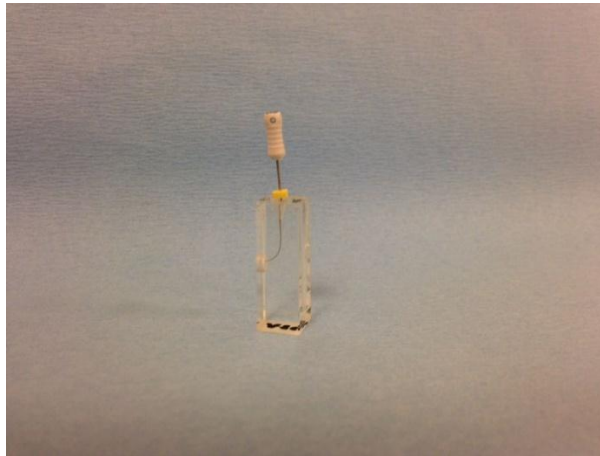


Imagen 2: instrumentación manual con lima 15

Las radiografías fueron tomadas en un equipo Planmeca Dens-o-Mat, utilizando valores: 50 Kw8, mA y 0.32 segundos con películas Kodak ultra speed (Df-58) mediante un posicionador marca Prisma, para estandarizar la distancia desde el cono del equipo hasta la película radiográfica junto con el cubo acrílico (33mm), el cual quedó en 90°.

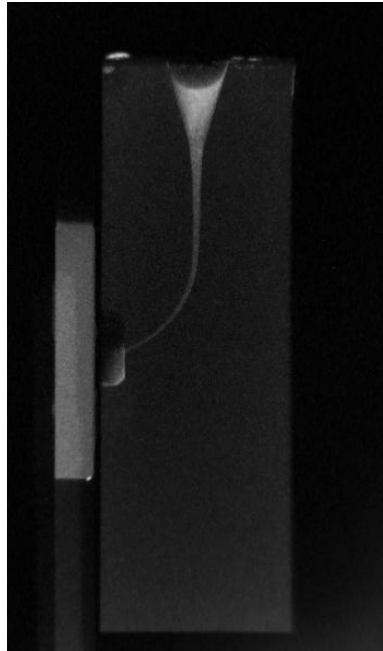


Imagen 3: Rxincial Muestra A11

Posteriormente se separó el universo de cubos acrílicos en igual cantidad de manera aleatoria en 2 grupos, de 20 cubos cada uno, denominándolos “grupo A”, que fue instrumentado con iRaCe, con la siguiente secuencia: (14)

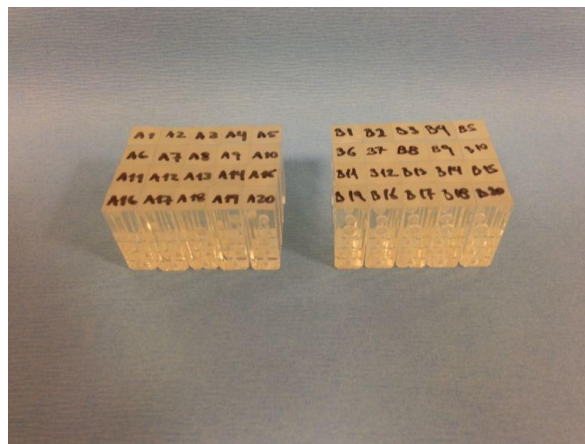


Imagen 4: Universo total de muestras

- Lima iRaCe número 15 taper 6% a LT
- Lima iRaCe número 25 taper 4% a LT
- Lima iRaCe número 30 taper 4% a LT



Imagen 5: Instrumentación sistema mecanizado iRaCe

y, “grupo B”, que fue instrumentado con sistema mecanizado Mtwo, con la siguiente secuencia (9):

- Lima Mtwo número 10 taper 4% a LT
- Lima Mtwo número 15 taper 5% a LT
- Lima Mtwo número 20 taper 6% a LT
- Lima Mtwo número 25 taper 6% a LT
- Lima Mtwo número 30 taper 5% a LT

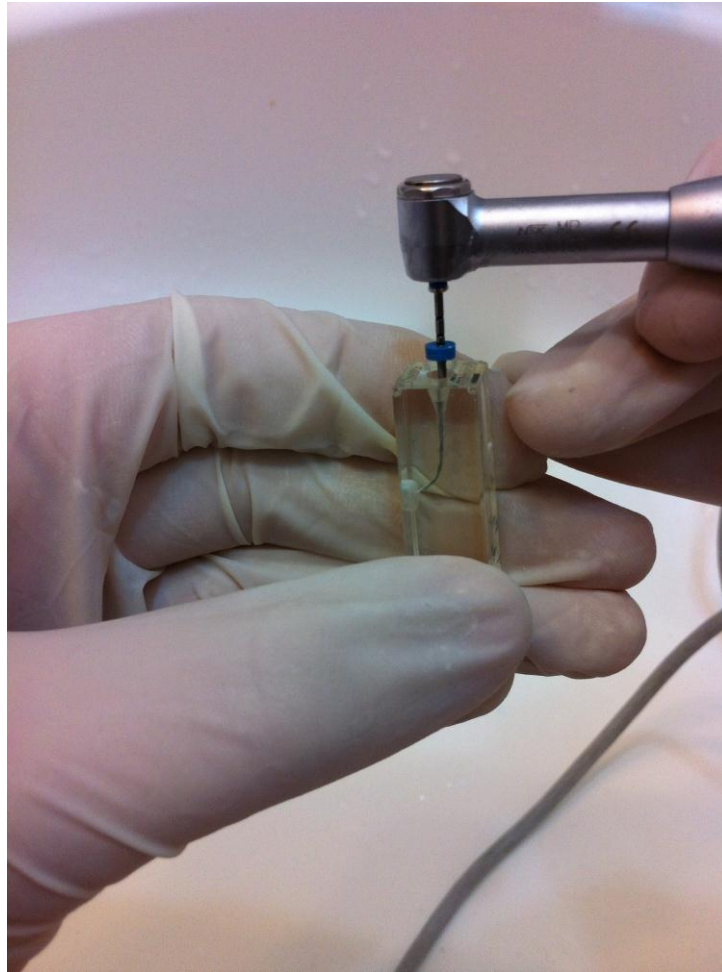


Imagen 6: Instrumentación con sistema mecanizado Mtwo

El torque y la velocidad de cada sistema fue determinado según el protocolo de los propios fabricantes, usando motor ENDO MATE DT, marca NSK, y fue el siguiente: (9,14)

- Sistema iRace utilizó un torque de 1.6 Ncm y una velocidad de 600 rpm.
- Sistema Mtwo utilizó un torque de 1.6 Ncm y una velocidad de 250 rpm.

Entre cada instrumento se irrigó con 1 mL de NaOCl al 5%, mediante el uso de jeringas Monoject.



Imagen 7: Motor NSK con los valores de sistema Mtwo

Al finalizar la instrumentación con ambos sistemas mecanizados, se procedió a tomar la segunda radiografía (post instrumentación) con el conducto relleno con Sulfato de Bario en consistencia de pasta, denominada radiografía final, a cada cubo acrílico, tanto del grupo “A” y “B”.

