

Universidad Católica de Santa María

Facultad de Odontología

Segunda Especialidad en Cariología y Endodoncia



COMPARACIÓN IN VITRO DE RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA ENTRE DOS SISTEMAS RECIPROCANTES DE ALEACIÓN NIQUEL-TITANIO BLUE, RECIPROC BLUE Y AF BLUE R3 RECIPROCATING, EN UN CONDUCTO CURVO ARTIFICIAL AREQUIPA-2021.

Tesis presentada por la Cirujano
Dentista

Tovar Figueroa, Priscilla Belén

Para optar el Título de Segunda
Especialidad en:

Cariología y Endodoncia

Asesor:

Dr. Valero Quispe Javier Lucho

Arequipa – Perú

2021

UCSM-ERP

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA
SEGUNDA ESPECIALIDAD EN CARIEOLOGIA Y ENDODONCIA
SEGUNDA ESPECIALIDAD CON TESIS
DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR

Arequipa, 15 de Junio del 2021

Dictamen: 002581-C--2021

Visto el borrador del expediente 002581, presentado por:

2016973402 - TOVAR FIGUEROA PRISCILLA BELEN

Titulado:

COMPARACION IN VITRO DE RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA ENTRE DOS SISTEMAS RECIPROCANTES DE ALEACION NIQUEL-TITANIO BLUE, RECIPROC BLUE Y AF BLUE R3 RECIPROCATING, EN UN CONDUCTO CURVO ARTIFICIAL. AREQUIPA 2021.

Nuestro dictamen es:

APROBADO

0349 - GALLEGOS VARGAS HERBERT MARIO
DICTAMINADOR



2161 - QUIROZ HUERTA CARLOS ALBERTO
DICTAMINADOR



2236 - ZEVALLOS CHAVEZ MARCO ANTONIO
DICTAMINADOR



DEDICATORIA

*A Dios por ser esa luz que nunca
se apaga, por ser mi apoyo
a lo largo de mi vida.*

*A mis Padres Glemer y Belia,
por su eterno apoyo, por confiar,
por creer en mí y en mis expectativas.*

*A mi hermana Anabelia, por
acompañarme en mis logros
y por ser la persona que más
se emociona con ellos*

*A mis abuelos Jorge, Isabel
y Julia, por cada palabra de aliento
que me reconfortaban en momentos
más difíciles.*

*A mis hijos Luciano y Antonella, por ser
los principales motores de mis sueños,
los que me impulsan a ser mejor cada día,
los amo profundamente. A Luis por darme
fortaleza y decirme a diario que sí podía lograrlo.*

AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento especial al Dr Hair Salas Beltrán †, Maestro de la Endodoncia, por su gran disposición, por sus conocimientos, por sus interminables consejos, por sus enseñanzas y por contribuir con este trabajo de investigación cuyas observaciones han sido preponderantes para su desarrollo.

A los docentes de la Especialidad de Cariología y Endodoncia de la Universidad Católica de Santa María, por sus enseñanzas y conocimientos brindados que me permitieron tener una educación de calidad.

A mi asesor Dr. Javier Valero por dedicar parte de su tiempo en la asesoría de mi tesis.

A la Dra Zaida Moya, por su apoyo, por sus consejos y por su amistad.

A mis amigos y colegas de la Especialidad de Cariología y Endodoncia por su apoyo, sugerencias, consejos y críticas que han reforzados el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE

RESUMEN.....	8
ABSTRACT.....	9
INTRODUCCIÓN.....	10
CAPÍTULO I.....	12
PLANTEAMIENTO TEORICO	
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	13
1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA.....	13
1.2 ENUNCIADO DEL PROBLEMA.....	13
1.3 DESCRIPCION DEL PROBLEMA.....	13
1.3.1 Área del conocimiento	
1.3.2 Análisis y Operacionalización de variables	
1.3.3 Interrogantes básicas	
1.3.4 Taxonomía de la investigación	
1.4 Justificación.....	15
1.4.1 Originalidad	
1.4.2 Relevancia científica	
1.4.3 Relevancia social	
1.4.4 Factibilidad	
2. OBJETIVOS.....	16
3. MARCO TEÓRICO.....	17
3.1 Conceptos básicos	
a. Morfología de conductos radiculares.....	17
a.1 Nomenclatura de los conductos	
a.2 Forma y calibre de los conductos radiculares	
a.3 Dirección de los conductos radiculares	
a.4 Curvatura radicular	
a.4.1 Análisis de Curvaturas radiculares	
a.4.2 Clasificación de curvaturas de los conductos.	

a.4.3 otras nomenclaturas	
a.4.4 Métodos de evaluación de curvaturas radiculares	
b. Morfología aplicada de instrumentos rotatorios para la preparación de conductos radiculares.....	21
b.1 Componentes de las limas rotatorios	
Guía de penetración	
Calibre	
Conicidad	
Sección	
Radial Land	
Estrías o acanaladuras	
Pitch	
Angulo de corte	
Angulo helicoidal	
c. Metalografía y características de las aleaciones de los instrumentos rotatorios.....	25
c.1 Acero inoxidable.....	25
c.2 Aleación Níquel-Titanio (Ni-Ti).....	25
c.2.1 Comportamiento de la aleación Ni-Ti	
c.2.2 Diferentes tipos de aleación Ni-Ti	
c.2.3 Variaciones de la aleación convencional	
NiTi Mwire	
NiTi fase R	
NiTi CM	
NiTi Blue	
c.2.4 Sistemas Reciprocantes de Níquel-Titanio	
c.2.5 Tipos de movimientos reciprocantes	

	Movimiento Reciprocante Simétrico.....	29
	Movimiento Reciprocante Asimétrico.....	29
d.	Fractura de instrumentos rotatorios.....	29
	d.1 Por torsión	
	d.2 Por fatiga	
	d.2.1 Factores que influyen en el estrés de flexión	
	d.2.2 Dispositivos de prueba de fatiga cíclica laboratoriales	
	3.2 Antecedentes investigativos.....	34
4.	HIPÓTESIS.....	38
CAPITULO II.....		39
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....		40
1. TECNICAS INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN		
	1.1 Técnica.....	40
	1.2 Instrumento.....	42
	a. Especificación	
	b. Estructura del instrumento	
	c. Instrumentos mecánicos	
	1.3 Materiales de verificación.....	44
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN		44
	2.1 Ubicación espacial.....	44
	2.2 Ubicación temporal.....	44
	2.3 Unidades de estudio.....	44
	a. Opción	
	b. Identificación de los grupos	
	c. Calculo para el tamaño	
	d. Criterios para emparejar los grupos	

3. ESTRATEGIAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	46
3.1 Organización.....	46
3.2 Recursos.....	46
4. EXTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS.....	47
4.1 Plan de procesamiento de los datos.....	47
4.2 Operaciones.....	47
4.3 Plan de análisis estadísticos de los datos.....	47
5. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES INVESTIGATIVAS.....	49
CAPÍTULO III.....	50
RESULTADOS.....	51
DISCUSIÓN.....	69
CONCLUSIONES.....	71
RECOMENDACIONES.....	72
REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS.....	73
ANEXOS.....	76
Anexo N°1 Ficha de observación de Resistencia a la Fatiga Cíclica	
Anexo N°2 Base de Datos	
Anexo N°3 Secuencia Fotográfica	

RESUMEN

Objetivo: El objetivo de este estudio fue evaluar y comparar la Resistencia a la Fatiga Cíclica de los Sistemas Reciprocantes de aleación Níquel-Titanio Blue, Reciproc Blue y AF Blue R3 Reciprocating.

Materiales y Métodos: Para alcanzar los objetivos propuestos en este trabajo de investigación, fue necesario premunir la disponibilidad de recursos humanos, económicos y materiales. Entre los recursos materiales tenemos 15 instrumentos de Reciproc Blue (25/06, 25 mm) y 15 instrumentos de AF Blue Reciprocating (25/06, 25mm). Antes de rotar los instrumentos se inyectó lubricante con el fin de reducir la fricción y minimizar la liberación de calor. Los instrumentos fueron ensayados en un conducto artificial de acero inoxidable con una curvatura de 90° y un radio de 3 mm, además fueron accionados en movimiento controlado (Reciproc All, 300 rpm) . Se estableció la Resistencia a la Fatiga Cíclica a través del promedio de ciclos hasta la fractura determinados mediante el registro del tiempo de la separación del instrumento, todo el procedimiento fue grabado.

La operatividad de este trabajo de investigación se sustentó en las técnicas de la observación experimental y registro computarizado de los procesamientos manuales, y el análisis estadístico con la aplicación de la prueba T-Student para muestras independientes.

Resultados: Los resultados del sistema Reciproc Blue presentaron una media de 1279.65 Ciclos hasta la Fractura (CF) y el Sistema AF Blue presentaron una media de 1976.00 Ciclos hasta la fractura (CF). Según la prueba Estadística aplicada T-Student, la diferencia entre ambos grupos respecto a los ciclos hasta la fractura fue significativa $P = 0.000$ ($P < 0.05$) S.S.

Conclusión: En conclusión, el presente estudio muestra que el Sistema AF Blue Reciprocating tuvo mayor resistencia a la Fatiga Cíclica que Reciproc Blue, al ser ensayado en un conducto artificial con un ángulo de curvatura de 90° grados y un radio de 3mm.

Palabras clave:

Fatiga cíclica, limas reciprocantes, Reciproc Blue, AF Blue Reciprocating, Níquel-Titanio Blue

ABSTRACT

Objective: The purpose of this study was to evaluate and compare the Cyclic Fatigue Resistance of the Reciprocating Systems of Nickel-Titanium Blue alloy, Reciproc Blue and AF Blue R3 Reciprocating.

Materials and Methods: To achieve the objectives proposed in this research work, it was necessary to determine the availability of human, financial and material resources. Among the material resources we have 15 Reciproc Blue instruments (06/25, 25 mm) and 15 AF Blue Reciprocating instruments (06/25, 25mm). Before rotating the instruments, lubricant was injected in order to reduce friction and minimize heat release. The instruments were tested in an artificial stainless-steel conduit with a 90 °curvature and a 3 mm radius, in addition they were operated in controlled motion (Reciproc All, 300 rpm). The Cyclic Fatigue Resistance was established through the average of cycles until the fracture, determined by registering the time of separation of the instrument, the entire procedure was recorded.

The operability of this research work was based on the techniques of experimental observation and computerized recording of manual processing, and statistical analysis with the application of the T-Student test for independent samples.

Results: The results of the Reciproc Blue system presented a mean of 1279.65 Cycles to Fracture (CF) and the AF Blue System presented a mean of 1976.00 Cycles to Fracture (CF). According to the applied Statistical T-Student test, the difference between both groups with regard to the cycles until the fracture, was significant $P = 0.000$ ($P < 0.05$) S.S.

Conclusion: In conclusion, the present study shows that the AF Blue Reciprocating System had greater resistance to Cyclic Fatigue than Reciproc Blue, when tested in an artificial conduit with a bending angle of 90 ° and a radius of 3mm.

Keywords:

Cyclic fatigue, reciprocating files, Reciproc Blue, AF Blue Reciprocating, Nickel-Titanium Blue

INTRODUCCIÓN

Desde inicio del siglo XXI, el desarrollo profesional y la constante innovación tecnológica se fusionan gradualmente como consecuencia de la necesidad terapéutica, que permiten la actualización profesional y la investigación científica, que redunde en la mejor calidad del tratamiento en beneficio de la salud bucal de los pacientes.

La preparación de los conductos curvos y estrechos constantemente ha sido un desafío para el Endodoncista, y los cambios en la anatomía interna de estas curvaturas pueden conducirnos al fracaso, por consiguiente, debemos conocer el desgaste que sufren los instrumentos durante el proceso del tratamiento de endodoncia para determinar su vida útil.

El trabajo de investigación que estoy presentando, es realizado por la selección de los instrumentos adecuados que requiere determinado tipo de tratamiento de endodoncia, los que permiten mantener la curvatura natural de los canales, considerando la aleación, diseños y ángulos de corte, para una buena decisión clínica.

En este estudio hemos empleados los Sistemas de aleación Níquel Titanio Blue de dos casas comerciales Reciproc Blue (VDW) con una sección transversal en S y AF Blue R3 Reciprocating (Fanta Dental Materials) que tiene una sección transversal cuadrangular, ambas compañías asegurar que el tratamiento térmico que reciben estos instrumentos le proporcionan una mayor flexibilidad y bajo riesgo de separación del instrumento.

En consecuencia, y considerando que todo elemento tiene un tiempo de vida funcional o de duración estructural, según sea el caso, opté por investigar las cualidades, ventajas y beneficios de estos dos sistemas reciprocantes empleados en un conducto artificial con una curva muy abrupta.

Para poder ejecutar el presente estudio primero realizamos trámites virtuales para obtener la autorización de los docentes asignados, así como también la coordinación y la preparación de las unidades de estudio. Una vez listos todos los materiales, realizamos una prueba piloto para cada sistema, y continuamos con el ensayo de cada grupo experimental, posteriormente se recolectó los datos para realizar nuestra matriz y así poder manejarlos mediante tablas y gráficos.





CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO TEÓRICO

1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Determinación del problema

Durante los últimos años, la endodoncia ha evolucionado incontablemente con nuevas tecnologías y materiales, que buscan de manera incesante procedimientos rápidos, seguros y eficientes, en beneficio de los pacientes y que logren cumplir con los dos objetivos fundamentales del tratamiento de endodoncia: la conformación del conducto y la desinfección de éste.

A diario, el endodoncista se encuentra con conductos estrechos y curvos que representan un reto, donde deberá revisar la mejor evidencia científica, seleccionando el mejor sistema que posee mayor flexibilidad, resistencia a la torsión y memoria.

Los instrumentos de aleación Níquel-Titanio Blue, presentan ventajas muy reconocidas, como la superelasticidad, lo que logra mantener la configuración original del conducto en un menor tiempo de trabajo, pero en el mercado existen diferentes casas comerciales que ofrecen este sistema, con otros diseños y ángulos de corte, por lo que evaluaremos a detalle todas sus bondades y optaremos por elegir el mejor.

1.2. Enunciado del problema

COMPARACIÓN IN VITRO DE RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA ENTRE DOS SISTEMAS RECIPROCANTES DE ALEACIÓN NÍQUEL-TITANIO BLUE, RECIPROC BLUE Y AF BLUE R3 RECIPROCATING, EN UN CONDUCTO CURVO ARTIFICIAL, AREQUIPA 2021

1.3. Descripción del problema

1.3.1. Área del conocimiento

- **Área General** : Ciencias de la Salud
- **Área Específica** : Odontología

- **Especialidad** : Cariología y Endodencia
- **Línea de Investigación** : Instrumentación Reciprocante de conductos radiculares

1.3.2. Análisis y Operacionalización de Variables

VARIABLES	INDICADORES	SUBINDICADOR
ESTÍMULO Sistemas Reciprocantes de aleación níquel titanio Blue	<ul style="list-style-type: none"> • Reciproc Blue • AF BLUE R3 Reciprocating 	
RESPUESTA Resistencia a la Fatiga Cíclica	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de fractura del instrumento 	<ul style="list-style-type: none"> • Segundos

1.3.3. Interrogantes Básicas

- ¿Cuál es la Resistencia a la Fatiga cíclica empleando el Sistema Reciproc Blue en un conducto curvo artificial, Arequipa-2021?
- ¿Cuál es la Resistencia a la Fatiga cíclica empleando el Sistema AF BLUE R3 Reciprocating en un conducto curvo artificial, Arequipa-2021?
- ¿Cuál de los dos sistemas empleados tendrá mayor Resistencia a la Fatiga Cíclica en un conducto curvo artificial, Arequipa-2021?

