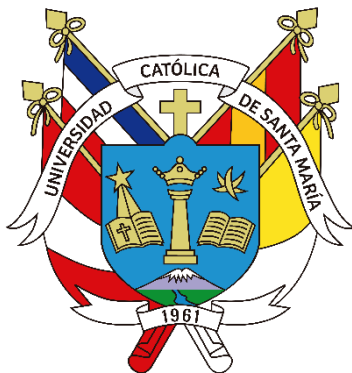


**Universidad Católica de Santa María**

**Facultad de Odontología**

**Escuela Profesional de Odontología**



**Estudio in vitro de la resistencia a la fatiga cíclica en tres sistemas de limas  
con movimiento recíprocante en un conducto artificial de 90°, Arequipa  
2024**

Tesis presentada por la Bachiller:

**Huamani Jimenez, Reyshell Pilar**

**ORCID: 0009-0007-9933-7779**

para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor (a):

**Dr. Zevallos Chavez, Marco Antonio**

**ORCID: 0000-0002-5927-3826**

Arequipa - Perú

2024

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**ODONTOLOGIA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 21 de Octubre del 2024

**Dictamen: 010386-C-EPO-2024**

Visto el borrador del expediente 010386, presentado por:

**2018605602 - HUAMANI JIMENEZ REYSHELL PILAR**

Titulado:

**ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA EN TRES SISTEMAS DE LIMAS  
CON MOVIMIENTO RECIPROCANTE EN UN CONDUCTO ARTIFICIAL DE 90°, AREQUIPA 2024**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**CIRUJANO DENTISTA**

**29242362 - GALLEGOS VARGAS HERBERT MARIO  
DICTAMINADOR**



**29238358 - SALAS ROJAS MONICA HILDA CLEOFE  
DICTAMINADOR**



**29552728 - VALERO QUISPE JAVIER LUCHO  
DICTAMINADOR**



# Estudio in vitro de la resistencia a la fatiga cíclica en tres sistemas de limas con movimiento recíprocante en un conducto artificial de 90°, Arequipa 2024

## INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

30%

FUENTES DE INTERNET

9%

PUBLICACIONES

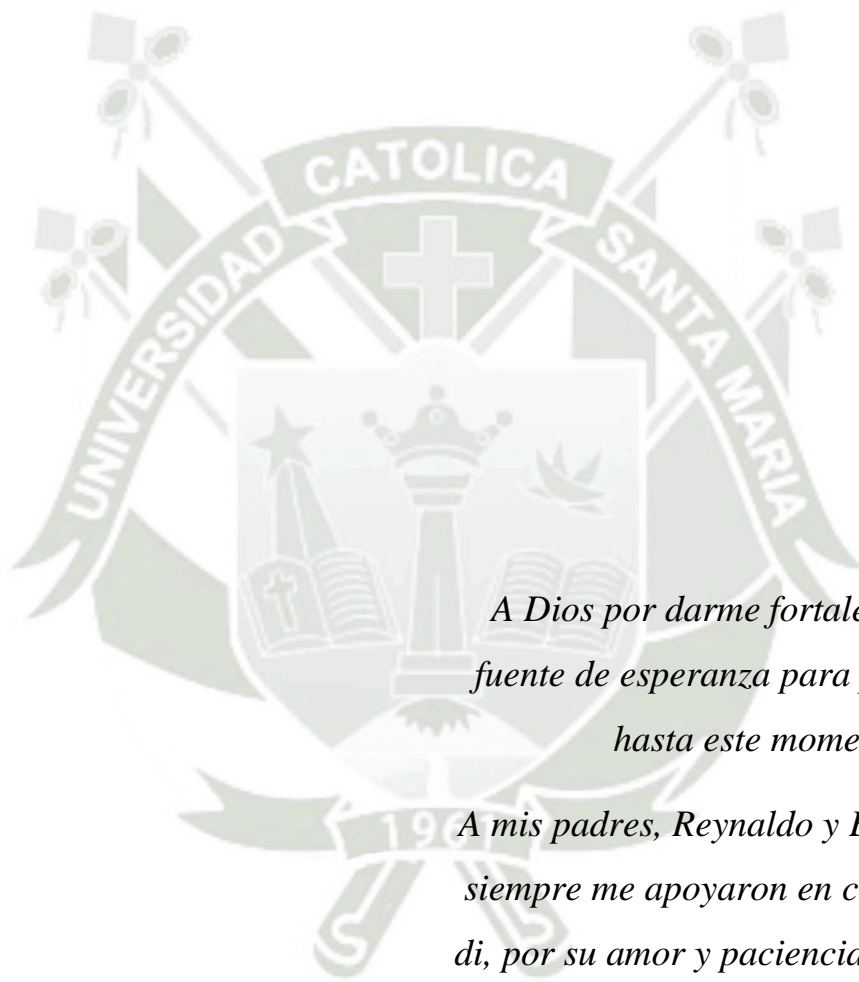
14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://renati.sunedu.gob.pe">renati.sunedu.gob.pe</a> Fuente de Internet	7%
2	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	4%
3	<a href="http://repositorio.upsjb.edu.pe">repositorio.upsjb.edu.pe</a> Fuente de Internet	3%
4	<a href="http://revistas-olnx.usfq.edu.ec">revistas-olnx.usfq.edu.ec</a> Fuente de Internet	2%
5	<a href="http://repositorioinstitucional.uabc.mx">repositorioinstitucional.uabc.mx</a> Fuente de Internet	2%
6	<a href="http://repositorio.uigv.edu.pe">repositorio.uigv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
7	<a href="http://1library.co">1library.co</a> Fuente de Internet	1%
8	<a href="http://repositorio.unicartagena.edu.co">repositorio.unicartagena.edu.co</a> Fuente de Internet	1%