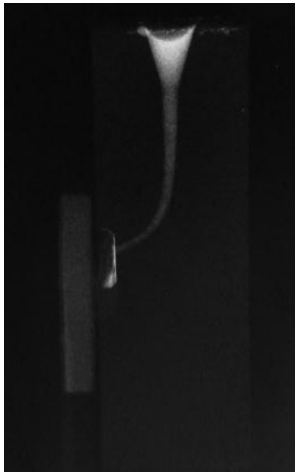


Imagen 8: Rx Final Muestra A16

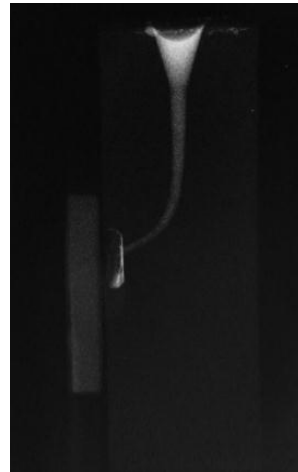


Imagen 9: Rx Final Muestra B14

Las radiografías obtenidas, tanto las iniciales como finales, fueron digitalizadas mediante una fotografía digital y almacenadas, para luego ser optimizadas en el programa computacional “Adobe Photoshop”. En esta etapa los conductos fueron marcados con distinto color, blanco pre instrumentación mecánica y verde para designar la instrumentación mecánica, mediante las herramientas del mismo. Esto a modo de mejorar las imágenes y servir de guía para la medición en el programa de dibujo técnico, Autocad.

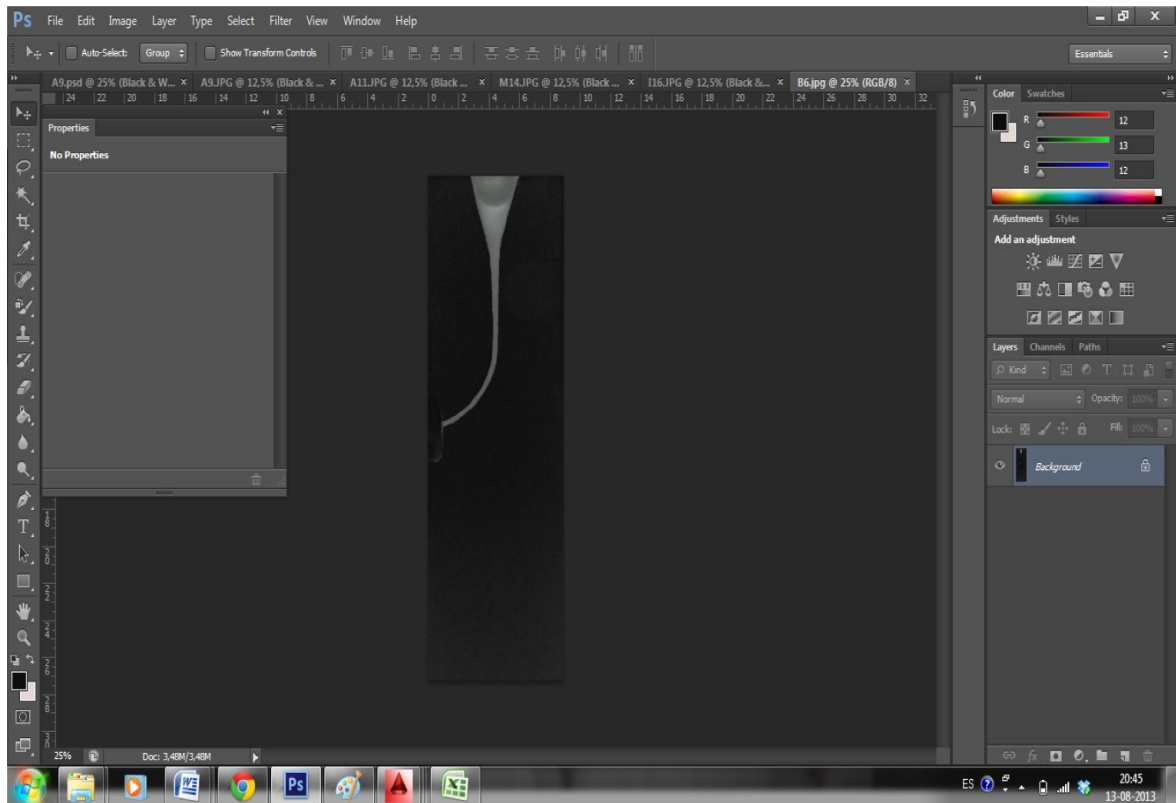


Imagen 10: Optimización en Photoshop Muestra B6

Posteriormente y mediante Autocad, se entregó la información de los patrones geométricos del conducto, tanto la variable área como distancia. En el caso de la variable área pre y post instrumentación con sistemas mecanizados, la herramienta de medición de área es la que permitió entregar esta información al seguir y delimitar todo el conducto.