1.3.4. Taxonomía de la Investigación

ABORDAJE	TIPOS DE ESTUDIO						
	Por la técnica de recolección	Por el tipo de dato	Numero de mediciones de variable	Número de muestra	Por el ámbito de recolección	Diseño	Nivel
Cuantitativo	Observacional	Prospectivo	Transversal	Comparativo	Laboratorio	Experimental	Explicativo

1.4. Justificación

a. Originalidad

El presente estudio tiene una originalidad total porque en Perú no existen antecedentes que comparen la Resistencia a la Fatiga Cíclica de estos dos sistemas reciprocantes de aleación Níquel Titanio Blue, que son empleados para asegurar una progresión más suave y segura en el canal.

b. Relevancia científica

Esta investigación contribuirá al área específica de endodoncia, manipula variables sobre la resistencia a la fatiga cíclica de dos sistemas reciprocantes de aleación níquel-titanio Blue.

c. Relevancia social

El propósito del presente estudio es facilitar información para una elección eficaz de instrumentos, de esta manera evitar errores y fracasos durante su manejo, uno de ellos es la fractura dentro del sistema de conductos radiculares.

La aleación Níquel- Titanio Blue brinda superelasticidad, memoria e impedirá la fractura inesperada del instrumento, en aspectos anatómicos complejos como los conductos curvos, estos instrumentos serán los de elección brindando seguridad y eficiencia al operador, obteniendo calidad en los resultados del tratamiento endodóntico.

d. Factibilidad

La investigación es factible porque existe disponibilidad de las unidades de análisis para la elaboración del proyecto de investigación, tiempo, bibliografía, recursos, infraestructura, equipo, materiales y asesoría.

Se realizó en un ambiente apropiado cumpliendo con las normas de bioseguridad debido a la situación actual de pandemia por COVID-19, la investigadora contará con la respectiva asesoría en el área específica de endodoncia.

2. OBJETIVOS

- 2.1.** Determinar la resistencia a la fatiga cíclica empleando el Sistema Reciproc Blue en un conducto curvo artificial.
- 2.2.** Determinar la resistencia a la fatiga cíclica empleando el Sistema AF Blue R3 Reciprocating en un conducto curvo artificial.
- 2.3.** Comparar la resistencia a la fatiga cíclica de los dos sistemas reciprocantes de aleación Níquel-Titanio Blue empleados en un conducto curvo artificial.

3. MARCO TEÓRICO

3.1. Conceptos básicos

a. Morfología de conductos radiculares

Se entiende por conducto radicular a la comunicación entre el piso de la cámara pulpar y el foramen apical (1).

a.1 Nomenclatura de los conductos

- **Conducto principal:** conducto de mayor calibre que se extiende desde la cámara hasta el foramen apical principal.
- **Conducto accesorio:** ramificación del conducto principal o la cámara pulpar que comunica con el espacio periodontal, generalmente de menor calibre que el principal.
- **Conducto recurrente:** conducto que parte del principal y vuelve a unirse a él antes de la desembocadura apical.
- **Interconducto:** conducto que conecta entre sí otros dos sin alcanzar el espacio periodontal.
- **Conducto interradicular:** conducto que parte del piso de la cámara pulpar y emerge en la furcación de las raíces de las piezas multirradiculares.
- **Conducto lateral:** conducto accesorio que se extiende en forma perpendicular al conducto principal y comunica con el periodonto.
- **Delta apical:** múltiples orificios de salida en los que se divide el conducto principal, localizado en el ápice o cercano a él.

a.2. Forma y calibre de los conductos radiculares

El mayor calibre lo vamos a observar en el piso cameral, a medida que alcanza, la región apical va estrechándose progresivamente, no obstante, presenta variaciones: paredes convergentes, paredes paralelas, paredes divergentes (calibre longitudinal) (2).

A medida que vamos envejeciendo las aposiciones dentinarias disminuyen la luz del conducto, esto explica que a veces encontramos

conductos radiculares con estrechez esporádica, es decir que no sufre una disminución progresiva (calibre transversal). La forma del conducto radicular es muy variable: forma circular como en los incisivos centrales y caninos superiores, forma elíptica, es decir que se aplanada podríamos observarla en la raíz mesial de los molares inferiores y forma en c que se da especialmente en las raíces mesiales de los molares mandibulares.

a.3. Dirección de los conductos radiculares

El conducto principal discurre por el centro de la raíz siguiendo el eje que ella traza dando lugar a las siguientes disposiciones:

- Recta: continúa el eje longitudinal de la raíz
- Arciforme: sigue la forma de la raíz, pero presenta forma curvada sin ningún tipo de angulación
- Acodada: presenta una curvatura en la raíz con un ángulo marcado y el conducto sigue la misma dirección (2).

a.4. Curvatura Radicular

Una curvatura es la desviación continua respecto de una línea recta, ésta determinará la dificultad de la preparación de los conductos radiculares en el tratamiento de endodoncia (3).

a.4.1 Análisis de Curvaturas Radiculares

El análisis de las curvaturas en cuanto a posición, ángulo y radio, diámetro inicial del espesor de la dentina longitud de trabajo total y la preparación de accesos advertirá errores en el procedimiento y haciendo más previsible las maniobras (4).

Las curvaturas de los conductos provocan una complejidad para la instrumentación porque el trabajo de corte de los instrumentos a lo largo del canal curvo se centraliza más en unas paredes que en otras. Lo que origina que algunas áreas pueden permanecer intactas (4).

a.4.2 Clasificación de curvaturas de los conductos:

- Apical
- Gradual
- Forma de hoz
- Severa
- Moderada
- Dilacerada
- Bayoneta

a.4.3 Otras nomenclaturas tenemos:

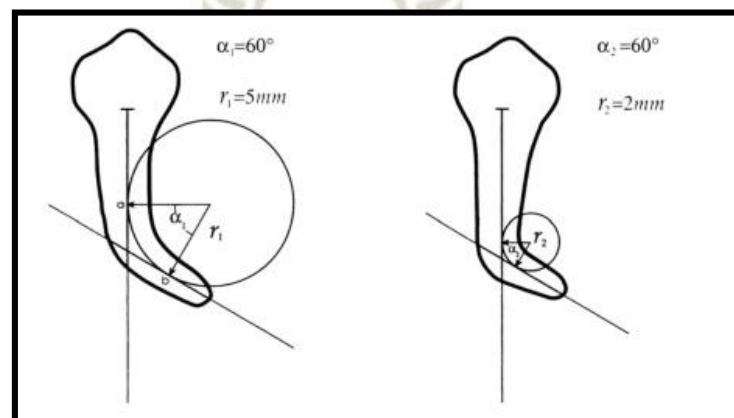
- Forma de I : Rectas
- Forma de J: curva apical
- Forma de C: completamente curva
- Forma de S: multicurva (4)

a.4.4 Métodos de evaluación de curvaturas radiculares.

- **Método de Pruett**

Este método mide tanto el ángulo como el radio de curvatura usando una combinación de dos líneas rectas y un arco circular, como lo podemos observar en la figura 1 (5).

Figura 1: Esquema del método de Pruett

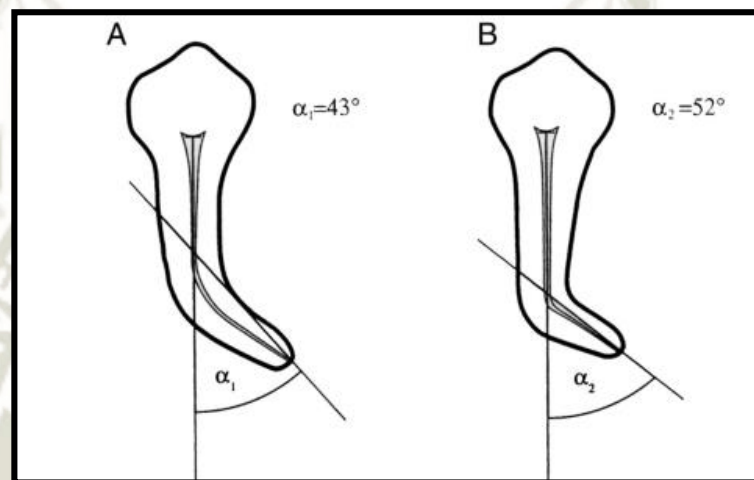


Fuente: Plotino G. y col. A Review of Cyclic Fatigue Testing of Nickel-Titanium Rotary Instruments.

- **Método de Sam Schneider (1997)**

Se basa en la definición de dos líneas rectas para determinar el ángulo. Una línea paralela al eje largo del conducto, y la segunda línea que se dirige desde el foramen apical hasta la intersección de la primera con la pared del conducto donde este comienza a dejar el eje largo del diente, como lo observamos en la figura 2 (6).

Figura 2: Esquema del método de Sam Scheiner



Fuente: Plotino G, y col A Review of Cyclic Fatigue Testing of Nickel-Titanium Rotary Instruments.

Tabla 1: Clasificación de los ángulos de curvatura según S.Scheider

Clasificación	
Raíces Rectas	5° o menos
Curvas moderadas	10°- 20°
Curvas severas	25°- 70

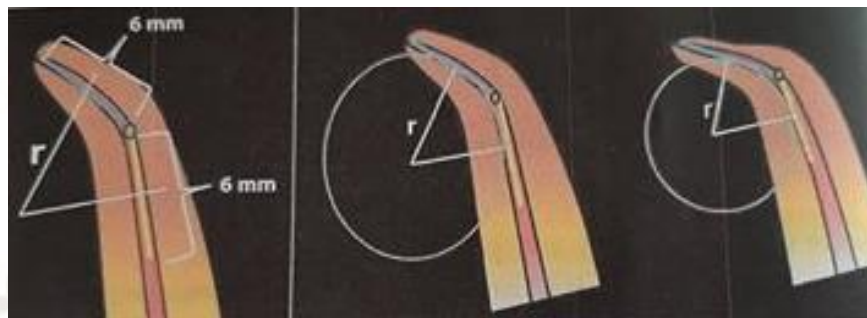
Fuente: Lopreite G, Basilaki J, Endodoncia: Criterios Técnicos y Terapéuticos.

- **Método de Estrela y col**

Este método se propuso para determinar el radio de la curvatura, se sustenta en el trazado de dos semirrectas de 6 mm cada una. En la

figura 3 podemos observar la primera representa la continuidad de la zona apical con respecto a la curva y segunda acompaña la dirección del conducto en el tercio medio hacia cervical de ella (6 mm primeros) (1).

Figura 3: Esquema del método de Estrela y col.



Fuente: Lopreite G, Basilaki J, Endodoncia: Criterios Técnicos y Terapéuticos (3).

Tabla 2: Clasificación del radio de las curvaturas según Estrela y col.

Clasificación		
Radio pequeño	< 4 mm	Curva severa
Radio intermedio	> 4 mm	Curva moderada
Radio largo	> 8 mm	Curva leve

Fuente: Lopreite G, Basilaki J, Endodoncia: Criterios Técnicos y Terapéuticos (3).

b. Morfología aplicada de instrumentos rotatorios para la preparación de conductos

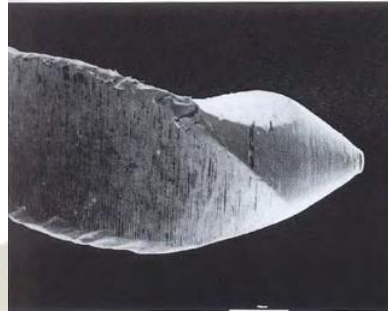
La noción clínica acerca de instrumentos diseñados para la preparación, influyen para valorar de manera crítica y eficiente los aportes tecnológicos (7).

b.1 Componentes de las limas rotatorias

- **Guía de penetración**

Extremo de la parte activa, que cumple dos funciones: ampliar el conducto por acción de corte y guiar el instrumento a través de la luz.

Figura 4: Diseño de punta



Fuente: Leonardo M, Leonardo R, Endodencia: Conceptos Biológico y recursos Tecnológicos.

- **Calibre**

Es el diámetro del instrumento de la primera circunferencia de la parte activa.

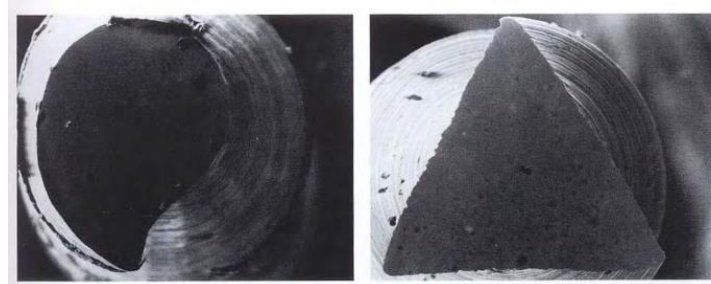
- **Conicidad**

Cantidad de diámetro de la lima que aumenta cada milímetro a lo largo de la superficie de trabajo desde la punta hasta el mango.

- **Sección**

Corte perpendicular del instrumento, se aprecia las facetas y los modos en que éstas entran en contacto con la pared del conducto, además proporciona información sobre el porcentaje de masa, este valor nos brinda una idea de flexibilidad de cada diseño (7).

Figura 5: Cortes transversales de instrumentos

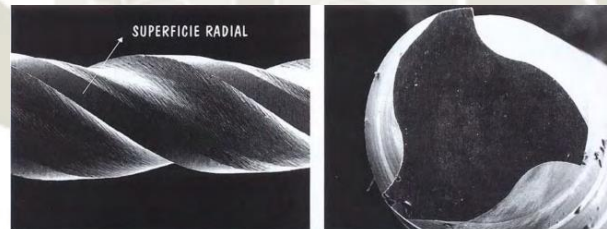


Fuente: Leonardo M, Leonardo R, Endodoncia: Conceptos Biológico y recursos Tecnológicos .

- **Radial Land**

Como observamos en la figura 6 la superficie que se proyecta entre las estrías, paralela al eje largo central del instrumento que incluye el borde de corte, reduce la tensión durante la preparación

Figura 6: Superficie radial de los instrumentos rotatorios



Fuente: Leonardo M, Leonardo R, Endodoncia: Conceptos Biológico y recursos Tecnológicos. Editora Artes Medicas Ltda Brazil, 2009

- **Estrías o acanaladuras**

Surcos de las superficies de trabajo que recogen los tejidos blandos y dentina.

- **Pitch**

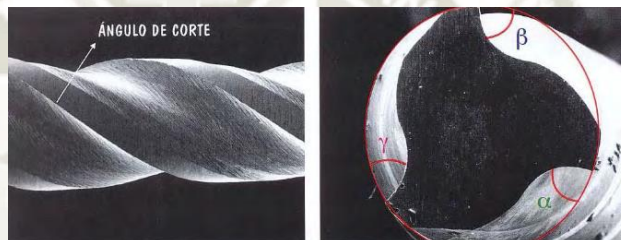
Distancia entre las espiras, entre el punto del borde la guía y el punto correspondiente del borde guía adyacente, mientras más pequeño sea el pitch más espiras tendrá la lima y mayor será el ángulo helicoidal (7).