## DEDICATORIA



*A Dios por darme fortaleza y ser mi  
fuente de esperanza para poder llegar  
hasta este momento*

*A mis padres, Reynaldo y Elizabeth, que  
siempre me apoyaron en cada paso que  
di, por su amor y paciencia a lo largo de  
mi vida, ellos que no dudaron de mí.*

*A mis amigas Diana y Gianella que me  
acompañaron en este proceso de  
titulación, por emocionarse aún más que  
yo por todos mis logros.*

## EPÍGRAFE



*“Lo que eres, es un regalo de Dios para ti,  
aquello en lo que te conviertes es tu regalo  
para Él.”*

*Hans Urs Von Balthasar*

## RESUMEN

La presente investigación tiene por objetivo demostrar la resistencia a la fatiga cíclica de tres sistemas de limas con movimiento recíprocante, sometidas a un conducto artificial de acero con una curvatura de  $90^\circ$  y un radio de 3 mm.

Esta investigación es de carácter prospectivo, comparativo y observacional, de abordaje cuantitativo.

Los instrumentos se dividieron en tres grupos de 10 limas cada uno, haciendo un total de 30 unidades de estudio: grupo A (Excalibur E25), grupo B (RC Blue R25) y grupo C (REC Blue #25). Se usó un conducto artificial de acero con un ángulo de curvatura de  $90^\circ$  y un radio de 3 mm, y las limas se insertaron en una posición fija, la cual estuvo controlada por el endomotor (E Connect S, Eighteenth) montado en una base de acrílico, para evitar variaciones en los resultados.

Antes de iniciar la rotación, se aplicó el lubricante con una jeringa de 5 ml y una punta aplicadora Navitip. Luego, las limas se activaron con un movimiento recíproco ( $150^\circ$  en sentido antihorario y  $30^\circ$  en sentido horario) a una velocidad de 350 RPM, hasta que ocurriera la fractura. Una vez que se observaba la fractura, se retiraba el fragmento y se medía con una regla endodóntica. Este proceso se repitió para cada lima y los datos fueron registrados para posteriormente ser analizados.

Los resultados mostraron que el sistema Excalibur tenía una media de 6011 NCF, mientras que el sistema RC Blue presentó una media de 5372 NCF y el sistema REC Blue presentó una media de 1194 NCF. De igual manera se analizó las medias del TF y de la LF de cada sistema estudiado. El análisis estadístico que se utilizó fue la prueba ANOVA de un factor para el TF y el NCF, en cambio para la LF se hizo la prueba de Kruskal Wallis para comparar.

**Palabras Clave:** Sistema recíprocante, Fatiga cíclica, Excalibur E25, RC Blue R25, REC Blue #25 y Movimiento recíproco.

## ABSTRACT

The present investigation aims to demonstrate the resistance to cyclic fatigue of three reciprocating file systems subjected to an artificial steel canal with a 90° curvature and a 3 mm radius.