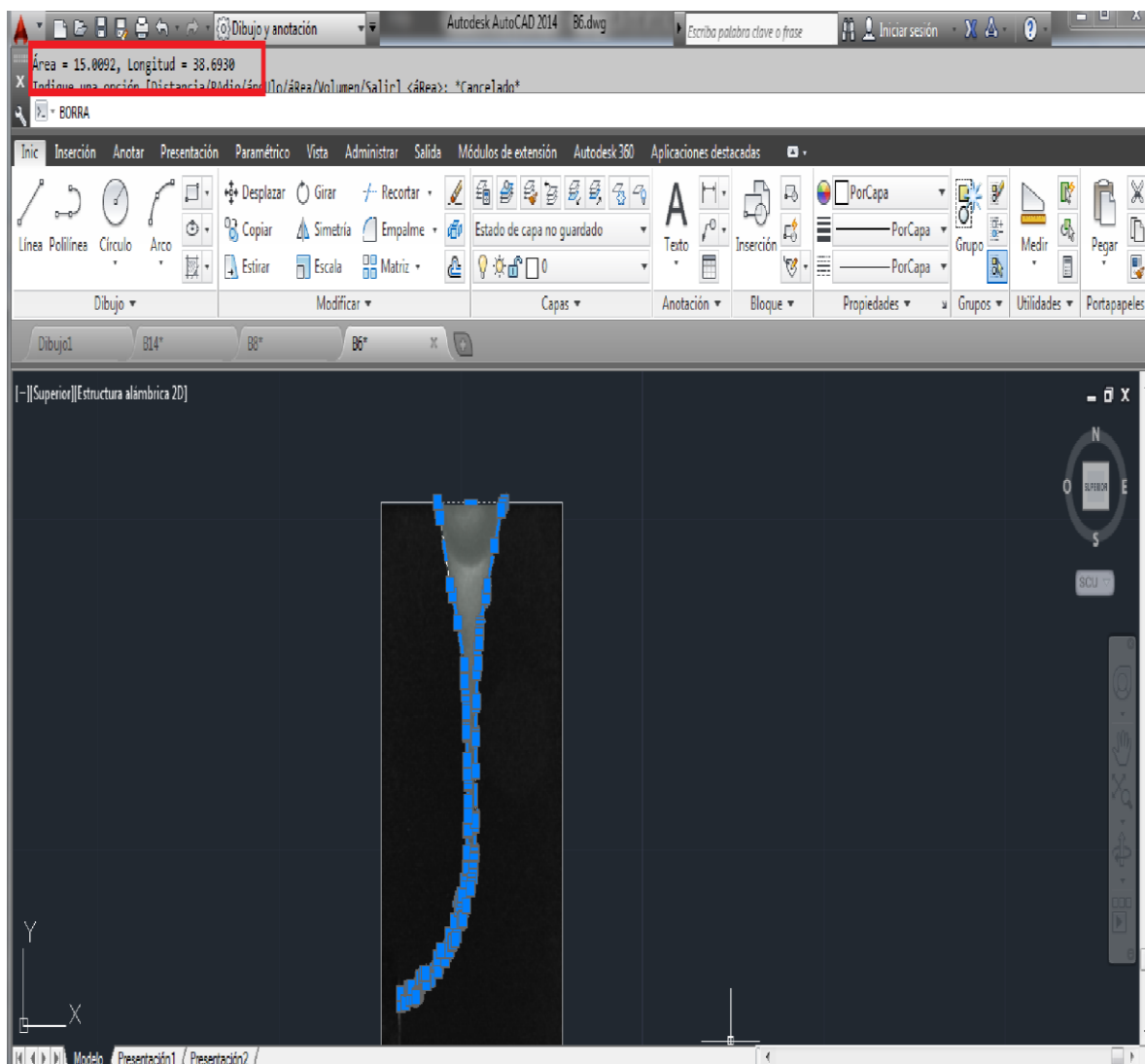


Imagen 11: Medición de área muestra B6 mediante Autocad

En cuanto a la medición de la variable distancia a 1 mm del ápice, se trazaron 2 puntos, un punto localizado en el conducto de pre instrumentación mecanizada y otro punto localizado en el conducto instrumentado con su sistema respectivo, ambos puntos a 1 mm del ápice. La medición fue realizada mediante una línea vertical perpendicular a ambos puntos mencionados anteriormente, otorgando la magnitud correspondiente para cada muestra.

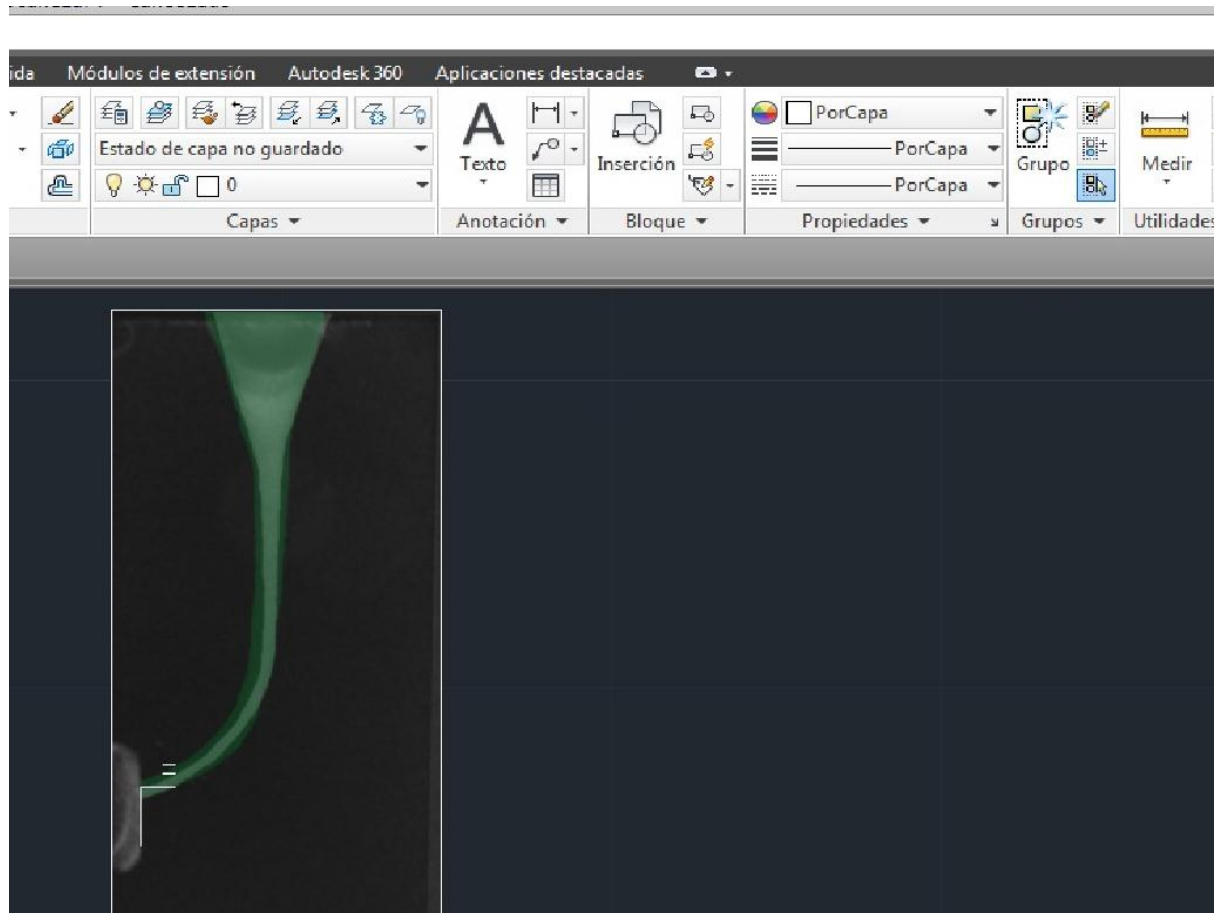


Imagen 12: Medición de distancia a 1 mm apical mediante Autocad muestra B1, mediante una línea vertical perpendicular a ambos puntos (pre y post instrumentación con Mtwo)