- **Ángulo de corte**

Ocurre en una pequeña porción de la hoja de la lima, puede ser un filo o una superficie, su eficacia dependerá del ángulo de contacto de la zona mayor diámetro con la pared del conducto.

La capacidad de corte la podremos evaluar fijándonos en el ángulo formado por el filo y el radio cuando el instrumento se secciona de forma perpendicular a la inclinación helicoidal del filo de corte.

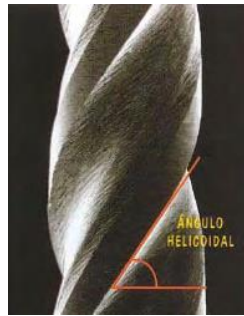
Figura 7: Corte transversal de un instrumento mostrando el ángulo de corte



Fuente: Leonardo M, Leonardo R, Endodoncia: Conceptos Biológico y recursos Tecnológicos. Editora Artes Medicas Ltda Brazil, 2009.

- **Ángulo helicoidal**

Es el ángulo que resulta de la dirección del borde corte con respecto al eje largo del instrumento, influye en la velocidad de atornillamiento y la facilidad para la evacuación de desechos producidos durante el corte (7,8).

Figura 8: Ángulo helicoidal

Fuente: Leonardo M, Leonardo R, Endodoncia: Conceptos Biológico y recursos Tecnológicos. Editora Artes Medicas Ltda Brazil, 2009 .

c. Metalografía y características de las aleaciones de los instrumentos rotatorios

c.1 Acero inoxidable

Inventado a inicios del siglo XX, existe un sinfín de composiciones para el acero inoxidable, cada una le brinda cualidades particulares a los instrumentos fabricados a partir de ella que pueden tratarse tanto de implantes médicos como instrumentos médicos. Los aceros que poseen entre 0,1 y 1% de carbono se les denomina aceros martensíticos pues su estructura metalográfica presenta la disposición espacial de martensita son templables y magnéticos. Otra de sus grandes ventajas es que son muy resistente a la esterilización, presenta un deformación antes de la fractura y en instrumentos de calibres muy delgado una buena flexibilidad, a partir del calibre 25 a 30 ya se tornan más rígidos, lo que dificulta en la instrumentación de conductos con curvaturas marcadas (1).

c.2 Aleación Níquel-Titanio (NiTi)

Esta aleación fue desarrolla en los laboratorios de la marina estadounidense en la década de los 70, ésta recibió el nombre de nitinol, pero en el año 1988 Walia, Gerstein y Bryan fueron los primeros en describir las bondades de las limas de Níquel Titanio demostrando el gran potencial comparado con las de acero inoxidable, con una excelente flexibilidad y resistencia a la fractura (2).

La proporción utilizada para la confección de instrumentos endodónticos es la denominada equiatómica, conformada por 49% a 51% de Níquel y 49 a 51% de Titanio y le agregan pequeñas cantidades de otros elementos que le brindan un cambio en las propiedades termomecánicas. Posee dos formas cristalográficas: austenita y martensita. La fase de austenita a la martensita se da cuando se ejerce una presión en el instrumento, ocasionando que se vuelva frágil y podría romperse con facilidad, por eso se recomienda que cuando se utiliza estos instrumentos no se debe ejercer presión ni hacer que giren en el mismo punto durante mucho tiempo.

Por las grandiosas propiedades que posee esta aleación permitió diseñar instrumentos con innovadoras morfologías para conseguir una mayor efectividad clínica, generando nuevas combinaciones de partes activas, conicidad y secciones, además producir de modo seguro la mecanización del preparo de los conductos radiculares (2).

c.2.1 Comportamiento de la Aleación NiTi

La transformación termoelástica de los instrumentos de aleación de NiTi ocurre por la tensión y la temperatura constantes, es decir cuando se retira el esfuerzo tensional la fase martensita regresa a su fase de baja temperatura austenita, cuando los niveles de estrés han sido extremados, se produce la deformación y fractura del instrumento (7).

c.2.2 Diferentes tipos de aleación de Ni Ti

Los instrumentos de aleación Ni-Ti han ido mejorando conforme pasan los años, han sido sometidos a tipos de procedimientos básicos:

- **Tratamientos térmicos:** Algunas aleaciones se enfrían muy rápidamente puede evitarse la cristalización, lo que le proporciona al instrumento estructura cristalina amorfa que soportan mejor el estrés, y los puntos de tensión se eliminan .
- **Cambio de los porcentajes relativos de las aleaciones,** puede existir a temperatura ambiente en una de las dos estructuras cristalinas, dependiendo del porcentaje exacto de átomos de níquel y de titanio (1).

- **Colocación de pequeñas cantidades de determinados elementos en la composición química**, se realizan en busca de obtener modificaciones en sus propiedades mecánicas para mejorar la resistencia.

c.2.3 Variaciones de la aleación convencional

Las aleaciones de NiTi contienen 3 fases microestructurales (austenita, martensita, y fase R)

- **Niti M-wire**

Se introdujo en el año 2007, mediante un mecanismo de procesamiento termomecánico se desarrolló un alambre superelástico denominado M wire por medio del torneado (1).

El fortalecimiento de la aleación se basa en la producción de una microestructura que contiene la fase martensítica, mostraron una mayor resistencia a la rotura siendo más flexibles y resistentes a la fatiga cíclica (1).

- **NiTi fase R**

Se elaboraron instrumentos por torsión en vez de torneado, la aleación en la fase de austenita se somete a un tratamiento térmico de calentamiento y enfriamiento hasta que alcance una fase R (romboédrica) previa a la fase martensita, en esta fase los instrumentos se pueden torsionar, terminado este proceso los instrumentos son sometidos a cambios térmicos para transformar la fase cristalográfica en austenita, dando como resultado un instrumento más flexible y resistente a la fatiga cíclica.

- **NiTi CM**

Se introdujo en el año 2010, esta variante se caracteriza por la posibilidad de recuperar su estructura y morfología original después de los procedimientos de esterilización por calor, esta característica de

recuperarse a pesar de la deformación del espiralado helicoidal contra las paredes del conducto que sufre en una excesiva fuerza de tensión le confiere una resistencia a la fractura de 300% comprada a la NiTi convencional.

- **NiTi Blue**

El óxido de titanio empleado en el proceso es lo que genera una capa azulada en el instrumento, esta aleación se caracteriza por su alta resistencia a la fatiga cíclica, en 65% comparada con Mwire y en un 99% compradas con NiTi convencional. Durante el proceso de fabricación se produce una reducción de la memoria, lo que ocasiona que el instrumento acompañe la luz del conducto y efectúe una buena acción de corte, sin intentar recuperar su forma original (9).

Plotino et Al en un estudio donde comparó la aleación Blue con la Mwire, donde la aleación Blue presentó mejores resultados para la resistencia a la fatiga cíclica (10).

El instrumento permite una irrigación y una obturación efectiva, incluso en conductos muy curvos, presenta un corte transversal efectivo, instrumentos para un solo uso, reduciendo los riesgos de contaminación cruzada, además reduciendo el tiempo de preparación, posee un eje corto de 11 mm permitiendo un mejor acceso a molares. Gracias al tratamiento térmico hay una progresión dócil dentro del conducto, además de que posee un mejor centrado por su flexibilidad, la lima sigue mejor la curvatura natural del conducto (11).

c.2.4. Sistemas Reciprocantes de Níquel-Titanio

Los instrumentos que se utilizan en rotación completa tienen un enfoque un tanto arriesgado ya que la lima podría llegar a “atascarse” y producirse la fractura, es por eso que se propuso esta cinemática reciprocante por diferentes casas comerciales en busca de simplicidad, rapidez, efectividad y seguridad (1).

Estos instrumentos se utilizan con diferentes ángulos de corte (150/30 para Reciproc con una velocidad promedio de 300 rpm y 170/50 para WaveOne con una velocidad promedio de 350 rpm) tienen como objetivo conseguir una forma básica del conducto radicular utilizando una lima única, en lugar de una serie de instrumentos; no obstante, es necesario utilizar instrumentos adicionales para limpiar el tercio apical. La lima única reciprocante está sometida a una cierta cantidad de tensión mecánica durante el uso, por esta razón, los fabricantes exhortan a un solo uso de las técnicas de lima única reciprocantes para evitar el aumento del riesgo de fractura de instrumentos en caso de múltiples usos (12).

Los motores para Instrumentos Reciprocantes tienen ajustados los valores de los ángulos de giro horario y antihorario, el torque y la velocidad, una vez que se haya elegido el instrumento se entra en el conducto girando a la velocidad predeterminada del motor, se avanza hacia apical con movimiento de adelante y atrás hasta alcanzar resistencia (2).

El mecanismo de acción de esta cinemática origina un doble efecto, impide el atornillamiento y centra la lima en la luz del conducto radicular, se evita la carga de torsión en sentido unidireccional y disminuye la fatiga cíclica (1).

Así como también extiende la vida del instrumento, no se reduce la eficacia de corte de los instrumentos, se puede conservar la forma original del conducto radicular, sin embargo, por investigaciones sabemos que ningún instrumento es capaz de preparar totalmente el conducto radicular, reduce el tiempo de preparo del conducto (13).

c.2.5. Tipos de movimientos reciprocantes

- **Movimiento Reciprocante Simétrico**

Igual longitud de arco en ambos sentidos; es decir el giro de rotación horaria y antihoraria tienen la misma amplitud completando un giro completo (7).

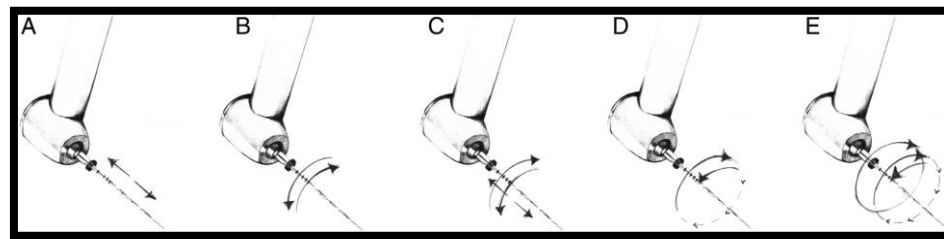
- **Movimiento Reciprocante Asimétrico**

Diferencia entre los movimientos; Yared en el año 2008 planteó preparar el conducto con un solo instrumento, pero por medio de un motor que efectuaba un giro reciproco asimétrico, es decir con un ángulo de rotación superior en movimiento horario y uno de menor antihorario (2,1).

En la Fig 9 podemos observar los diferentes tipos de movimiento reciprocante:

- ✓ **Reciprocidad completa con oscilaciones verticales:** como la del motor de Racer en 1958.
- ✓ **Reciprocidad completa con oscilaciones de rotación horizontales:** con instrumentos de tipo K de acero inoxidable de conicidad 2% con movimiento reciproco (Giromatic).
- ✓ **Reciprocidad completa con oscilaciones combinadas,** marcó la evolución a sistemas rotatorios más flexibles, aumentó en su capacidad de torsión longitudinal, operaba con movimientos lineales de 0,4 a 0,8 mm. (Canal Finder System).
- ✓ **Reciprocidad parcial con efecto rotacional,** este movimiento circular de giro continuo se le agrega un movimiento reciprocante de mayor longitud en sentido horario que en antihorario. (ATR Teknica, WaveOne, WaveOne Gold y Reciproc).
- ✓ **Reciprocidad híbrida:** motorización desarrollada para generar movimiento rotatorio interrumpido y movimiento reciprocante asimétrico de acuerdo con la determinación automática de exigencia mecánica del instrumento (TF Adaptive) (12).

Figura 9: Diferentes tipos de movimiento Reciprocante



Fuente: Grande N. y col, Evaluación actual de la reciprocidad en la preparación de endodoncia: una revisión completa — Parte I: perspectivas históricas y aplicaciones actuales (12).

d. Fractura de instrumentos rotatorios

Fractura le llamamos a la separación de un cuerpo en dos o más trozos como respuesta a una tensión constante o lentamente variable en el tiempo.

El fracaso de un instrumento está íntimamente relacionado con dos causas primordiales: la fuerza de torsión que debe soportar y la fatiga cíclica con deformación a la que es sujeto (1).

d.1. Por torsión

Este tipo de fractura ocurre cuando una fracción del instrumento, se trava en las paredes del conducto y queda estancada sin poder vencer la resistencia de la dentina para generar el corte, el otro extremo del instrumento está sometido a la fuerza de torsión axial generada por el motor al girar, es así que crea un estrés que sobrepasa el término de elasticidad del metal, se produce una deformación plástica seguida de la fractura (7).

Sattapan y col, citado por Plotino (6) expone que realizaron estudios donde indican que la fractura torsional ocurre en 55 % de los casos.

El estrés por torsión dependerá: de la sección transversal del instrumento, por el torque mientras mayor sea este mayor estrés, superficie de ajuste,

eficiencia de corte, irrigación y lubricación, cinemática de su uso, y la patencia previa.

d.2. Por fatiga

El estrés por flexión está verdaderamente relacionado con la curvatura de los conductos, con el diámetro del instrumento y con la velocidad de rotación que son las variables que establecen la vida del instrumento. La resistencia a la fatiga cíclica es la capacidad del instrumento de resistir a la fractura cuando es rotado en estado de flexión, con las velocidades recomendadas por el fabricante, es importante para determinar el tiempo que puede ser empleado un instrumento dentro de un conducto curvo. Esta fatiga comienza en la superficie de la lima donde está reunida la tensión y que implican en la formación de grietas de tensión.

d.2.1 Factores que influyen en el estrés de flexión

Un instrumento, aunque gire libremente en un conducto con curvatura, si este es mantenido en una misma posición, sufre precisamente en el lugar en el que se dobla el máximo estrés de flexión y deflexión.

El tiempo de trabajo deberá ser más corto, a medida que la curvatura aumente en grados y disminuya el radio. A continuación, exponemos los elementos que influyen directamente con la flexión de los instrumentos rotatorios (7,1).

- **Radio de la curvatura**

A menor radio mayor fatiga cíclica. Es imprescindible la lección previa del instrumento que logre girar en esa curvatura de forma positiva.

- **Velocidad y tiempo**

Mayor velocidad y mayor tiempo asciende la fatiga cíclica por la repetición de los ciclos.

- **Cinemática de uso**

La rotación en un punto fijo aumenta la fatiga, se recomienda movimiento de vaivén y evitaremos de esta forma que el instrumento gire en un mismo punto (7).

d.2.2 Dispositivos de prueba de fatiga cíclica laboratoriales

La flexión rotacional es la prueba utilizada en la literatura de endodoncia para las pruebas de fatiga de los instrumentos rotativos de NiTi. Los dispositivos utilizados para probar la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos rotativos de NiTi permiten que los instrumentos giren hasta fracturarse utilizando diferentes curvaturas geométricas (3).

Larsen en su estudio en el año 2009 utilizó un canal simulado donde estandarizó el entorno de trabajo de cada instrumento. Esto se validó por el hecho que todos los instrumentos que fueron estudiados se fracturaron en D4 y D6. Se confirmó que, si el canal simulado no se acerca al mismo tamaño y forma del instrumento, influirá en los resultados de la prueba.