This research is prospective, comparative and observational in nature, with a quantitative approach.

The instruments were divided into three groups of 10 files each, making a total of 30 study units: group A (Excalibur E25), group B (RC Blue R25) and group C (REC Blue #25). An artificial steel canal with a 90° curvature angle and a 3 mm radius was used, and the files were inserted in a fixed position, which was controlled by the endomotor (E Connect S, Eighteeth) mounted on an acrylic base, to avoid variations in the results.

Before starting the rotation, the lubricant was applied with a 5 ml syringe and a Navitip applicator tip. The files were then activated with a reciprocating motion (150° counterclockwise and 30° clockwise) at a speed of 350 RPM, until fracture occurred. Once fracture was observed, the fragment was removed and measured with an endodontic ruler. This process was repeated for each file and the data was recorded for later analysis.

The results showed that the Excalibur system had a mean of 6011 NCF, while the RC Blue system had a mean of 5372 NCF and the REC Blue system had a mean of 1194 NCF. The TF and LF means of each system studied were also analyzed. The statistical analysis used was the one-way ANOVA test for TF and NCF, while for LF the Kruskal Wallis test was used for comparison.

**Keywords: Reciprocating system, Cyclic fatigue, Excalibur E25, RC Blue R25, REC Blue #25 and Reciprocating motion**

## ÍNDICE

<b>DEDICATORIA</b> .....	
<b>EPÍGRAFE</b> .....	
<b>RESUMEN</b> .....	
<b>ABSTRACT</b> .....	
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>2</b>
<b>CAPÍTULO I</b> .....	<b>7</b>
<b>PLANTEAMIENTO TEÓRICO</b> .....	<b>7</b>
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	8
1.1. Determinación del problema.....	8
1.2. Enunciado .....	9
1.3. Descripción del problema .....	9
1.4. Justificación .....	11
2. OBJETIVOS .....	12
2.1. Objetivo General:.....	12
2.2. Objetivos Específicos: .....	12
3. MARCO TEÓRICO.....	13
3.1. Conceptos básicos .....	13
3.1.1. Instrumentos endodónticos .....	13
3.1.2. Evolución y mejora de las limas NiTi.....	13
3.1.3. La aleación Níquel- Titanio (NiTi) .....	14
3.1.4. Clasificación según la estructura cristalina de la aleación de NiTi .....	15
3.1.5. Fractura .....	16
3.1.6. Cinemática de Sistemas de Instrumentación.....	18
3.1.7. Factores que influyen en la fractura por fatiga cíclica.....	20
3.2. Análisis de Antecedentes investigativos .....	21
3.2.1. Antecedentes Internacionales.....	21

3.2.2. Antecedentes Nacionales .....	25
3.2.3. Antecedentes Locales.....	26
4. HIPÓTESIS.....	28
4.1. Hipótesis alterna ( Ha) .....	28
4.2. Hipótesis nula (H0).....	28
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>29</b>
<b>PLANTEAMIENTO OPERACIONAL.....</b>	<b>29</b>
<b>CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL .....</b>	<b>30</b>
1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN .....	30
1.1. Técnicas .....	30
1.1.1. Esquematización .....	30
1.1.2. Descripción de las técnicas .....	30
1.2. Instrumentos.....	31
1.2.1. Instrumentos documentales.....	31
1.2.2. Instrumentos Mecánicos .....	32
1.2.3. Instrumentos Clínicos .....	32
1.3. Materiales de Investigación .....	32
2. CAMPO DE VERIFICACIÓN.....	33
2.1. Ubicación espacial .....	33
2.1.1. Ámbito general.....	33
La investigación se realizó en el ámbito general de la provincia de Arequipa.....	33
2.1.2. Ámbito específico .....	33
2.2. Ubicación temporal.....	33
2.3. Unidades de estudio .....	33
2.3.1. Criterios de inclusión .....	33
2.3.2. Criterios de exclusión .....	33
3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN.....	34
3.1. Organización.....	34
3.2. Recursos.....	34