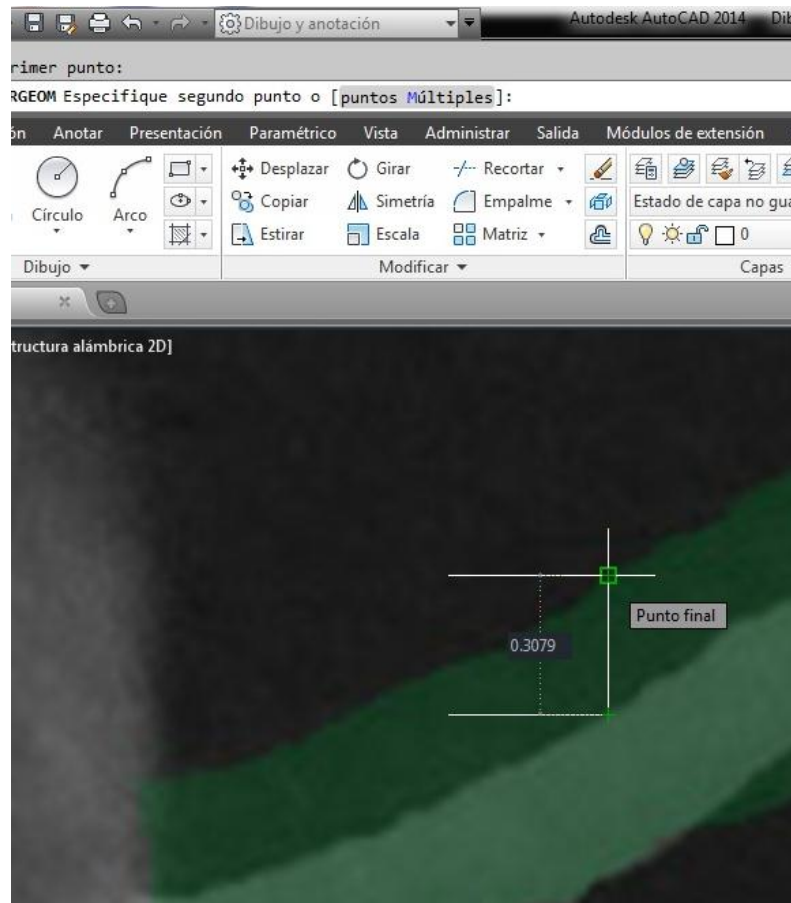


Imagen 13: Zoom medición de distancia pre y post instrumentación muestra B1 mediante una línea vertical perpendicular a ambos puntos (pre y post instrumentación con Mtwo)

Para el análisis estadístico de los datos obtenidos en este estudio, se realizó el cálculo de medias de áreas de instrumentación en ambos sistemas mecanizados, desviación estándar, error estándar e intervalo de confianza al 95%.

Para comparar si existían diferencias significativas entre las medias de las áreas de y la distancia a 1mm del ápice, entre ambos sistemas, se aplicó la prueba estadística T- student.

Los resultados obtenidos se presentaron en tablas y gráficos Box plot.

RESULTADOS

El total de muestras estudiadas ($n = 40$) fueron descritas en cuanto frecuencia, media aritmética, desviación estándar, error estándar e intervalo de confianza al 95%. Se aplicó la prueba estadística t-student para la comparación de las medias.

Se describieron las medias de las áreas en mm^2 , tanto de la pre instrumentación mecanizada (S1) y post instrumentación mecanizada (S2) para ambos grupos de estudio (iRaCe y Mtwo). Además se calculó la distancia a 1mm del ápice del conducto, en una imagen de superposición de conducto respectivamente(D).

1.- Análisis de las áreas para el grupo iRaCe y Mtwo.

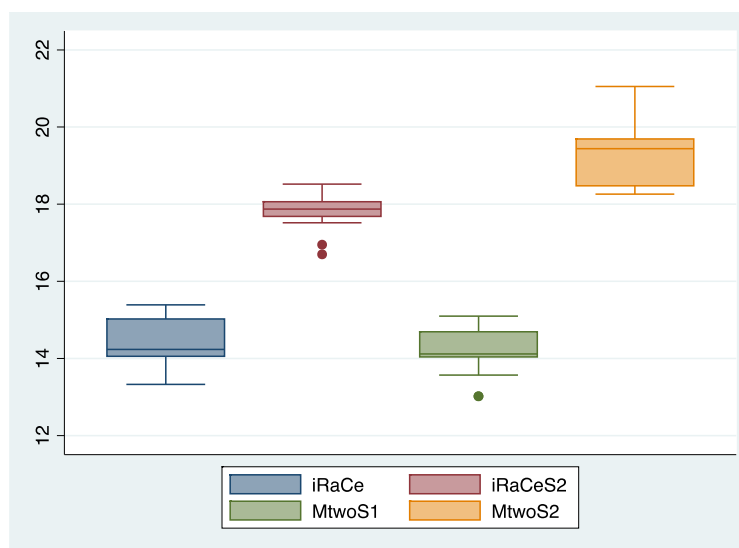
Se estudió cada grupo por separado, iRaCe y Mtwo, describiendo las medias de las áreas pre y post instrumentación. Se observó que la media del área en la post instrumentación de Mtwo fue superior a iRaCe. (Ver tabla 1).

Tabla 1.- Distribución de las áreas pre y post instrumentación para iRaCe y Mtwo.

Variable	Obs.	Mean	Std. dev.	Min - máx
iRaCe(S1)	20	14.42	0.56	13.33 – 15.39
iRaCe(S2)	20	17.81	0.42	16.70 – 18.52
Mtwo (S1)	20	14.17	0.57	13.02 – 15.1
Mtwo (S2)	20	19.35	0.83	18.26 - 21. 05

En el siguiente gráfico (grafico 1) se puede observar la distribución de la media en cada grupo por separado, describiendo las áreas pre y post instrumentación.

Grafico 1.- Distribución de las áreas pre y post instrumentación para iRaCe y Mtwo.



2.- Comparación de áreas pre instrumentación, grupo iRaCe y Mtwo.

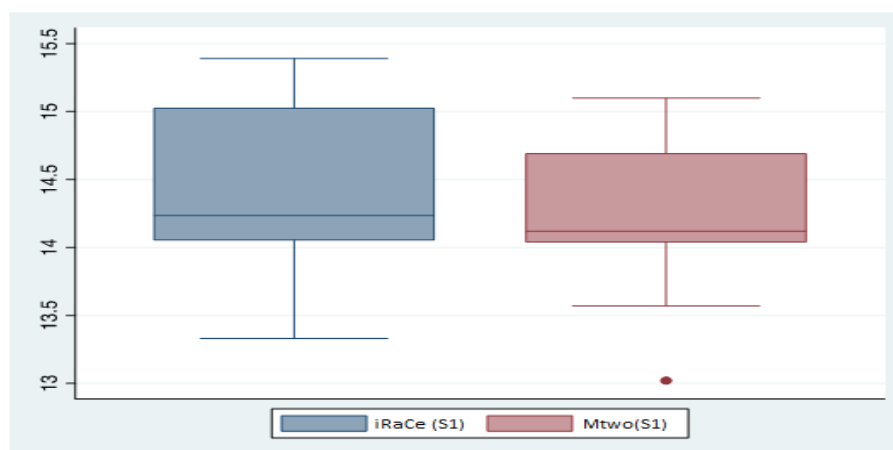
Al comparar las medias de los grupos iRaCe y Mtwo en la pre instrumentación(S1), se observó que el valor del área para iRaCe fue levemente superior, sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa. (Ver tabla 2).

Tabla 2- Distribución de las áreas de la pre instrumentación mecanizada para iRaCe y Mtwo.

Variable	Obs.	Mean	Std. Err.	Std. dev.	95% Conf. Interval.
iRaCe(S1)	20	14.42	0.126	0.56	14.15 – 14.69
Mtwo (S1)	20	14.17	0.128	0.57	13.90 – 14.44

p = 0.9309

Gráfico 2: Distribución de área en pre instrumentación mecanizada, iRaCe y Mtwo



p= 0.9309.