Gündogar M. y col, en el estudio realizado en el año 2019 llegaron a la conclusión que se debe tomar en cuenta la temperatura intracanal especialmente mientras se prueba la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos de NiTi con tratamiento térmico (15).

Por el contrario, Keles y cols en una investigación estudiaron la influencia de la fatiga cíclica y dinámica a diferentes temperaturas, llegaron a la conclusión que la temperatura no afectaba la resistencia a la fatiga cíclica y que el movimiento dinámico aumentaba ésta.

Estudios anteriores han utilizado canales artificiales de diámetros, radios y ángulos de curvatura diferentes, así como también se usaron modelos estáticos y modelos dinámicos, otros usaron diferentes ángulos de acceso. Aunque un dispositivo para medir la fatiga cíclica no duplica el “en vivo”, permite la prueba comparativa de diferentes instrumentos en un entorno estandarizado (14).

Es muy importante considerar otros factores que influyen en las pruebas a la resistencia a la fatiga cíclica como el tipo de aleación y el comportamiento de ésta, el diseño y del mismo modo la sección transversal de los instrumentos probados (14).



3.2. Antecedentes investigativos

- a. **Título:** Influencia de diferentes ángulos de acceso de la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos Reciproc Y Reciproc Blue.

Autores: Pedulla E, La Rosa G, Et al

Fuente: Journal of Endodontics VOLUME 44, ISSUE 12, P1849-1855, DECEMBER 01, 2018

DOI:<https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.08.012>

Resumen: Objetivo: Comparar la fatiga cíclica de Reciproc y Reciproc Blue en diferentes ángulos de acceso de los instrumentos. **Material y métodos:** Instrumentos se dividieron en 8 grupos, con diferentes ángulos de inserción de 0°, 10 ° 20° y 30° para Reciproc se dividieron en 4 grupos y de igual forma para Reciproc Blue, los instrumentos fueron introducidos en el conducto artificial de acero de 60 °de curvatura y 5 mm de radio, la resistencia a la fatiga cíclica se determinó registrando el tiempo a la fractura y el tipo de fractura se examinó con un microscopio de barrido. **Resultados:** La fatiga cíclica de Reciproc se redujo cada ángulo de inserción, mientras que Reciproc Blue redujo su resistencia a la fatiga cuando el acceso de inclinación fue 20° o 30°, Reciproc Blue mostró mejor resistencia la fatiga cíclica que Reciproc cuando el ángulo de inserción era 0° y 10 ° (P < . 05), mientras que no hubo diferencias cuando ensayaron con 20°. Reciproc tenía mayor resistencia a la fatiga cíclica que Reciproc Blue en 30° (P < . 05). **Conclusión:** Reciproc Blue demostró mejor Resistencia a la Fatiga cíclica que Reciproc cuando el acceso del canal era recto o con una inclinación limitada (16).

- b. **Título:** Resistencia a la fatiga cíclica de instrumentos de Reciproc y Reciproc Blue en un canal en forma de S.

Autores: Topcuoglu H, y Topcuoglu G.

Fuente: Journal of Endodontics VOLUME 43, ISSUE 10, P1679-1682, OCTOBER 01, 2017,
DOI:<https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.04.009>

Resumen: Objetivo: El objetivo de este estudio fue evaluar la resistencia a la Fatiga Cíclica de Reciproc (R25 y R40) y Reciproc Blue (R25 y R40, VDW). **Material y métodos:** Se utilizaron un total de 80 instrumentos que fueron introducidos en un canal en forma de S, se dividieron en grupos de 20, para Reciproc (R25= 20 instrumentos, R40= 20 instrumentos) y para Reciproc Blue (R25= 20 instrumentos y para R40= 20 instrumentos). Los instrumentos rotaron en el canal artificial en forma S hasta la fractura, la resistencia a la fatiga cíclica se determinó mediante el registro del tiempo de la fractura, además se midió en milímetros la longitud del fragmento fracturado. **Resultados** Para R25, Reciproc Blue mostró significativamente mayor resistencia a la Fatiga Cíclica que Reciproc en conductos en forma de S ($P < .05$). Mientras que para R40 Reciproc Blue mostró mayor resistencia a la fatiga cíclica en conductos en forma de S. No hubo diferencia en la longitud del fragmento fracturado entre Reciproc Blue y Reciproc ($P > .05$). **Conclusiones** Reciproc Blue (R25 Y R40) mostro una mayor Resistencia a la fatiga Cíclica que Reciproc (R25 y R40) en conductos en forma de S (17).

- c. **Título:** Resistencia a la fatiga ciclica de Hyflex EDM, Reciproc Blue, Wave one Gold, y Twisted File Adaptive bajo diferentes temperaturas y condiciones ambientales.

Autores: Gündogar M, Özyürek T, Yilmaz K, Uslu G.

Fuente: J Dent Res Dent Clin Dent Prospect 2019; 13(3):166-71 Received: 9 October 2018; Accepted: 23 July 2019, DOI: 10.15171/joddd.2019.026

Resumen: Objetivos: La investigación inspeccionó los efectos que ocasionan los cambios de temperatura en la resistencia a la Fatiga cíclica de los sistemas RECIPROC BLUE I, HyFlex EDM, Waveone

Gold, y Twisted File Adaptive. **Métodos:** Se dividieron en grupos de 45 para cada sistema, 45 RECIPROC Azul (25 / 0,08), 45 HyFlex EDM (25 / 0,08), 45 Waveone Gold (25 / 0,07), y 45 Twisted File Adaptive (25/0,08), se manejaron temperaturas de ambiente en aire y agua de 20°C y temperatura corporal de 25°C en agua. Todos los instrumentos rotaron en los canales artificiales hechos de acero inoxidable con un diámetro interior de 1,5 mm de 60 ° ángulo de curvatura y un radio de curvatura de 5 mm hasta que se produjo la fractura; el tiempo para la fractura se registró en segundos, utilizando un cronómetro digital. **Resultados:** La resistencia a la Fatiga Cíclica fue significativamente mayor en todos los grupos donde se manejó la temperatura ambiente de 20°C en agua en comparación con la temperatura de aire de 20°C y con agua a 35°C ($P < 0,05$). El análisis reveló que en el grupo HyFlex EDM tuvo la mayor resistencia a la fatiga cíclica, seguido por RECIPROC azul, Waveone Oro, y Twisted File Adaptive tanto en el aire y el agua a 20°C ($P < 0,05$). HyFlex EDM exhibió la más alta resistencia a la fatiga cíclica en agua a 35°C, mientras no hubo diferencia significativa entre los otros grupos ($P > 0,05$). **Conclusión:** Dentro de las limitaciones del presente estudio, un aumento en la temperatura ambiente disminuyó significativamente la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos de NiTi ensayadas (18).

- d. **Título:** Influencia de las pruebas de fatiga cíclica estáticas y dinámicas en la vida útil de cuatro sistemas reciprocantes a diferentes temperaturas.

Autor: Keles A., Eymirli, A., Uyanik O y Nagas E.

Fuente: International Endodontic Journal, 52, 880–886, 2019, Received 19 August 2018; accepted 10 January 2019, DOI:10.1111/iej.13073

Resumen: Se utilizó 240 de instrumentos Reciproc Blue (60), Reciproc (60), Wave One Gold (60) y Waveone (60), se manejaron a temperatura ambiente en un modelo estático y un modelo dinámico,

además se usó un canal de acero con un diámetro interior de 1,5 mm, 60 ° ángulo de curvatura y el radio de 5 mm de curvatura, rotaron hasta que la fractura ocurrió. El tiempo para la fractura se midió en segundos usando un cronómetro digital. **Resultados:** Los instrumentos tienen baja Resistencia a la fatiga cíclica comparados con los otros sistemas en todas las condiciones ($P < 0.05$). La resistencia a la fatiga cíclica aumentó significativamente en el modelo dinámico para todos los sistemas en las dos temperaturas usadas. La temperatura no tiene influencia en la Resistencia a la Fatiga Cíclica ($P > 0.05$). No Hay diferencia en la longitud de los instrumentos fracturados de todos los sistemas ($P > 0.05$). **Conclusión:** Las limas Waveone tenía una resistencia a la fatiga cíclica más corto que RECIPROC BLUE, RECIPROC y Waveone Gold, el movimiento axial dinámico eleva la resistencia a la fatiga cíclica, pero la influencia de la temperatura no afecta la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos ensayados (19).

e. **Título:** Fatiga cíclica de Limas Reciprocantes de Níquel Titanio: Reciproc y Reciproc Blue a diferentes temperaturas ambientales

Autor: Plotino G., Grande N. at El.

Fuente: Journal Of Endodontic, VOLUMEN 44, ISSUE 10, P1549-1552, OCTOBER 01, 2018 DOI: <https://doi.org/10.1016/j.joen.2018.06.006>

Resumen: Se realizó en un conducto artificial, con diferentes temperaturas (0 C, 20 C, 35 C, y 39 C) controlado utilizando controles electrónicos e infrarrojos. Se usaron 80 R25 RECIPROC BLUE y 80 R25 RECIPROC instrumentos fueron introducidos en el canal artificial hasta que se produjo la fractura, y se registraron el tiempo para la fractura y la longitud del fragmento. **Resultados:** los instrumentos RECIPROC BLUE eran significativamente más resistentes a la fatiga cíclica de RECIPROC para todas las temperaturas ensayadas ($P < .05$). **Conclusión:** La aleación Blue aumentó significativamente la

resistencia a la fatiga cíclica en comparación que la aleación M wire. Cuando la temperatura es entre 0 y 35°C la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos disminuye. En la revisión a la literatura No hemos encontrado antecedentes nacionales (20).

- f. **Título:** Resistencia a la Fatiga Cíclica de los Sistemas de instrumentación Wave One Gold, F6 Sky Taper, One Curve y AF Blue R3

Autor: Abdul- Ameer Z., Abdul Hamed S., Jehad R. , Al-Hashemi J.

Fuente : Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology, 2020, Vol 14 n°2

Resumen: Este estudio comparó y evaluó la fatiga cíclica de 4 sistemas de instrumentación de Niti. Se utilizaron 4 grupos de (10 limas cada grupo). Estos grupos fueron evaluados en dispositivo con un canal de simulación metálico artificial que tiene una curvatura de 60° el radio de curvatura era de 5 mm, mientras que el diámetro interno del conducto fue de 1.5 mm. Todos los instrumentos fueron rotados hasta su fractura, se determinó la resistencia a la fatiga cíclica con el registro en segundos. Resultados mostraron que hubo una diferencia significativa ($P < 0.01$). El estudio concluyó que los instrumentos del grupo de AF Blue R3 y F6 Sly Taper exhibieron una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las limas One Curve y Wave One Gold , debido posiblemente a las características de la superficie y a su aleación

3. HIPÓTESIS

Dado que, el sistema Reciproc Blue tiene una menor sección transversal que permite un avance suave y una disminución de la tensión en las paredes del conducto.

Es probable que, la mejor resistencia a la fatiga cíclica recaiga en el sistema Reciproc Blue cuando es empleado en un conducto curvo artificial.



CAPITULO II

PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

2. TÉCNICA, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

1.1. Técnica

El presente trabajo de investigación utilizará las técnicas de la observación experimental, para recoger la información de las variables del estudio que se esquematiza en el siguiente cuadro.

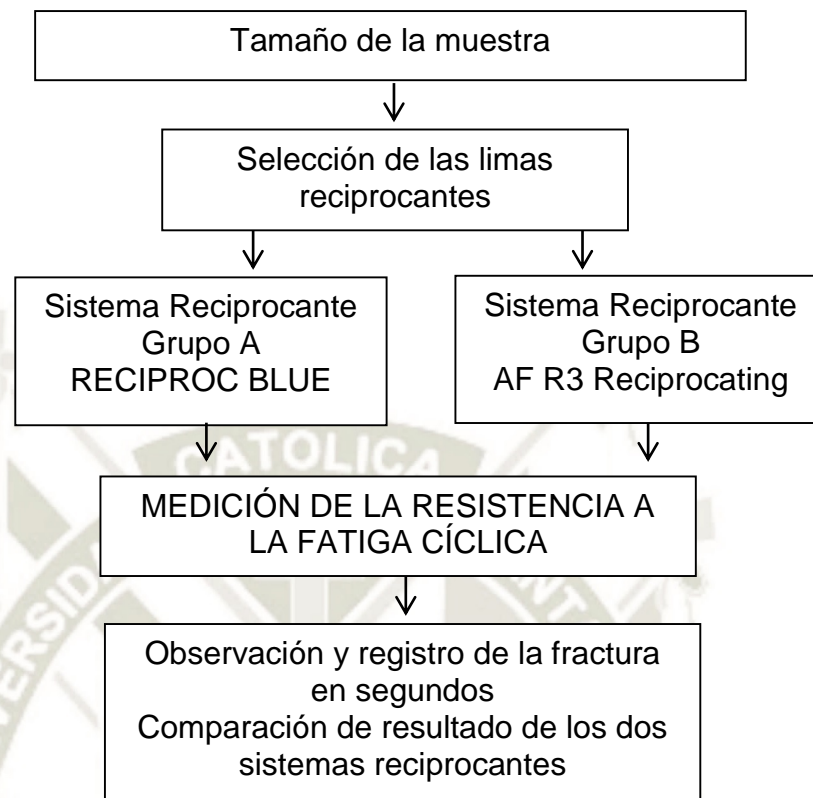
a. Cuadro de coherencias

VARIABLES	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Variable Estímulo Sistemas Reciprocantes	Observacional	Ficha de observación de resistencia a la fatiga cíclica
Variable Respuesta Resistencia a la Fatiga Cíclica		

b. Diseño investigativo

Este es un ensayo laboratorial emparejado entre los sistemas reciprocantes y resistencia a la fatiga cíclica.

c. Diagrama Operacional



d. Tamaño de la muestra

Es determinado por la fórmula para poblaciones desconocidas y variables cuantitativas, consiguiendo así un tamaño de muestra de 15 instrumentos para cada grupo de estudio.

e. Clasificación de las muestras

Se utilizaron treinta limas de NiTi Blue y las muestras se dividieron en 2 grupos ($n = 15$) según el tipo de instrumento utilizado. En el grupo experimental A (Reciproc Blue R25) y Grupo experimental B (AF R3 RECIPROCATING 25/06)

f. Pasos para el procedimiento

Primer paso: Todos los instrumentos son introducidos en un conducto curvo artificial de acero inoxidable que han sido utilizados en estudios

previos. El conducto artificial curvo tiene un diámetro 6%, con un ángulo de curvatura de 90° y un radio de 3mm.

Segundo paso: El contrángulo del motor de endodoncia (Silver VDW) fue montado en una base de acrílico fija para permitir la introducción del instrumento dentro del conducto, y la ubicación del sujetador se marcará de manera permanente en la base de madera como un punto referencial para estandarizar la muestra y evitar distorsiones en los resultados.

Tercer paso: Antes de rotar las limas dentro del conducto artificial, se inyectó aceite sintético (Super Oil; Singer Co Ltd NJ USA) para lubricar las partes mecánicas, luego los instrumentos serán accionadas con el movimiento controlado del motor (MODO: Reciproc all) que es un movimiento recíproco que descompone en un giro de 150° en sentido antihorario y otro de 30 ° en sentido horario a 300 rpm hasta que se produzca la fractura.