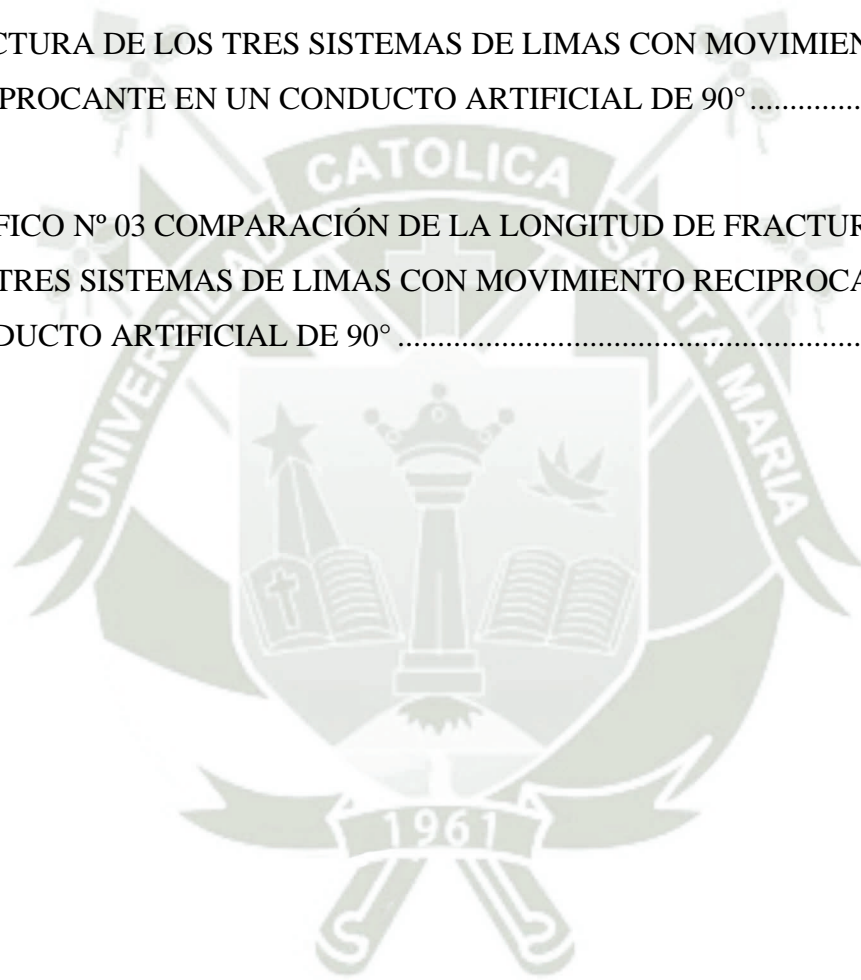
3.2.1. Recurso humano.....	34
Investigador: Reyshell Pilar Huamani Jimenez .....	34
3.2.2. Recursos Virtuales .....	34
Base de datos en Excel.....	34
3.2.3. Recursos económicos.....	34
3.2.4. Recursos institucionales.....	34
3.3. Validación del instrumento .....	35
<b>4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS .....</b>	<b>35</b>
4.1. Plan de procesamiento .....	35
4.1.1. Tipo de procesamiento.....	35
4.1.2. Plan de operaciones.....	35
4.2. Plan de análisis.....	36
4.2.1. Tipo de análisis .....	36
4.2.2. Tratamiento estadístico .....	36
<b>CAPÍTULO III.....</b>	<b>37</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>37</b>
<b>CAPÍTULO III: RESULTADOS .....</b>	<b>38</b>
1. RESULTADOS.....	38
2. DISCUSIÓN .....	52
3. CONCLUSIONES .....	54
4. RECOMENDACIONES .....	55
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>56</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>61</b>
ANEXO 01: .....	62
ANEXO 02: .....	63
ANEXO 03: .....	64

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01 Determinar la fatiga cíclica de tres sistemas de limas recprocante, sometidos a un conducto artificial con una curvatura de 90° .....	38
TABLA N° 02 Resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema recprocante Excalibur en un conducto artificial de 90° .....	39
TABLA N° 03 Resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema recprocante RC Blue en un conducto artificial de 90° .....	40
TABLA N° 04 Resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema recprocante REC Blue en un conducto artificial de 90° .....	41
TABLA N° 05 Determinar el sistema de movimiento recprocante que presenta mayor resistencia a la fractura cíclica en una curvatura de 90° .....	42
TABLA N° 06 Prueba ANOVA de un factor comparando Tiempo hasta la Fractura.....	44
TABLA N° 07 Prueba Tukey Post-Hoc Test – Tiempo hasta la Fractura (segundos).....	45
TABLA N° 08 Prueba ANOVA de un factor de acuerdo al Número de ciclos hasta la fractura .....	47
TABLA N° 09 Tukey Post-Hoc Test – Número de ciclos hasta la fractura (NCF).....	47
TABLA N° 10 Respecto a Longitud de la Fractura usamos Kruskal Wallis para comparar .....	49
TABLA N° 11 Prueba de Kruskal Wallis para comparar la hipótesis de la longitud de fractura entre los tres sistemas recprocantes .....	50