3.-Comparación de áreas pre y post instrumentación, grupo iRaCe

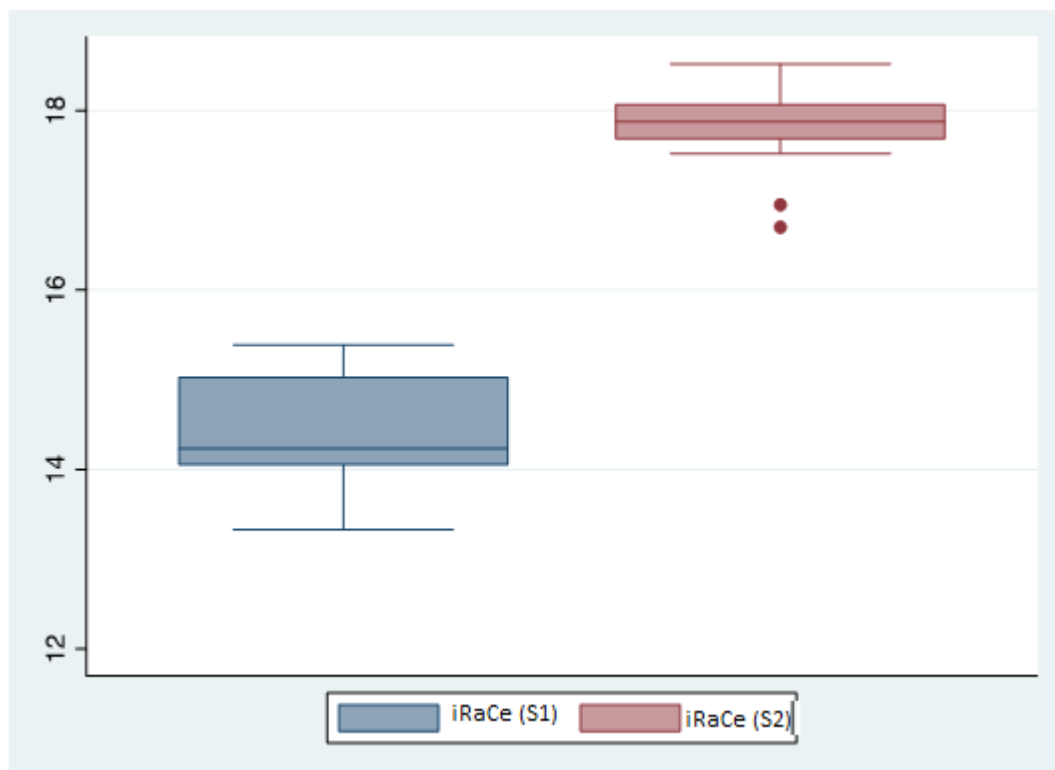
Al comparar el desgaste producido posterior a la instrumentación con sistema mecanizado (S1) iRaCe en relación a la instrumentación manual previa a éste (S1), es posible apreciar un aumento del área promedio de 23.64%, es decir 3.3933 mm². Se determinó que el área promedio post instrumentación es de 17.81mm². (Véase tabla 1 y 2 en Anexos).

Tabla 3: Distribución de datos de área pre y post instrumentación grupo A, sistema mecanizado iRaCe

Variable	Obs.	Mean	Std. dev.	Min - máx
iRaCe(S1)	20	14.42	0.56	13.33 – 15.39
iRaCe(S2)	20	17.81	0.42	16.70 – 18.52

$p = 0.0000$

Gráfico 3: distribución de datos de área pre y post instrumentación grupo A, sistema mecanizado iRaCe



$p = 0.0000$

4.-Comparación de áreas pre y post instrumentación, grupo Mtwo

Al comparar el desgaste producido posterior a la instrumentación con sistema mecanizado (S1) Mtwo, en relación a la instrumentación manual previa a este (S1), es posible apreciar un aumento del área promedio de 36.56%, es decir 5.17 mm². Se determinó que el área promedio post instrumentación es de 19.35 mm².

Tabla 4: Distribución de datos de área pre y post instrumentación grupo B, sistema mecanizado Mtwo

Variable	Obs.	Mean	Std. Err.	Std. dev.	95% Conf. Interval.
Mtwo(S1)	20	14.17	0.958	0.57	13.02-15.1
Mtwo (S2)	20	19.35	0.1861	0.83	18.96 – 19.74

P=0.0000

Gráfico 4: distribución de datos de área pre y post instrumentación grupo B, sistema mecanizado Mtwo



p = 0.0000

5.- Comparación de áreas post instrumentación, grupo iRaCe y Mtwo.

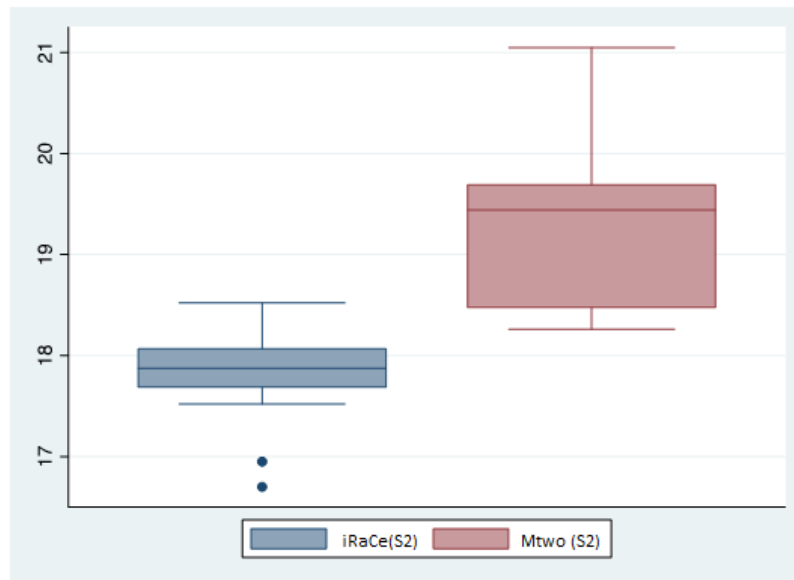
Al comparar las medias de los grupos iRaCe y Mtwo en la post instrumentación (S2), se observó que el valor del área para Mtwo fue superior, siendo ésta diferencia estadísticamente significativa. (Ver tabla 5).

Tabla 5.- Distribución de las áreas de post instrumentación mecanizada para iRaCe y Mtwo.

Variable	Obs.	Mean	Std. Err.	Std. dev.	95% Conf. Interval.
iRaCe(S2)	20	17.81	0.958	0.42	17.61 – 18.01
Mtwo (S2)	20	19.35	0.1861	0.83	18.96 – 19.74

p = 0.000

Gráfico 5: Distribución de área en post instrumentación mecanizada, iRaCe y Mtwo



$p = 0.000$

Se cuantificó el desgaste producido en el área del conducto, en el caso del grupo A, existe una diferencia de 3.3933 mm^2 en promedio entre la instrumentación previa y la instrumentación con sistema mecanizado, es decir el conducto aumentó su área en un 23% promedio. En cuanto al grupo B, existe una diferencia promedio de 5.1747 mm^2 entre la instrumentación con sistema mecanizado Mtwo y la instrumentación previa a éste, es decir el área del conducto aumentó en promedio 36%. (Véase tabla 1 y 2 en Anexos).