Cuarto paso: Todo el procedimiento será cronometrado y grabado por una cámara montada en un trípode y el reloj se detendrá tan pronto como se detecte visualmente la fractura. Se registrará el número con un cronómetro con una precisión 0.1. y se convertirá en ciclos de rotación

g. Análisis estadístico

T-Student para muestras independientes.

1.2. Instrumentos

a. Especificación

El instrumento que se utilizó es de tipo estructurado denominado: ficha de observación de la Resistencia a la Fatiga Cíclica.

b. Estructura del Instrumento

VARIABLE	INDICADORES	SUBINDICADORES	ITEM
RESISTENCIA A LA FATIGA CICLICA	TIEMPO DE FRACTURA	SEGUNDOS	(1)

c. Instrumentos mecánicos

- Limas Reciproc Blue (R25)
- Limas AF R3 Reciprocating (25/06)
- Aceite sintético
- Jeringa 5m
- Aguja para aplicar el irrigante
- Conducto curvo artificial de acero inoxidable
- Motor de endodoncia (Silver VDW)
- Cámara de video
- Trípode de cámara de video
- Base de acrílico fijo para contrángulo de motor de endodoncia
- Cronómetro digital
- Laptop

d. Materiales

- Campo de trabajo
- Bata con manga
- Gafas de protección
- Gorro
- Cubrecalzado
- Protector Facial
- Respirador
- Guantes de nitrilo

2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

2.1. Ubicación espacial

- a. General: La presente investigación se realizó en la ciudad de Arequipa en el año 2021.
- b. Específico: Laboratorio en consulta privada, apropiado con normas de bioseguridad debido a la situación actual de pandemia por COVID -19.

2.2. Ubicación Temporal

Esta investigación se llevará a cabo en los meses de diciembre- junio del año 2021, es una investigación actual y de desarrollo transversal.

2.3. Unidades de Estudio

Se tomaron como unidades de estudio: 30 instrumentos recíprocos los cuales serán divididos en dos grupos experimentales (Reciproc Blue y AF R3 Reciprocating) cada uno de 15 unidades de estudio.

a. Opción

Representada por la alternativa de grupos.

b. Identificación de los grupos

Se trabajó con 1 grupo experimental A: Reciproc Blue (R25) y 1 grupo experimental B AF R3 Reciprocating (25/06).

c. Cálculo para el tamaño de los grupos

Para el cálculo del tamaño de los grupos se han considerado 15 instrumentos por cada grupo, que han sido determinados por la fórmula para poblaciones desconocidas y variables cuantitativas.

d. Criterios para emparejar los grupos

d.1. Criterios de inclusión

- Limas Reciproc Blue R25
- Limas AF R3 Reciprocating (25/06)

d.2. Criterios de exclusión

- Otros sistemas de limas rotatorias
- Otras limas reciprocantes

d.3. Criterios de eliminación

- Limas que presenten fallas de fabricación o empaquetado.

e. Tamaño de grupos

$$n = \frac{Z \alpha^2 \cdot \sigma^2}{E^2}$$

$$E = \frac{Er.Mediana}{100}$$

- n: Tamaño muestra
- Z α : nivel de confianza del estudio 95% 1.96
- σ : Desviación Estándar, según antecedentes investigativos 38.2
- E: Error muestral
- Media: Promedio de la resistencia, según antecedente 383.3
- Er: Error relativo, para trabajos in vitro se asume 5%

Reemplazando:

$$1^\circ E = \frac{Er.Mediana}{100} E = \frac{5(383.3)}{100} = 19.17$$

$$2^\circ n = \frac{Z\alpha^2 \cdot \sigma^2}{E^2} n = \frac{(1.96^2) \cdot 38.2^2}{19.17^2} n = \frac{5603.48}{367.50} = 15.24$$

$$n = 15$$

3. ESTRATEGIAS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.1. Organización

-Se realizó los trámites virtuales para la presentación de proyecto al Decano de la Facultad de Odontología de la Universidad Católica Santa María.

-Autorización a los docentes asignados

-Coordinación

-Preparación de las unidades de estudio

-Se realizó una prueba piloto para cada grupo experimental, utilizando dos limas adicionales a la muestra establecida, para detectar posibles fallos o inconvenientes.

-Recolección de datos.

3.2. Recursos

a. Recursos humanos

- **Investigadora:** C.D. Priscilla Belén Tovar Figueroa
- **Asesor:** Dr. Javier Valero

b. Recursos físicos

Se usó un ambiente apropiado bajo las normas de bioseguridad debido a la situación actual de pandemias por COVID-19

c. Recursos económicos

Este proyecto fue autofinanciado por la investigadora.

4. ESTRATEGIAS PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

4.1. Plan de procesamiento de los datos

a. Tipo de procesamiento

Este procesamiento se realizará manualmente y de forma computarizada a través del programa Excel, realizando el cálculo de la prueba T-Student, para las muestras independientes.

4.2. Plan de operaciones

a. Clasificación

La información alcanzada se procesó de forma ordenada en una matriz de registro de datos y control de estos.

b. Codificación

Se codificó de acuerdo a la variable e indicadores de los datos recogidos.

c. Recuento

Se efectuó usando matrices de conteo y esquemas de tabulación.

d. Tabulación

Se procedió a elaborar tablas de tipo numérico en forma simple y doble entrada.

e. Graficación

Se valoró dependiendo de los resultados y se preferirá los histogramas.

4.3. Plan de análisis estadístico de los datos

Cuantitativo para muestras independientes.

Tratamiento estadístico

Variable	Tipo de estadística	Halo de medición	Estadística descriptiva	Prueba estadística
Grupo experimental A (Reciproc Blue)	Cuantitativa continua	Proporcional	Medidas de tendencia central y variabilidad	T-Student Para muestras independientes
Grupo experimental B (AF R3 Reciprocating)				

5. CRONOGRAMA DE TRABAJO

TIEMPO ACTIVIDADES	AÑO 2020-2021				
	NOVIEMBRE / DICIEMBRE				
	Diciembre	Enero	Mayo	Junio	Octubre
ELABORACION DEL PROYECTO	X				
INSCRIPCION DEL PROYECTO	X				
APROBACION DEL PROYECTO		X			
ANALISIS LABORATORIAL			X		
PROCESAMIENTO DE RESULTADOS			X		
PREPARACION DEL BORRADOR DE TESIS			X		
APROBACION DE DICTAMINADORES DEL BORRADOR DE TESIS				X	
INFORME FINAL				X	
SUSTENTACION					X



TABLA N°1

Resistencia a la fatiga cíclica medida en segundos del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio Reciproc Blue, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.

GRUPO A Reciproc Blue	Tiempo de Fractura (Segundos)
Media Aritmética (Promedio)	255.93
Mediana	252.87
Valor Mínimo	152.09
Valor Máximo	386.95
Total	15

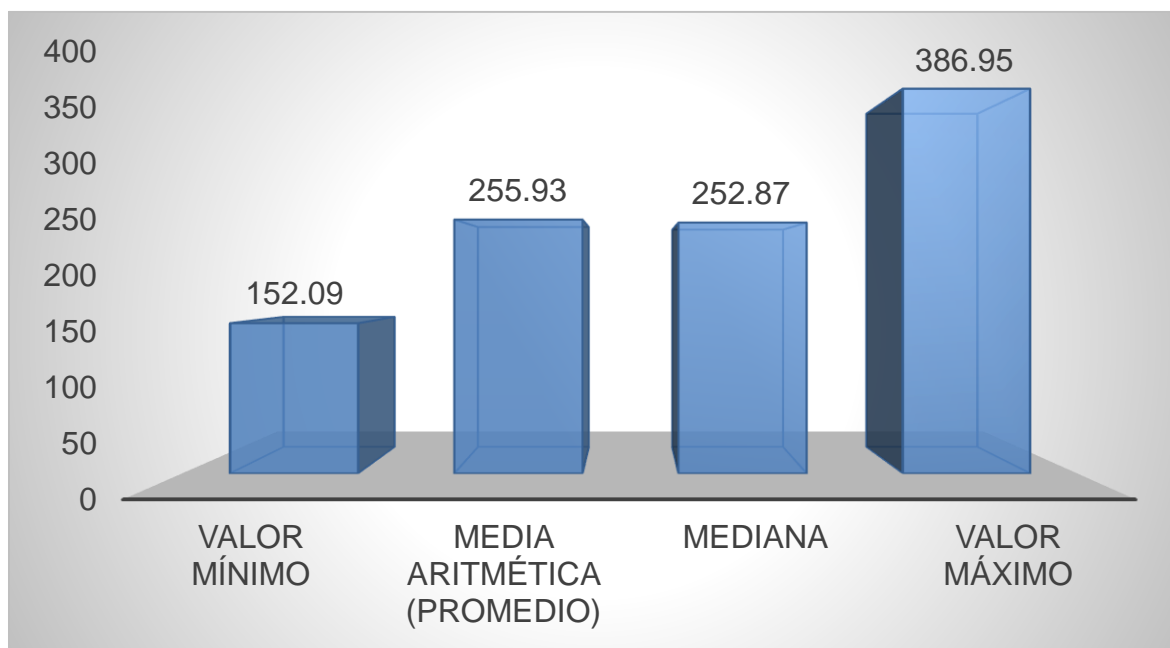
Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACION:

La tabla N°1 muestra la media aritmética de Reciproc Blue de 255.93 segundos de tiempo hasta la fractura, asimismo se observó un valor mínimo de 152.09 segundos y un valor máximo de 386.95 segundos. Se ha calculado la mediana para demostrar que en este grupo no existen valores extremos, y como se observa ésta corresponde a 252.87 segundos, que es un valor muy cercano al de la media aritmética, por lo tanto, queda comprobado que los valores obtenidos están dentro de lo normal.

GRÁFICO N°1

Resistencia a la fatiga cíclica medida en segundos del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio Reciproc Blue, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.



Fuente: Matriz de datos

TABLA N°2

Resistencia a la fatiga cíclica medida en segundos del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.

GRUPO B AF Blue R3 Reciprocating	Tiempo de Fractura (Segundos)
Media Aritmética (Promedio)	395.20
Mediana	375.71
Valor Mínimo	304.66
Valor Máximo	543.34
Total	15

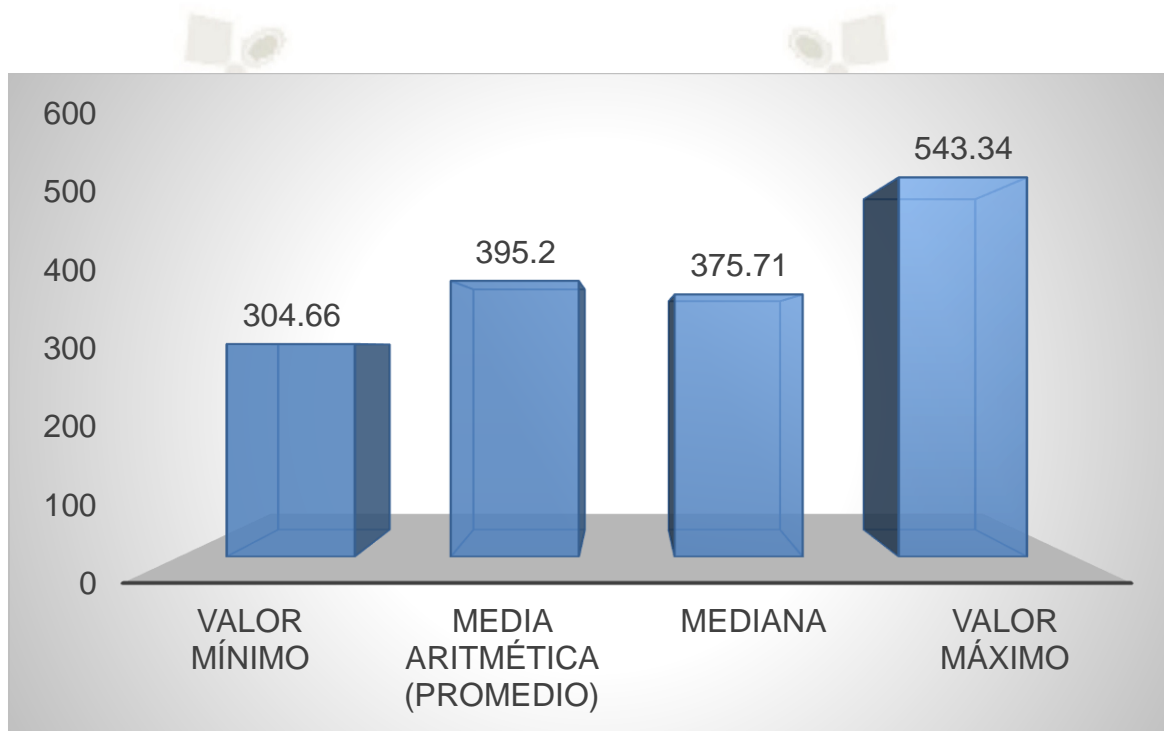
Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACION:

La tabla N°2 muestra la media aritmética de AF Blue R3 Reciprocating de 395.20 segundos de tiempo hasta la fractura, asimismo se observó un valor mínimo de 304.66 segundos y un valor máximo de 543.34 segundos. Se ha calculado la mediana para demostrar que en este grupo no existen valores extremos, y como se observa ésta corresponde a 375.71 segundos, que es un valor muy cercano al de la media aritmética, por lo tanto, queda comprobado que los valores obtenidos están dentro de lo normal.

GRÁFICO N°2

Resistencia a la fatiga cíclica medida en segundos del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.



Fuente: Matriz de datos

TABLA N°3

Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica medida en segundos de los Sistemas Reciprocantes de aleación Níquel Titanio Blue, Reciproc Blue y AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.

Tiempo de Fractura (Segundos)	Grupo de Estudio	
	Reciproc Blue	AF Blue R3 Reciprocating
Media Aritmética (Promedio)	255.93	395.20
Desviación Estándar	54.81	69.70
Valor Mínimo	152.09	304.66
Valor Máximo	386.95	543.34
Total	15	15

Fuente: Matriz de datos $P = 0.000$ ($P < 0.05$) S.S.