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 01 COMPARACIÓN DEL TIEMPO HASTA LA FRACTURA (SEGUNDOS) DE LOS TRES SISTEMAS DE LIMAS CON MOVIMIENTO RECIPROCANTE EN UN CONDUCTO ARTIFICIAL DE 90° .....	46
GRÁFICO N° 02 COMPARACIÓN DEL NÚMERO DE CICLOS HASTA LA FRACTURA DE LOS TRES SISTEMAS DE LIMAS CON MOVIMIENTO RECIPROCANTE EN UN CONDUCTO ARTIFICIAL DE 90° .....	48
GRÁFICO N° 03 COMPARACIÓN DE LA LONGITUD DE FRACTURA (MM) DE LOS TRES SISTEMAS DE LIMAS CON MOVIMIENTO RECIPROCANTE EN UN CONDUCTO ARTIFICIAL DE 90° .....	51



## INTRODUCCIÓN

La Endodoncia es una rama derivada de la Odontología que se enfoca al diagnóstico y tratamiento de las afecciones de la pulpa dental. El tratamiento de conductos radiculares, es un procedimiento que se realiza como última acción para salvar la pieza de una posible extracción dental.

La instrumentación de conductos muy curvos suele ser tedioso debido a las alteraciones de la pulpa dental, ya que al presentar estas curvaturas pueden llevar al fracaso del tratamiento de conductos. Por lo tanto, es importante comprender el nivel de resistencia que experimentan los instrumentos (limas de endodoncia) para determinar su tiempo de vida hasta el momento de la fractura debido a la fatiga de la lima.

Es por eso que este estudio pretende demostrar la resistencia a la fatiga cíclica de tres sistemas de limas con movimiento recíprocante. Los sistemas de limas recíprocantes empleadas para la investigación son Reciproc Blue (Dentaline), RC Blue (D Perfect) y Excalibur (Zarc), siendo sometidos a una curvatura de  $90^\circ$  en un conducto artificial, así se podrá determinar cuál de ellas presenta mayor tiempo de resistencia hasta la fractura por la fatiga cíclica. Para el inicio de la investigación, previamente se realizó una prueba piloto para cada uno de los sistemas, analizando un instrumentó de cada grupo, el cual no fue incluido en los grupos de estudio.

Realizando esta investigación podremos conocer y concluir el tiempo de resistencia a la fatiga cíclica de los tres sistemas recíprocantes y que de esta manera puedan escoger cuál es más conveniente para el tratamiento endodóntico.



# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

## CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO TEÓRICO

### 1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

#### 1.1. Determinación del problema

Con el paso de los años en la especialidad de Endodoncia, se ha ido evolucionando la calidad de tratamientos y los materiales empleados. Hoy en día se han implementado sistemas de limas motorizadas para la efectividad de los tratamientos de conductos, estas limas han sido elaboradas de una aleación a base de Níquel Titanio, por lo cual poseen una buena memoria y son más flexibles; esto nos indica que cuentan con la capacidad de regresar a su forma original y que, gracias a esta flexibilidad, son más resistentes.

La aleación de níquel-titanio fue desarrollada con éxito por primera vez por el programa espacial de EE. UU. en el Laboratorio de Artillería Naval en 1963 y se denominó nitinol (aleación de NiTi) (1).

Las limas rotatorias de níquel-titanio (NiTi) han ganado popularidad para preparar y dar forma al sistema de conductos radiculares debido a su capacidad de corte, elasticidad y eficiencia (2). Sin embargo, el principal problema de los instrumentos de NiTi en el uso clínico es su fractura inesperada debido a la torsión o fatiga por flexión (3).

Como se menciona, la torsión y la fatiga cíclica son los dos motivos por los que estas limas endodónticas motorizadas tienden a segmentarse.