Por lo tanto, la instrumentación con sistema Mtwo generó un desgaste promedio de 12.92% mayor al producido por el sistema mecanizado iRaCe, lo que corresponde a un aumento promedio de 1.78 mm^2 entre ambas instrumentaciones mecanizadas.

6.- Comparación de las distancias de la curvatura apical entre grupo iRaCe y Mtwo.

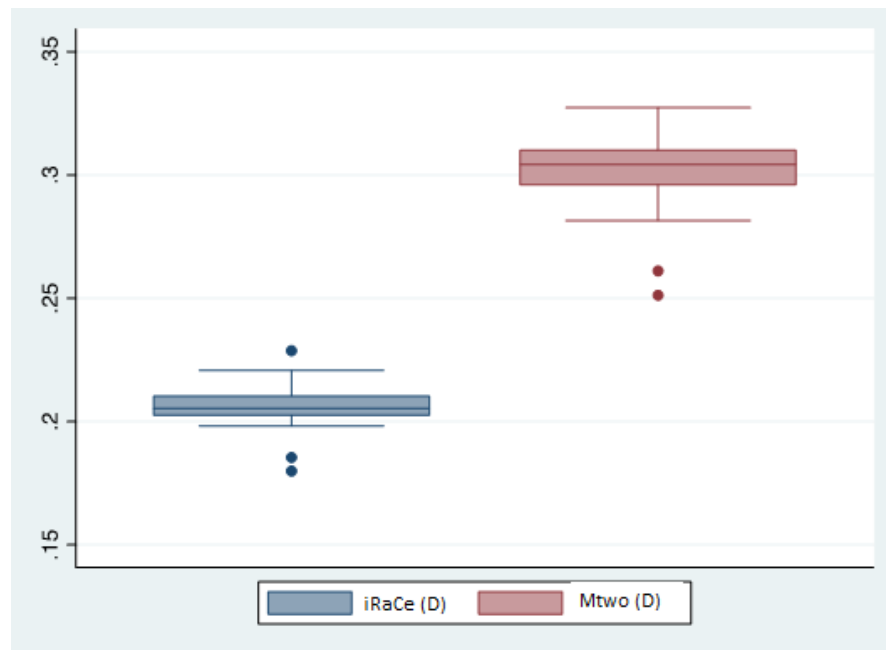
Al comparar las distancias de la curvatura apical pre y post instrumentación a 1 mm del ápice, en ambos sistemas de instrumentación, se observó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0.0000$). El grupo con Mtwo en promedio generó un desgaste de 0,09371 mm. mayor al desgaste producido por iRaCe, a 1 mm del ápice del conducto.(Véase tabla 1 y 2 en Anexos).

Tabla 6.- Distribución de la distancia de la curvatura apical pre y post instrumentación a 1 mm para iRaCe y Mtwo.

Variable	Obs.	Mean	Std. dev.	Min - máx
iRaCe(D)	20	0.20	0.10	0.17 – 0.22
Mtwo(D)	20	0.29	0.17	0.25 – 0.32

P = 0.000

Gráfico 6: Distribución de la diferencia de la curvatura apical pre y post instrumentación a 1 mm para iRaCe y Mtwo.



p = 0.000

DISCUSION

El objetivo de este estudio fue determinar cuál sistema mecanizado de NiTi, iRaCe o Mtwo, generó menor área de desgaste en cubos acrílicos estandarizados con canal simulado, curvo y único.

Existen estudios comparativos del desgaste generado en los conductos y de transportación apical tanto en cubos acrílicos, es el caso del presente estudio, replicando características propias de los conductos naturales y simulando curvaturas, como dientes extraídos. Si bien existen diferencias en sus propiedades mecánicas entre éstos, la dificultad de estandarizar muestras de dientes naturales por la presencia de dentina en las paredes del conducto, el tamaño de la pieza dentaria, la longitud de los conductos y además de los criterios éticos propios de un estudio realizado con muestras humanas.

Se observaron diferencias significativas del área de corte cuando son instrumentados por el sistema mecanizado Mtwo, siendo iRaCe el sistema que presenta menor desgaste, tanto en el área total, como a 1mm del ápice, estos resultados concuerdan con los hallazgos reportados por Schafer E. y colaboradores, (13) quienes demostraron en un estudio comparativo de eficiencia de limpieza y mantención de la curvatura apical entre los sistemas mecanizado iRaCe, Mtwo y K3 en cubos de resina acrílica con canales de 28° y 35°; que el sistema mecanizado Mtwo genera un mayor desgaste a 1mm del ápice, 0.04 mm, frente a 0.02 mm de desgaste de los otros dos sistemas mecanizados. Además de este resultado, concluyeron que Mtwo fue el sistema mecanizado más rápido y con menos accidentes (perforaciones y Zip).

Contrario a estos resultados González C.(17) en su estudio comparativo de transportación apical con sistemas mecanizados iRaCe y ProTaper en cubos acrílicos, concluyó que no existe diferencias significativas entre ambos sistemas. Presentando una distancia promedio de 0.14 mm entre la pre y post instrumentación a 1 mm del ápice con sistema iRace, bastante menor a los resultados obtenidos en el presente estudio para el sistema iRaCe, en que el promedio de distancia es de 0.20 mm.

Otros investigaciones señalan que la transportación apical es menor cuando es utilizado el sistema iRaCe, realizados en dientes humanos *in vitro*; es el caso de los hallazgos reportados por Alcota M. y colaboradores, quienes mediante un estudio comparativo de los sistemas Hero Shaper, iRaCe y ProTaper midieron el desgaste producido por éstos, y obtuvieron como resultado 0.014 mm de desgaste promedio a 1mm del ápice, siendo iRaCe junto a Hero Shaper, los sistemas con menor transportación apical, además iRaCe fue el que conservó y mantuvo mejor la centricidad original de la curvatura. Hilú R. y colaboradores (18) reportaron que el sistema Mtwo es más eficiente que ProTaper, en mantener la conicidad, por lo que conserva mejor el centro del conducto en dientes naturales al generar una menor transportación.

Es posible apreciar en las imágenes de superposición que la zona en la que se genera mayor desgaste, es el tercio medio, las limas entran en contacto más íntimo con el conducto y corresponde al inicio o cuerpo de la curvatura de esta misma. La segunda zona de mayor desgaste es el tercio coronal, se sugiere ampliar el rango de medición de transportación al tercio medio en próximas investigaciones.

Es importante recalcar la experiencia del operador, a mayor experiencia mejor manejo del sistema. A medida que aumentaba el número de muestras instrumentadas, mejoraba la destreza con cada sistema y se presentaba en frecuencia reducida atascamiento de las limas al interior del conducto.