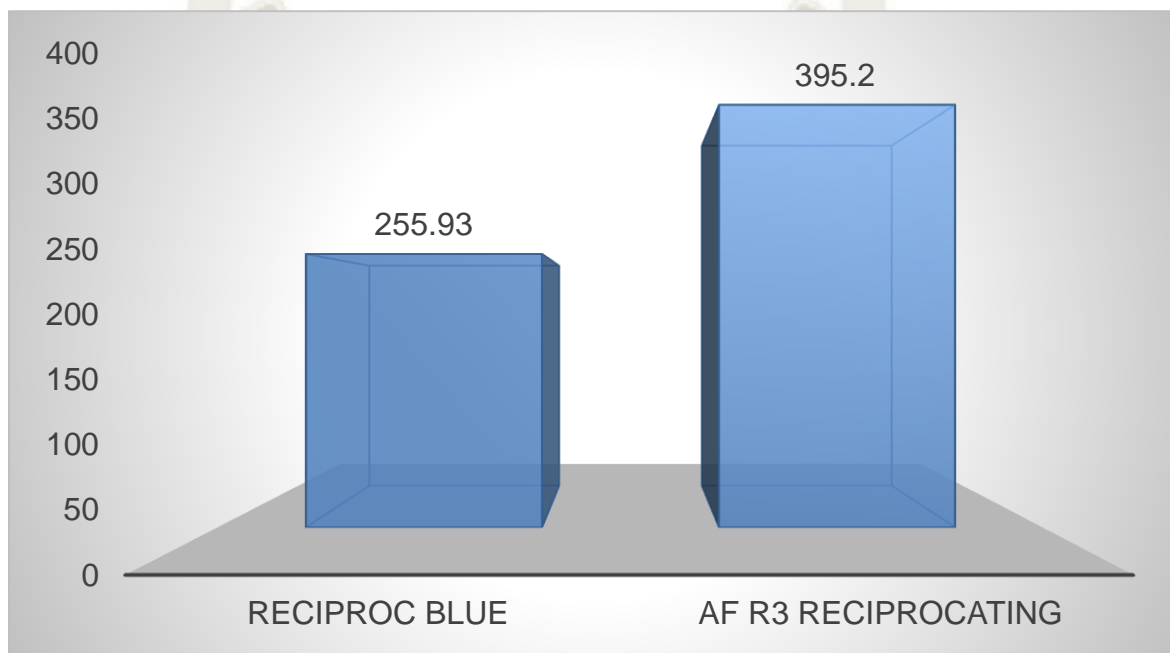
INTERPRETACION:

La tabla N°3 muestra la media aritmética de Reciproc Blue de 255.93 segundos y AFBlue R3 Reciprocating de 395.20 segundos., superior al del primer grupo.

De la misma forma según la prueba Estadística aplicada T-Student, la diferencia entre ambos grupos respecto al tiempo de fractura fue significativa, por lo tanto, podemos concluir que el grupo B tuvo mayor Resistencia a la Fatiga Cíclica que el grupo A.

GRAFICO N°3

Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica medida en segundos de los sistemas recíprocantes de aleación Níquel Titanio Blue, Reciproc Blue y AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.



Fuente: Matriz de datos

TABLA N°4

Resistencia a la fatiga cíclica medida en ciclos hasta la fractura del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio Reciproc Blue, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.

GRUPO A Reciproc Blue	Ciclos hasta Fractura
Media Aritmética (Promedio)	1279.65
Mediana	1264.35
Valor Mínimo	760.45
Valor Máximo	1934.75
Total	15

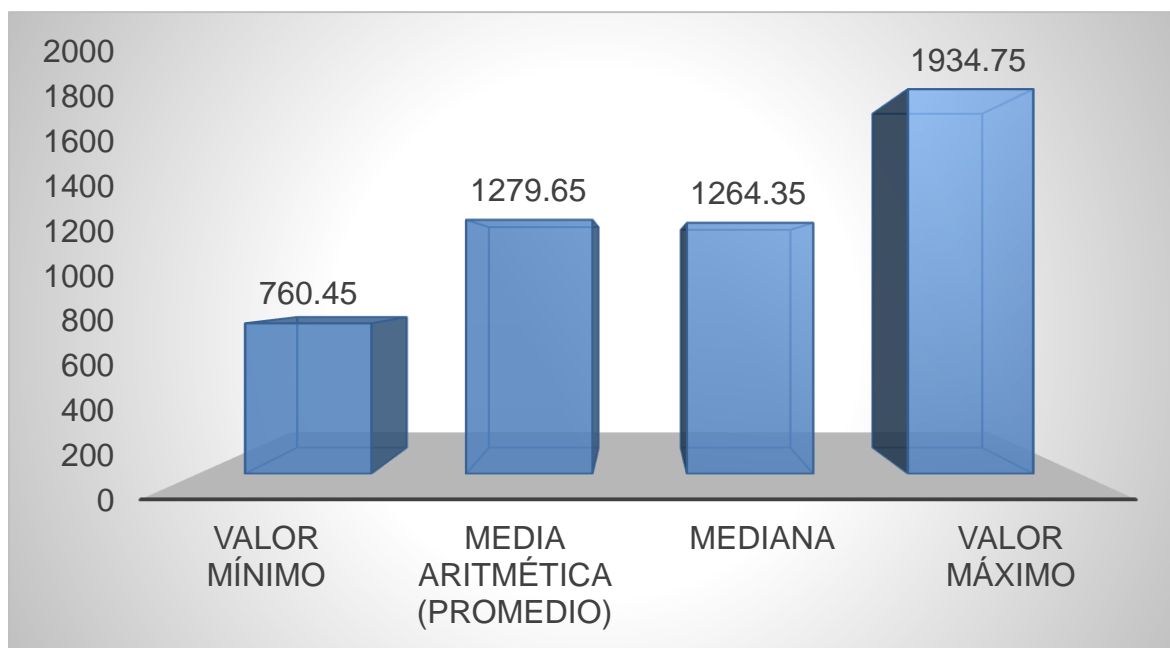
Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACION:

La tabla N°4 muestra la media aritmética de Reciproc Blue de 1279.65 ciclos hasta la fractura, asimismo se observó un valor mínimo de 760.45 ciclos y un valor máximo de 1934.75 ciclos. Se ha calculado la mediana para demostrar que en este grupo no existen valores extremos, y como se observa ésta corresponde a 1264.35 ciclos, que es un valor muy cercano al de la media aritmética, por lo tanto, queda comprobado que los valores obtenidos están dentro de lo normal.

GRAFICO N°4

Resistencia a la fatiga cíclica medida en ciclos hasta la fractura del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio Reciproc Blue, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.



Fuente: Matriz de datos

TABLA N°5

Resistencia a la fatiga cíclica medida en ciclos hasta la fractura del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.

GRUPO B AF Blue R3 Reciprocating	Ciclos Hasta Fractura
Media Aritmética (Promedio)	1976.00
Mediana	1878.55
Valor Mínimo	1523.30
Valor Máximo	2716.70
Total	15

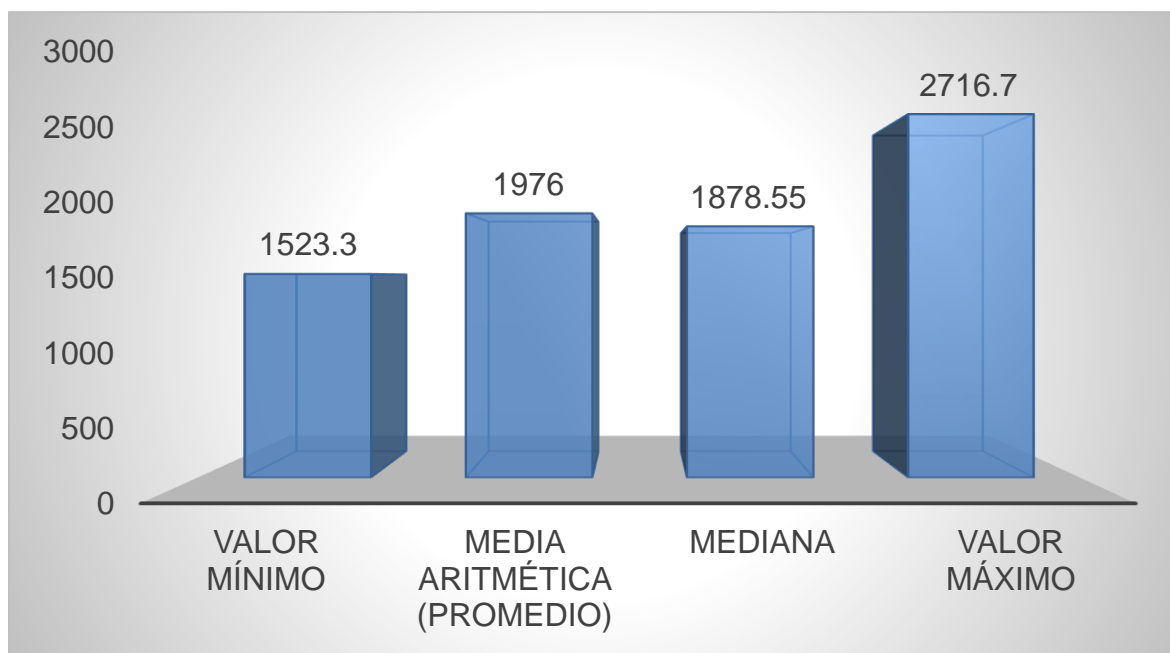
Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACION:

La tabla N°5 muestra la media aritmética de AF Blue R3 Reciprocating de 1976.00 ciclos hasta la fractura, asimismo se observó un valor mínimo de 1523.30 ciclos y un valor máximo de 2716.70 ciclos. Se ha calculado la mediana para demostrar que en este grupo no existen valores extremos, y como se observa ésta corresponde a 2716.70 ciclos, que es un valor muy cercano al de la media aritmética, por lo tanto, queda comprobado que los valores obtenidos están dentro de lo normal.

GRAFICO N°5

Resistencia a la fatiga cíclica medida en ciclos hasta la fractura del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.



Fuente: Matriz de datos

TABLA N°6

Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica medida en ciclos hasta la fractura de los Sistemas Reciprocantes de aleación Níquel Titanio Blue, Reciproc Blue y AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.

Ciclos hasta Fractura	Grupo de Estudio	
	Reciproc Blue	AF Blue R3 Reciprocating
Media Aritmética (Promedio)	1279.65	1976.00
Desviación Estándar	274.09	348.53
Valor Mínimo	760.45	1523.30
Valor Máximo	1934.75	2716.70
Total	15	15
Fuente: Matriz de datos	P = 0.000 (P < 0.05) S.S.	

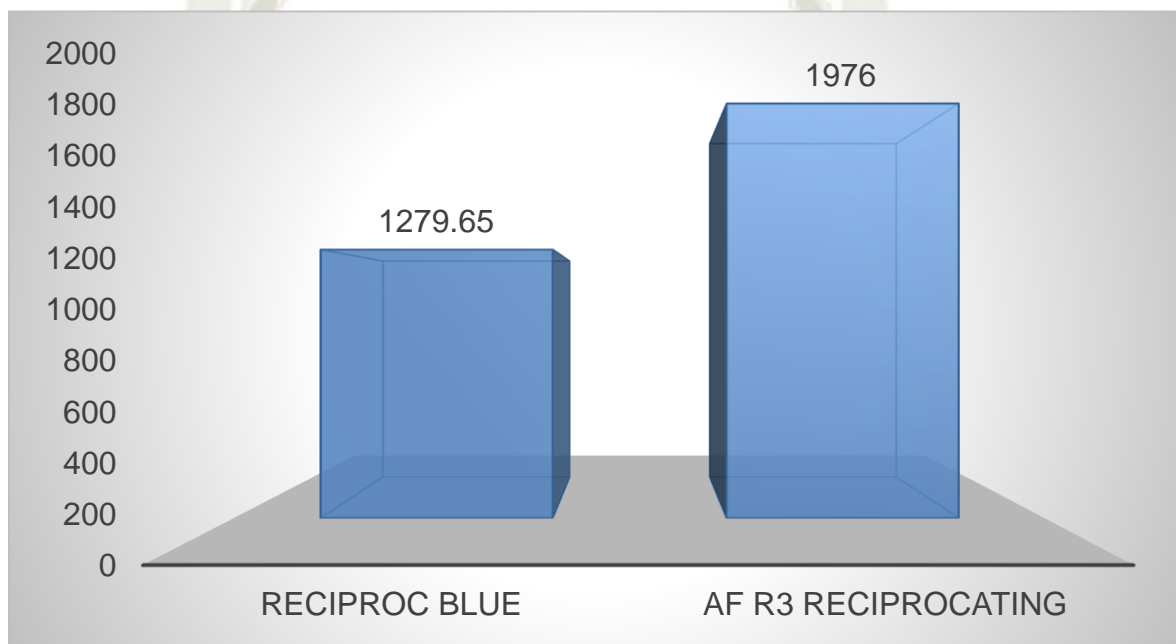
INTERPRETACION:

La tabla N°6 muestra la media aritmética de Reciproc Blue de 1279.65 ciclos y AF Blue R3 Reciprocating de 1976.00, superior al del primer grupo.

De la misma forma según la prueba Estadística aplicada T-Student, la diferencia entre ambos grupos respecto a los ciclos hasta la fractura fue significativa, por lo tanto, podemos concluir que el grupo B tuvo mayor Resistencia a la Fatiga Cíclica que el grupo A.

GRAFICO N°6

Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica medida en ciclos hasta la fractura de los Sistemas Reciprocantes de aleación Níquel Titanio Blue, Reciproc Blue y AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial Arequipa 2021.



Fuente: Matriz de datos $P = 0.000$ ($P < 0.05$) S.S.

TABLA N°7

Longitud del fragmento separado por fatiga cíclica del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio Reciproc Blue, en un conducto curvo artificial Arequipa 2021

GRUPO A Reciproc Blue	Longitud del Fragmento Separado
Media Aritmética (Promedio)	6.70
Mediana	7.00
Valor Mínimo	5.00
Valor Máximo	7.00
Total	15

Fuente: Matriz de datos

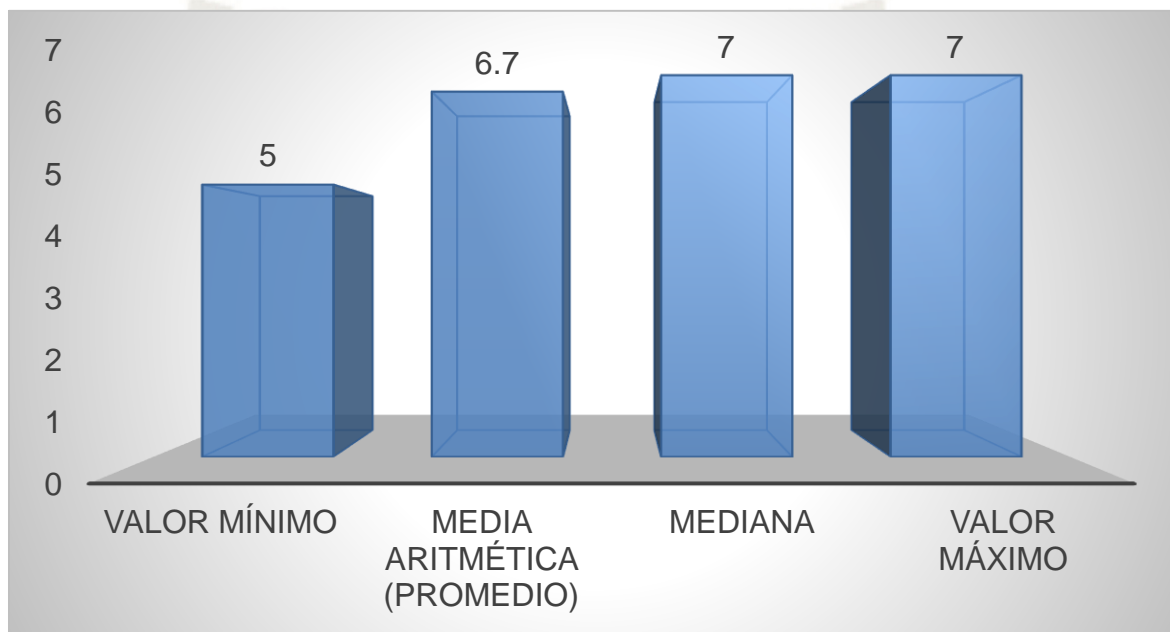
INTERPRETACION:

La tabla N°7 muestra la media aritmética de Reciproc Blue de 6.70 mm de longitud del fragmento separado por fatiga cíclica, asimismo se observó un valor mínimo de 5.00 mm y un valor máximo de 7mm. Se ha calculado la mediana para demostrar que en este grupo no existen valores extremos, y como se observa, ésta corresponde a 7.00 mm de la longitud de fragmento, que es un valor muy cercano al de la media aritmética, por lo tanto, queda comprobado que los valores obtenidos están dentro de lo normal.