Es necesario elaborar más estudios comparativos de transportación apical entre sistemas mecanizados iRaCe y Mtwo, así poder tener mayor evidencia sobre las características del desgaste producido, puesto que existe una carencia de información de estos sistemas bajo mismas condiciones. Se sugiere además, compararlos con otros sistemas, es decir ampliar los grupos experimentales. Sería relevante estudiar las características mecánicas de los distintos sistemas y medir el tiempo necesario en llevar a cabo la instrumentación con cada serie. Esto ayudará a otros odontólogos y estudiantes de odontología a realizar una mejor elección de sistema mecanizado frente a la gran gama de productos existentes en el mercado. Cabe destacar que ambos sistemas estudiados son bastante “amigables”, presentan series básicas de un número adecuado de limas y en casos más complejos, series más adecuadas para sortear estas dificultades anatómicas.

CONCLUSION

Es posible concluir mediante el presente estudio, que existen diferencias significativas en el área generada post instrumentación mecanizada con Mtwo e iRaCe, siendo este último, el que genera una menor desgaste a 1mm del ápice como en el área total generada post instrumentación, es decir, es mucho más conservador de la anatomía natural del conducto, siendo este desgaste de manera proporcional, es decir, no existe transportación. Por tanto, se afirma la hipótesis propuesta en esta investigación.

Es de gran importancia la utilización de una instrumentación que mantenga más conservadoramente la anatomía de los conductos, su curvatura además de una adecuada conformación y limpieza de éstos, por tanto es evidente la necesidad de seleccionar el sistema de instrumentación mecanizada más adecuado a la práctica odontológica.

Los sistemas mecanizados utilizados en endodoncia actualmente son capaces de facilitar el trabajo en los casos más complejos con mejores resultados que los que se obtenían en el pasado con las limas de acero, las características mecánicas inherentes del NiTi , son las que hacen posible estos avances.

En contraparte se hace necesario someter a más investigaciones ambos sistemas,iRaCe y Mtwo, así hacer representativos los datos obtenidos en este estudio, además de ampliar las muestras a dientes extraídos y no limitarlas solamente a cubos acrílicos.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Canalda C, Brau E. Endodoncia técnica clínica y bases científicas. 2ª.ed. Barcelona, España: Masson; 2006.
- 2.- Ingle J, Bakland L. Endodoncia. México D.F.: McGraw Hill; 2004.
- 3.- Rodriguez E. Aleación Niquel Titanio y su uso de endodoncia. Acta odontol. Venezolana. 2000; 38(1): 4-7.
- 4.- Miramontes MJ, González P, Garrido L. et al. Análisis comparativo de los diferentes sistemas de endodoncia rotatoria. JADA. Abril 2009; 4(2):89-95.
- 5.- Jiménez OJL, Del Río M, Cazares T. Instrumentación Rotatoria en Endodoncia: Reporte de Casos Clínicos. Int. J. Odontostomat. abril 2012; 6(1): 89-95.
- 6.- Setzer F, Tae-Kyung K, Karabucak B. Comparison of apical transportation between two rotator file system and two hybrid rotatory instrumentation sequences. JOE. July 2010; 36(7):1226-1229.
- 7.- Hulsmann M, Peters O, Dummer PMH., Mechanical preparation of root canals: shaping goals, techniques and means. Endodontic Topics. 2005; 10(1): 30–76.
- 8.- Da Silva FM, Kobayashi C, Suda H. Analysis of forces developed during mechanical preparation of extracted teeth using RaCe rotatory instruments and Profiles. International Endodontic Journal. 2005; 38:17-21.
- 9.- Instrumentación; Sistema de instrumentación Mtwo, (noticia en línea), 2006. citado 22 Nov 2012, Disponible en:
<http://www.endoroot.com/modules/news/article.php?storyid=50>

- 10.-Nechhi S, Taschieri S, Petrini L. Mechanical behavior of nickel-titanium rotator endodontic instruments in simulated clinical conditions: a computational study. International Endodontic Journal. 2008; 41:939-949.
- 11.- Alcota M, Compán G, Salinas JC, Palma AM. Análisis In vitro de la transportación del canal radicular,utilizando tres sistemas rotatorios de Niquel-Titanio: Hero Shaper,ProTaper Universal y Irace. RevFacOdontolUnivAntioq. 2011; 23(1): 9-21.
- 12.- Plotino G, Grande NM, Sorci E. A comparision of cyclic fatigue between used and new Mtwo Ni-Ti rotatory instruments. International Endodontic Journal. 2006; 39:716-723.
- 13- Schafer E, Erler M, Dammaschke T. Comparative study on the shaping ability and cleaning efficiency of rotary Mtwo instruments. Part 1. Shaping ability in simulated curved canals. International Endodontic Journal, 2006; 39, 196–202.
- 14.- FKG Denatire, Lance une nouvelle sequencer apide, efficace et sure; iRaCe (noticia en línea); 2011, citado 10 de Dic 2012, Disponible en: http://www.fkg.ch/fileadmin/documents_fkg/about_us/news/fkg_pr_irace_fr.pdf
- 15.- Leonardi L, Atlas D, Raiden G. Comparación de dos métodos para evaluar la transportación apical. Acta Odontológica Venezolana, 200; 45(3):354-358.
- 16.-García M, Duran-Sindreu F, Mercadé M, Bueno R, Roig M. A comparison of apical transportationbetweenProFile and RaCerotaryinstruments, J Endod, 2012 Jul; 38(7):990-2
- 17.- Gonzalez C. Estudio comparativo in vitro de transportación apical con sistemas mecanizados niquel titanio iRaCe y ProTaper. Tesis para optar a título de cirujano dentista Universidad FinisTerrae. Santiago, Chile: Universidad Finis Terrae; 2012.

18.-Hilu R, Balandrano Pinal E. Evaluación de la conformacion apical de los conductos radicales con los sistemas Mtwo y Protaper. Endodoncia. 2010; 28(4): 220-227.

ANEXOS

1.- Tabla 1 : Variables y datos para iRaCe

Muestra IRace						
Pre	S1 (mm ²)	S2 (mm ²)	ΔS (mm ²)	S2/S1	Aumento (%)	D(mm)
1	14,0634	16,9491	2,8857	1,2051922	20,5192201	0,21
2	15,2177	18,2274	3,0097	1,19777627	19,77762737	0,2022
3	14,4375	18,3234	3,8859	1,26915325	26,91532468	0,2047
4	14,4386	17,5156	3,077	1,2131093	21,31093042	0,2207
5	15,224	17,9294	2,7054	1,17770625	17,77062533	0,205
6	14,1871	17,7141	3,527	1,24860613	24,86061281	0,2096
7	14,0521	17,7427	3,6906	1,2626369	26,26369012	0,206
8	13,334	16,6966	3,3626	1,25218239	25,21823909	0,2031
9	14,1	17,7231	3,6231	1,25695745	25,69574468	0,2028
10	14,1415	17,9802	3,8387	1,27144928	27,14492805	0,2055
11	14,2809	17,8475	3,5666	1,24974616	24,97461645	0,1854
12	15,1012	17,9002	2,799	1,18534951	18,53495086	0,2044
13	14,9537	17,7031	2,7494	1,18386085	18,38608505	0,2106
14	14,4977	17,6695	3,1718	1,21877953	21,87795305	0,1982
15	13,7681	17,6258	3,8577	1,28019117	28,01911665	0,213
16	15,3861	18,0602	2,6741	1,17379973	17,37997283	0,2083
17	14,003	18,0698	4,0668	1,29042348	29,04234807	0,2011
18	14,0866	17,9022	3,8156	1,27086735	27,08673491	0,2287
19	15,1885	18,5194	3,3309	1,21930408	21,93040787	0,2166
20	14,0454	18,2757	4,2303	1,30118758	30,11875774	0,1799
Promedio	14,425355	17,81875	3,393395	1,23641394	23,64139431	0,20579
Desviación Standard	0,566962109	0,429296516	0,486411198	0,04009937	4,00993656	0,01070238