GRAFICO N°7

Longitud del fragmento separado por fatiga cíclica del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio Reciproc Blue, en un conducto curvo artificial.

Arequipa 2021



Fuente: Matriz de datos

TABLA N°8

Longitud del fragmento separado por fatiga cíclica del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021

GRUPO B AF Blue R3 Reciprocating	Longitud del Fragmento Separado
Media Aritmética (Promedio)	4.83
Mediana	5.00
Valor Mínimo	3.00
Valor Máximo	6.50
Total	15

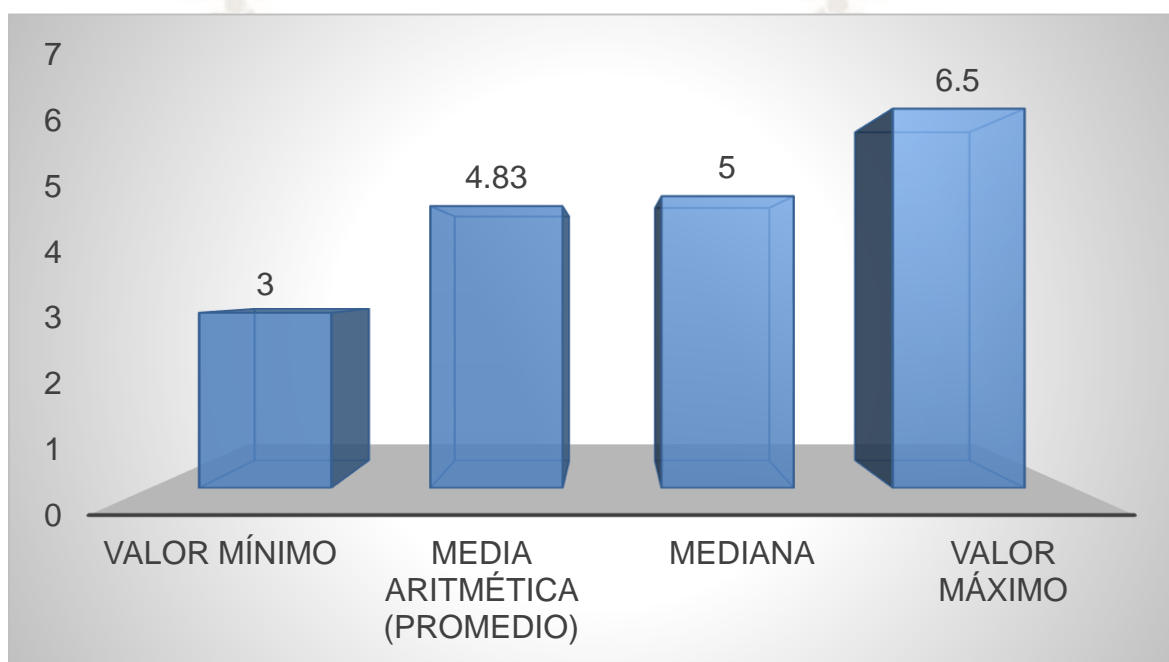
Fuente: Matriz de datos

INTERPRETACION:

La tabla N°8 muestra la media aritmética de AF Blue R3 Reciprocating de 4.83 mm de longitud del fragmento separado por fatiga cíclica, asimismo se observó un valor mínimo de 3.00 mm y un valor máximo de 6.50 mm. Se ha calculado la mediana para demostrar que en este grupo no existen valores extremos, y como se observa, ésta corresponde a 5.00 mm de la longitud de fragmento, que es un valor muy cercano al de la media aritmética, por lo tanto, queda comprobado que los valores obtenidos están dentro de lo normal.

GRAFICO N°8

Longitud del fragmento separado por fatiga cíclica del Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021



Fuente: Matriz de datos

TABLA N°9

Comparación de la longitud del fragmento separado por Fatiga Cíclica de los Sistemas Reciprocantes de aleación Níquel Titanio Blue, Reciproc Blue y AF Blue R3 Reciprocating, Arequipa 2021.

Longitud del Fragmento Separado	Grupo de Estudio	
	Reciproc Blue	AF Blue R3 Reciprocating
Media Aritmética (Promedio)	6.70	4.83
Desviación Estándar	0.59	1.26
Valor Mínimo	5.00	3.00
Valor Máximo	7.00	6.50
Total	15	15
Fuente: Matriz de datos	P = 0.000 (P < 0.05) S.S.	

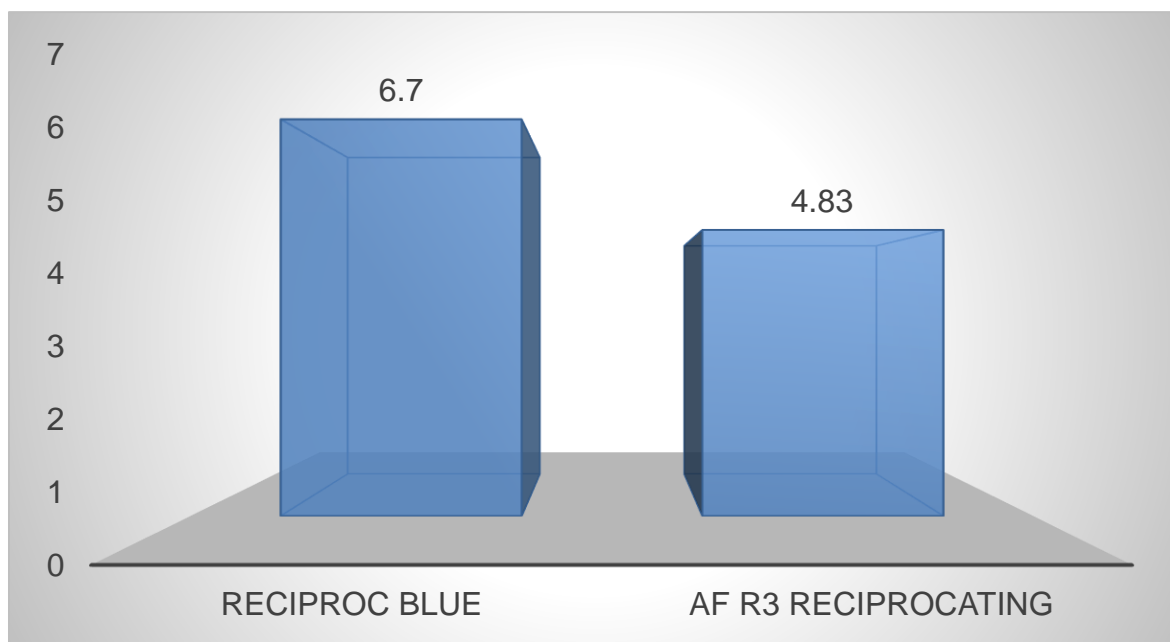
INTERPRETACION:

La tabla N°9 muestra la media aritmética de Reciproc Blue de 6.70 milímetros y AF Blue R3 Reciprocating de 4.83 milímetros de longitud.

De la misma forma según la prueba Estadística aplicada T-Student, la diferencia entre ambos grupos respecto a los milímetros de longitud del fragmento separado por fatiga cíclica fue significativa.

GRAFICO N°9

Comparación de la longitud del fragmento separado por Fatiga Cíclica de los Sistemas Reciprocantes de aleación Níquel Titanio Blue, Reciproc Blue y AF Blue R3 Reciprocating, en un conducto curvo artificial. Arequipa 2021.



Fuente: Matriz de datos

$P = 0.000$ ($P < 0.05$) S.S.

DISCUSION

La compleja morfología de los conductos radiculares de los dientes molares principalmente, complican el procedimiento del tratamiento de endodoncia, es por ello que, en el presente estudio para simular esta condición clínica, hemos utilizado un conducto artificial metálico, que siguió el modelo descrito por Pruett. Este método representa el ángulo como el radio de curvatura usando una combinación de dos líneas rectas y un arco circular.

El conducto simulado tenía un ángulo de 90° grados, un radio de 3 mm y un punto de máxima curvatura a 5 mm del final del conducto, la fatiga cíclica se reduce a medida que el ángulo de curvatura aumenta y que el radio disminuye, es por ello que utilizamos este conducto porque representa como abruptamente se produce una desviación del conducto desde una línea recta.

El uso de un conducto artificial metálico para evaluar la Resistencia a la Fatiga Cíclica nos ayuda a estandarizar la muestra, asegurando las condiciones experimentales, lo que no podemos realizar con los dientes naturales debido a las diferencias en la longitud del canal, el grado y radio de la curvatura, como también la dureza de la dentina. No hemos utilizado una variación en el ángulo de acceso de la lima ya que mientras el ángulo de acceso sea menor, será mayor la resistencia a la Fatiga Cíclica como lo mencionan en el trabajo de Pedulla at El, donde evalúan la influencia de diferentes ángulos de acceso. Nuestro ensayo fue un modelo estático, en cambio en el estudio de Keles se realizó un modelo dinámico en el que el movimiento axial se fijó a 3 milímetros para simular el uso clínico de manera más realista, lo que aumenta la resistencia a la fatiga cíclica, sin embargo, es posible que este tipo de modelo no se dé en una situación clínica, ya que es difícil para el endodoncista controlar el movimiento de picoteo de 3mm durante el tratamiento.

En los resultados del presente estudio según la prueba estadística T-student observamos una diferencia significativa entre Reciproc Blue y AF Blue R3 Reciprocating, presentando esta última una mayor resistencia a la Fatiga Cíclica. Esto podría deberse a que estos instrumentos se someten a un innovador tratamiento térmico y a un pulido químico de la superficie que da como resultado

una flexibilidad adicional, asimismo puede estar relacionado a que posee un núcleo más grande debido a su sección transversal cuadrangular y su conicidad baja. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

Los valores de la media del tiempo hasta la fractura para Reciproc Blue en nuestro estudio fue 255.93 segundos acercándose al estudio de Pedulla at El dónde la media fue de 231.50 segundos, sin embargo, comparado con el estudio Topcuoglu at El, la media fue de 341.4, por otro lado, AF Blue R3 fue 395.20 segundos hasta la fractura encontrando una diferencia con el estudio de Abdul-Ameer at El y siendo imposible compararlo con más estudios, ya que no han sido publicados.

En el presente estudio hubo una diferencia significativa en la longitud de los fragmentos fracturados, para Reciproc Blue el promedio fue de 6.70 milímetros y para AF Blue R3 fue de 4.83. Estos resultados difieren del estudio de Pedulla at El, porque el promedio para Reciproc Blue fue 5,05 milímetros en un conducto artificial cuyo ángulo de curvatura fue de 60° y 5 milímetros de radio, mientras que el nuestro fue de 90° y 3 milímetros de radio. Por otro lado según el estudio de Abdul-Ameer at El, el promedio para AF Blue R3 fue de 4.25 milímetros, siendo el resultado próximo al promedio de nuestro estudio, a pesar que se desarrolló el ensayo en un conducto artificial con una curvatura de 60° y 5 milímetros de radio.

En nuestro estudio los sistemas reciprocantes fueron accionados siguiendo las instrucciones de los fabricantes (modo Reciproc all) 150° antihorario y 30° horario con una velocidad de 300 rpm, lo que alivia la presión sobre los instrumentos y aumentando su resistencia a la Fatiga cíclica comparada con el movimiento de rotación continua. De esta forma disminuye el riesgo de errores iatrogénicos como la fractura y la transportación apical.

CONCLUSIONES

PRIMERA:

La Resistencia a la Fatiga Cíclica del Sistema Reciproc Blue logró un promedio de 255.93 segundos en un conducto curvo artificial, Arequipa 2021.

SEGUNDA:

La Resistencia a la Fatiga Cíclica del Sistema AF Blue R3 Reciprocating logró un promedio de 395.20 segundos en un conducto curvo artificial, Arequipa 2021.

TERCERA:

En virtud de las condiciones del estudio actual, el Sistema Reciprocante de aleación Níquel Titanio AF Blue R3 Reciprocating presentó mayor Resistencia a la Fatiga Cíclica que Reciproc Blue cuando fueron empleados en un conducto curvo artificial, Arequipa 2021.

CUARTA:

Según la prueba Estadística aplicada T-Student, existe diferencia significativa entre ambos Sistemas Reciprocantes estudiados en un conducto curvo artificial. Consiguientemente se rechaza la hipótesis nula.

RECOMENDACIONES

PRIMERA:

Se recomienda que en los estudios donde utilicen conductos artificiales, deben adaptarse a condiciones clínicas reales como irrigación constante, temperatura, y movimientos axiales.

SEGUNDO:

Se recomienda a los Cirujanos Dentistas dedicados a la investigación, utilizar un dispositivo estandarizado para el ensayo de la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos rotatorios de endodoncia, por consiguiente, garantizar uniformidad en la metodología y poder contrastar resultados.

TERCERO:

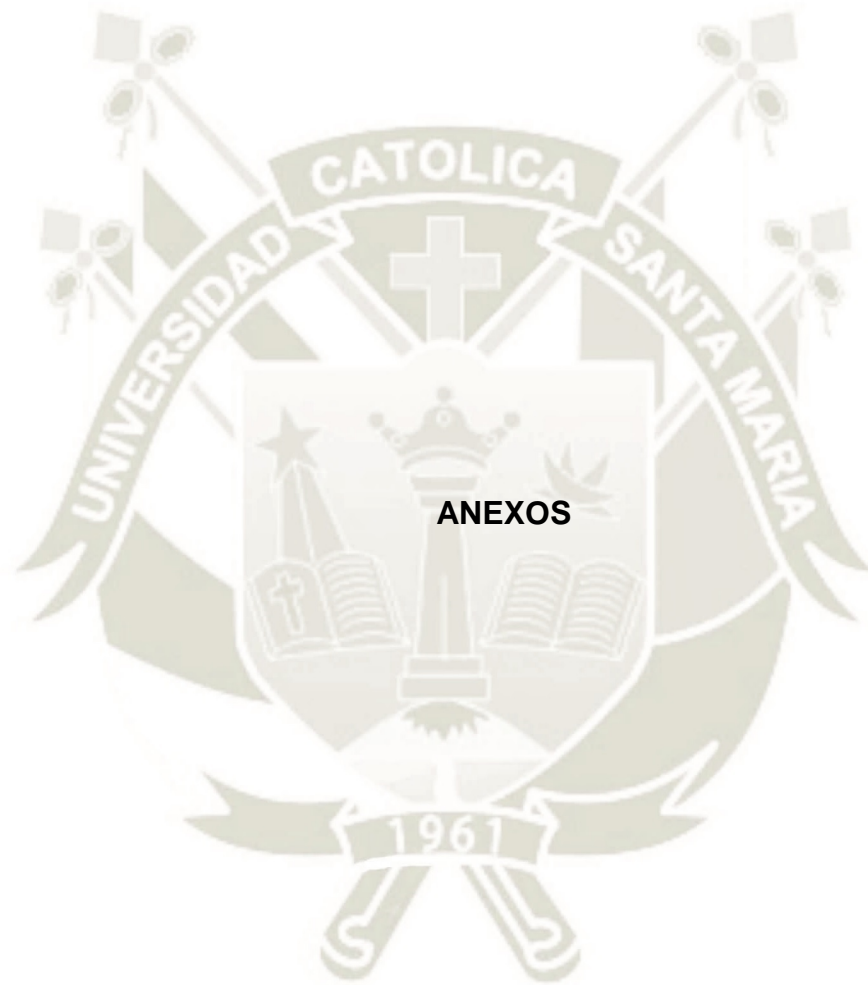
Se recomienda realizar un estudio sobre la influencia de los métodos de esterilización en la Resistencia a la Fatiga Cíclica de los Sistemas Reciprocantes de aleación Níquel Titanio Blue.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Lopreite G, Basilaki J. Claves de la endodoncia mecanizada: Conceptos, recursos y conductas clínicas. Primera ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupos Guía; 2015.
2. Canalda C, Brau E. Endodoncia Técnicas clínica y bases científicas. Primera ed. España: Masson; 2014.
3. Lopreite G, Basilaki J. Endodoncia: Criterios Técnicos y Terapéuticos. Primera ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupo Guía; 2016.
4. Siqueira, J; Rôças, I; et Al;. Unprepared root canal surface areas: causes, clinical implications, and therapeutic strategies. Oral Res. 2018; 32(5): p. 65.
5. Fara S, Boutsoukis C. Observer variation in the assessment of root canal curvature. Revista internacional de Endodoncia. 2015.
6. Plotino G, Grande N, Cordaro M, Testarelli L. A Review of Cyclic Fatigue Testing of Nickel-Titanium Rotary Instruments. Journal of Endodontic. 2009; 35(11).
7. Leonardo M, Leonardo R. Endodoncia: Conceptos Biológico y recursos Tecnológicos. Primera ed. Brazil: Editora Artes Medicas Ltda; 2009.
8. Hargreaves K, Cohen S. Vías de la Pulpa. Décima ed. España: Elsevier; 2011.
9. Shen Y, Zhou H, Zheng Y, Peng B. Current Challenges and Concepts of the Thermomechanical Treatment of Nickel-Titanium Instruments. Journal of Endodontic. 2013; 39(2).
10. Plotino G, Grande G. Cyclic Fatigue of Reciproc and Reciproc Blue Nickel-

- titanium Reciprocating Files at Different Environmental Temperatures. *Journal of Endodontic*. 2018; 22(3).
11. Dental.com. Productos dentales. [Online]; 2019. Disponible en: <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/reciproc-blue/>.
 12. Grande N, Al e. Evaluación actual de la reciprocidad en la preparación de endodoncia: una revisión completa — Parte I: perspectivas históricas y aplicaciones actuales. *JOE*. 2015; 41(11).
 13. Plotino G, Mohamed H, Al e. Current Assessment of Reciprocation in Endodontic Preparation: A Comprehensive Review, Part I, II: Properties and Effectiveness. *Journal of Endodontic*. 2015; 41(12).
 14. Larsen MWI, Glickman G, He J. Análisis de la fatiga cíclica de una nueva generación de Instrumentos rotatorios de Nickel Titanio. *Journal of Endodontic*. 2009; 35(3).
 15. Gündoğar M, Al e. Cyclic fatigue resistance of HyFlex EDM, Reciproc Blue, WaveOne Gold, and Twisted File Adaptive rotary files under different temperatures and ambient conditions. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect*. 2019; 13(3).
 16. Pedulla E, La Rosa G, al E. Influence of Different Angles of File Access on Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc and Reciproc Blue Instruments. *Journal of Endodontics*. 2018; 44(12).
 17. Topcuoglu H, Topcuoglu G. Cyclic Fatigue Resistance of Reciproc Blue and Reciproc Files in an S-shaped Canal. *Journal of Endodontics*. 2017; 43(10).
 18. Gündoğar M, Özyürek T, Yılmaz K, Uslu G. Cyclic fatigue resistance of HyFlex EDM, Reciproc Blue, WaveOne Gold, and Twisted File Adaptive rotary files under different temperatures and ambient conditions. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2019; 13(3): p. 166-171.

19. Keleş A, Eymirli A, Uyanık O, E N. Influence of static and dynamic cyclic fatigue tests on the lifespan of four reciprocating systems at different temperatures. *International Endodontic Journal*. 2019; 52(6).
20. Plotino G, Grande N, Testarelli L, Cordaro M, Fortunato L. Cyclic Fatigue of Reciproc and Reciproc Blue Nickel-titanium Reciprocating Files at Different Environmental Temperatures. *Journal of Endodontics*. 2018; 44(10).
21. Abdul- Ameer Z., Abdul Hamed S., Jihad R. , Al-Hashemi J. Cyclic Fatigue Resistance of Wave One Gold, F6 SkyTaper, One Curve, and Af Blue R3 NiTi Rotary Instrumentation Systems. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 2020, Vol 14 n°2.
22. Topcuoglu H, Demirbuga S, Duzgün S, Topcuoglu G. Cyclic fatigue resistance of new reciprocating files (Reciproc Blue, Wave One Gold, and SmartTrack) in two different curved canals. *Journal Investi Clin Dent* 2018;e12344



ANEXO Nº 1

FICHA DE OBSERVACIÓN DE RESISTENCIA A LA FATIGA
CÍCLICA

Sistemas Reciprocantes N° de Muestra	GRUPO A			GRUPO B		
	Tiempo de fractura (segundos)	Ciclos hasta la fractura (CF)	LF (mm)	Tiempo de fractura (segundos)	Ciclos hasta la fractura (CF)	LF (mm)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						

ANEXO Nº 2

BASE DE DATOS

Sistemas Reciprocantes Nº de Muestra	GRUPO A			GRUPO B		
	Tiempo de fractura (segundos)	Ciclos hasta la fractura (CF)	LF (mm)	Tiempo de fractura (segundos)	Ciclos hasta la fractura (rpm)	LF (mm)
1	272.04	1360.2	6	381.50	1907.5	3
2	213.55	1067.75	6	479.00	2395.0	6.5
3	252.87	1264.35	7	304.66	1523.3	6
4	246.36	1231.8	7	337.28	1686.4	3.5
5	280.24	1401.2	7	327.81	1639.05	5
6	200.62	1003.1	7	318.95	1594.75	5
7	249.84	1249.2	7	351.83	1759.15	5
8	292.85	1464.25	7	375.71	1878.55	4
9	232.03	1160.15	7	346.47	1732.35	5
10	290.53	1452.65	7	434.31	2171.55	6
11	268.32	1341.6	6.5	445.00	2225.0	3
12	300.00	1500.0	5	451.04	2255.2	3
13	200.68	1003.4	7	368.81	1844.05	6.5
14	152.09	760.45	7	543.34	2716.7	6
15	386.95	1934.75	7	462.30	2311.5	5

ANEXO N°3

SECUENCIA FOTOGRÁFICA

INSTRUMENTOS MECÁNICOS



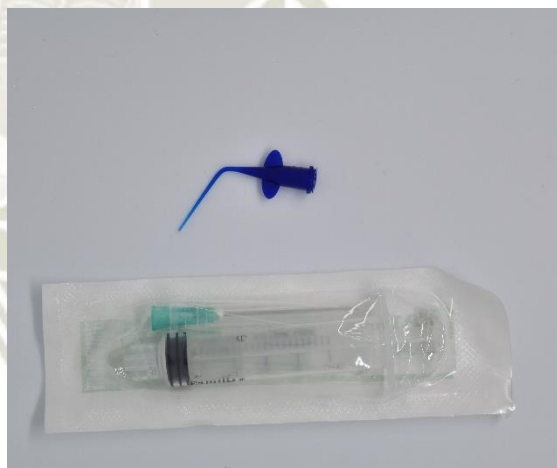
Limas Reciproc Blue (R25, 25 mm)



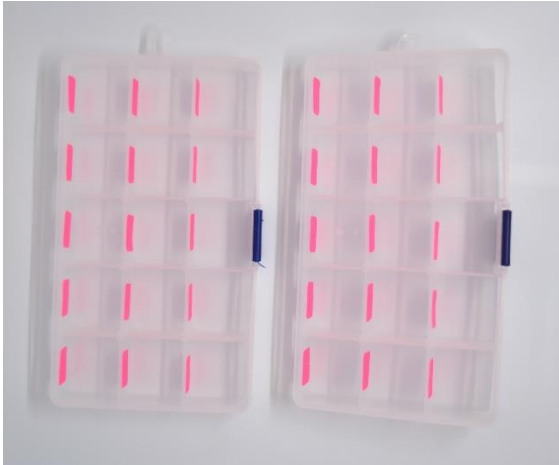
Limas AF Blue Reciprocating (#25,25mm)



Aceite sintético (Super Oil, Singer)



Jeringa 5 ml y punta para aplicar el lubricante



Organizadores para almacenar las limas
y fragmentos



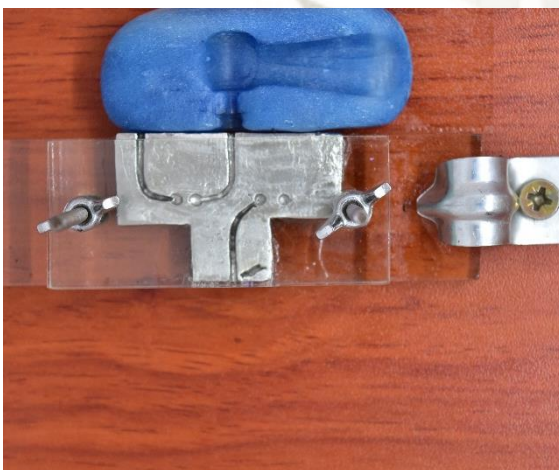
Motor de endodoncia (Silver VDW)



Cronometro Digital



Regla milimetrada

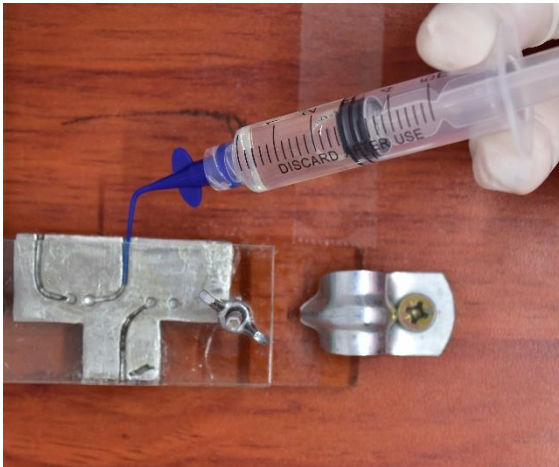


Conducto curvo artificial y base de acrílico
para contrángulo

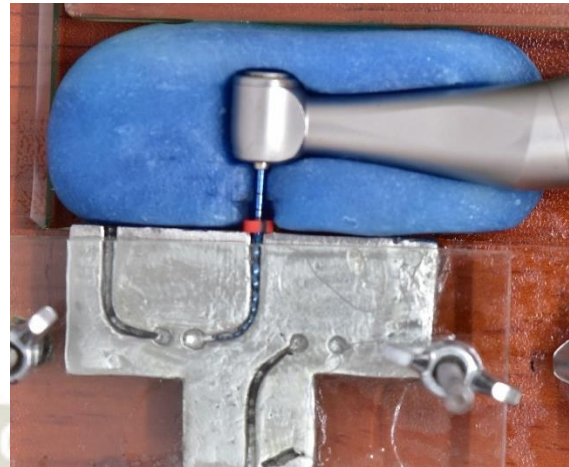


Cámara Fotográfica

PROCEDIMIENTO



Aplicación de lubricante dentro del conducto



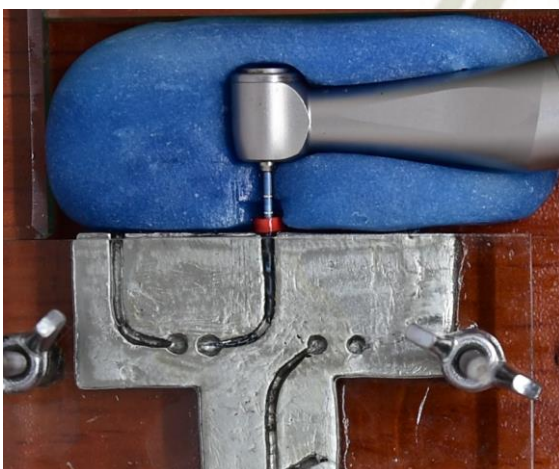
Introducción del instrumento



Movimiento controlado del motor
MODO:Reciproc all



Todo el procedimiento fue cronometrado



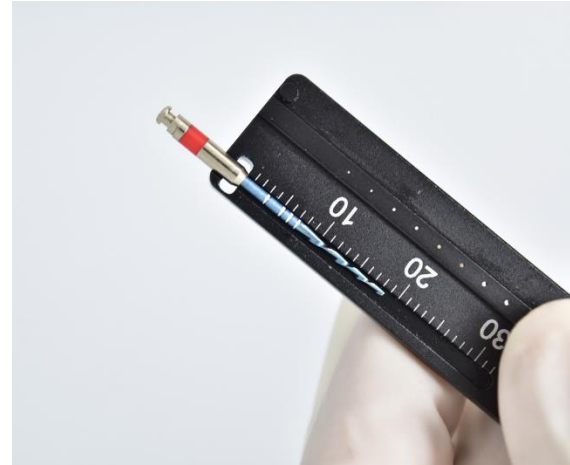
Se detuvo el cronometro cuando se detectó
visual y auditivamente la fractura



Procedimiento cronometrado



La longitud del fragmento fracturado fue medida en una regla milimetrada



Se cotejó con la longitud del instrumento



Almacenamiento de limas estudiadas y sus fragmentos

BASE DE DATOS

Sistemas Reciprocantes N° de Muestra	GRUPO A			GRUPO B		
	Tiempo de fractura (segundos)	Ciclos hasta la fractura (rpm)	LF (mm)	Tiempo de fractura (segundos)	Ciclos hasta la fractura (rpm)	LF (mm)
1	272.04	1360.2	6	381.50	1907.5	3
2	213.55	1067.75	6	479.00	2395.0	6.5
3	252.87	1264.35	7	304.66	1523.3	6
4	246.36	1231.8	7	337.28	1686.4	3.5
5	280.24	1401.2	7	327.81	1639.05	5
6	200.62	1003.1	7	318.95	1594.75	5
7	249.84	1249.2	7	351.83	1759.15	5
8	292.85	1464.25	7	375.71	1878.55	4
9	232.03	1160.15	7	346.47	1732.35	5
10	290.53	1452.65	7	434.31	2171.55	6
11	268.32	1341.6	6.5	445.00	2225.0	3
12	300.00	1500.0	5	451.04	2255.2	3
13	200.68	1003.4	7	368.81	1844.05	6.5
14	152.09	760.45	7	543.34	2716.7	6
15	386.95	1934.75	7	462.30	2311.5	5

Elaboración de base de datos