2.- Tabla 2: Variables y datos para Mtwo

Muestra Mtwo						
Pre	S1 (mm^2)	S2 (mm^2)	ΔS (mm^2)	S2/S1	Aumento (%)	D(mm)
1	14,7352	19,502	4,7668	1,32349748	32,34974754	0,3079
2	14,7753	19,9708	5,1955	1,35163415	35,16341462	0,3099
3	14,0601	19,6818	5,6217	1,39983357	39,98335716	0,31
4	14,1734	20,2151	6,0417	1,42627034	42,62703374	0,306
5	14,1468	19,5001	5,3533	1,37841067	37,84106653	0,3273
6	15,0092	21,0516	6,0424	1,40257975	40,25797511	0,3022
7	13,57	19,4025	5,8325	1,4298084	42,98084009	0,311
8	14,6425	19,3695	4,727	1,32282739	32,2827386	0,3036
9	14,0634	19,4778	5,4144	1,38499936	38,499936	0,2611
10	14,0699	18,3517	4,2818	1,30432341	30,43234138	0,3007
11	13,6188	18,5811	4,9623	1,36437131	36,43713102	0,3045
12	14,363	19,0778	4,7148	1,32826011	32,82601128	0,2512
13	14,163	19,1002	4,9372	1,34859846	34,85984608	0,2913
14	14,0222	18,3425	4,3203	1,30810429	30,81042918	0,3104
15	14,0834	19,7	5,6166	1,39880995	39,88099465	0,3084
16	14,0939	18,3644	4,2705	1,30300343	30,3003427	0,3122
17	14,8008	21,0402	6,2394	1,42155829	42,15582941	0,2815
18	13,0236	18,3704	5,3468	1,41054701	41,0547007	0,3041
19	15,1	19,6766	4,5766	1,30308609	30,30860927	0,3015
20	13,0224	18,2555	5,2331	1,40185373	40,1853729	0,2852
Promedio	14,176845	19,35158	5,174735	1,36561886	36,5618859	0,2995
Desviación Standard	0,574763509	0,832201724	0,605726888	0,04520199	4,520198884	0,017880451

Tabla 3.- Variables iRaCe y Mtwo

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
raceS1	20	14.4255	.5673714	13.33	15.39
raceS2	20	17.819	.4288281	16.7	18.52
MwhoS1	20	14.176	.5758234	13.02	15.1
MwhoS2	20	19.3515	.8325437	18.26	21.05

Tabla 4.- t-test variable “S1” iRaCe y Mtwo

Paired t test						
Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
raceS1	20	14.4255	.1268681	.5673714	14.15996	14.69104
MwhoS1	20	14.176	.128758	.5758234	13.90651	14.44549
diff	20	.2495	.1612149	.7209751	-.0879268	.5869267
mean(diff) = mean(raceS1 - MwhoS1)				t =	1.5476	
Ho: mean(diff) = 0				degrees of freedom =	19	
Ha: mean(diff) < 0		Ha: mean(diff) != 0		Ha: mean(diff) > 0		
Pr(T < t) = 0.9309		Pr(T > t) = 0.1382		Pr(T > t) = 0.0691		

Tabla 5.-t-test variables “S1” y “S2” iRaCe

Paired t test						
Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
raceS1	20	14.4255	.1268681	.5673714	14.15996	14.69104
raceS2	20	17.819	.0958889	.4288281	17.6183	18.0197
diff	20	-3.3935	.1085945	.4856495	-3.620791	-3.166209
mean(diff) = mean(raceS1 - raceS2)				t = -31.2493		
Ho: mean(diff) = 0				degrees of freedom = 19		
Ha: mean(diff) < 0		Ha: mean(diff) != 0		Ha: mean(diff) > 0		
Pr(T < t) = 0.0000		Pr(T > t) = 0.0000		Pr(T > t) = 1.0000		

Tabla 6.- t-test variables “S1” y “S2” Mtwc

```

. ttest MwhoS1 = MwhoS2, level (95)

Paired t test

-----+-----
Variable |      Obs      Mean    Std. Err.    Std. Dev.    [95% Conf. Interval]
-----+-----
MwhoS1 |         20     14.176    .128758    .5758234     13.90651     14.44549
MwhoS2 |         20     19.3515   .1861624   .8325437     18.96186     19.74114
-----+-----
diff |         20     -5.1755   .1355563   .6062261     -5.459223    -4.891778
-----+-----

      mean(diff) = mean(MwhoS1 - MwhoS2)                                t = -38.1797
Ho: mean(diff) = 0                                           degrees of freedom =      19

Ha: mean(diff) < 0                Ha: mean(diff) != 0                Ha: mean(diff) > 0
Pr(T < t) = 0.0000                Pr(|T| > |t|) = 0.0000                Pr(T > t) = 1.0000

```

Tabla 7.- t-test variables “S2” iRaCe y Mtwo

Paired t test						
Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
raceS2	20	17.819	.0958889	.4288281	17.6183	18.0197
MwhoS2	20	19.3515	.1861624	.8325437	18.96186	19.74114
diff	20	-1.5325	.2148131	.9606733	-1.982109	-1.082891
mean(diff) = mean(raceS2 - MwhoS2)				t = -7.1341		
Ho: mean(diff) = 0				degrees of freedom = 19		
Ha: mean(diff) < 0		Ha: mean(diff) != 0		Ha: mean(diff) > 0		
Pr(T < t) = 0.0000		Pr(T > t) = 0.0000		Pr(T > t) = 1.0000		

Tabla 8.- t-test Variable “D” iRaCe y Mtwo

Variable	Obs	Mean	Std. Dev.	Min	Max
distrace	20	.20579	.0107024	.1799	.2287
distMtwo2	20	.2995	.0178805	.2512	.3273

. ttest distrace = distMtwo2

Paired t test

Variable	Obs	Mean	Std. Err.	Std. Dev.	[95% Conf. Interval]	
distrace	20	.20579	.0023931	.0107024	.2007811	.2107989
distMt-2	20	.2995	.0039982	.0178805	.2911317	.3078683
diff	20	-.09371	.004247	.0189931	-.102599	-.084821

mean(diff) = mean(distrace - distMtwo2)