La cinemática de estos sistemas endodónticos motorizados es dada de dos maneras. Antiguamente solo había el movimiento rotacional que consiste en

un giro de 360°; pero se implementó un movimiento alterno, también llamado movimiento recíprocante, esta cinemática consiste en un movimiento horario y antihorario.

Una revisión sistemática in vitro realizada en 2016, demostró que, los instrumentos con movimiento alternativo parecen tener mejor resistencia a la fatiga cíclica (4).

Por consiguiente, tuve la motivación de evaluar la resistencia a la fatiga cíclica de tres sistemas de limas con movimiento recíprocante, sometidos a una angulación de 90° en un conducto artificial.

## 1.2. Enunciado

“ ESTUDIO IN VITRO DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA DE TRES SISTEMAS DE LIMAS CON MOVIMIENTO RECÍPROCANTE EN UN CONDUCTO ARTIFICIAL DE 90° ”

## 1.3. Descripción del problema

### 1.3.1. Área del conocimiento

- Área general: Ciencia de la salud
- Área específica: Odontología
- Especialidad: Endodoncia
- Línea: Sistemas Recíprocantes

### 1.3.2. Operacionalización de variables

Variables	Indicadores	Sud Indicadores
<b>Resistencia a la Fatiga Cíclica (variable dependiente)</b>	Tiempo hasta la Fractura (THF)	Medido por segundos
<b>Sistemas Reciprocantes (variable independiente)</b>	Limas Excalibur® (ZARC) Limas RC BLUE (D Perfect) Limas REC blue file (Dentaline)	

### 1.3.3. Interrogantes básicas

- ¿Cuál es la resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema reciprocante Excalibur en un conducto artificial de 90°?
- ¿Cuál es la resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema reciprocante RC Blue en un conducto artificial de 90°?
- ¿Cuál es la resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema reciprocante Rec Blue File en un conducto artificial de 90°?
- ¿Cuál sistema de movimiento reciprocante es el que presenta mayor resistencia a la fractura cíclica en una curvatura de 90°?

### 1.3.4. Taxonomía de la investigación

ABORDAJE	TIPO DE INVESTIGACIÓN					DISEÑO	NIVEL
	Por técnica de recolección	Por tipo de dato que se planifica	Por el número de mediciones variables	Por el número de muestras o mediciones	Por el ámbito de recolección		
Cuantitativa	Observacional	Prospectivo	Transversal	Comparativo	De laboratorio	No experimental	Comparativo Descriptivo

## 1.4. Justificación

### 1.4.1. Relevancia científica

La fatiga cíclica es un proceso en el que la lima se va degenerando de a poco debido a las cargas cíclicas, concluyendo con la segmentación de este instrumento endodóntico.

Esta investigación busca evaluar la resistencia a la fatiga cíclica de tres sistemas de limas motorizadas con una cinemática recíprocante.

### 1.4.2. Relevancia social

Esta evaluación fue realizada con el propósito de poder comparar estas tres marcas de sistemas recíprocantes, y así determinar la que tenga mayor resistencia a la fatiga cíclica. Con la finalidad de poder ofrecer un mejor manejo para los pacientes ante la realización de un tratamiento de conductos y así evitar errores, como la fractura de las limas.

### 1.4.3. Factibilidad

Esta investigación si es viable puesto que se pueden conseguir las unidades de estudio para el proyecto y se cuenta con los recursos como tiempo.

### 1.4.4. Interés personal

Es de mi interés personal evaluar la resistencia a la fatiga cíclica en estos tres sistemas para poder determinar si los dos sistemas chinos reciprocantes, presentan la misma o mayor resistencia que el sistema de limas Excalibur.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo General:

Determinar la resistencia a la fractura cíclica de tres sistemas de limas reciprocantes, sometidas a un conducto artificial con una angulación de  $90^\circ$ .

### 2.2. Objetivos Específicos:

- Evaluar la resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema reciprocante Excalibur en un conducto artificial de  $90^\circ$ .
- Evaluar la resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema reciprocante RC Blue en un conducto artificial de  $90^\circ$ .
- Evaluar la resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema reciprocante Rec Blue File en un conducto artificial de  $90^\circ$ .
- Determinar el sistema de movimiento reciprocante que presenta mayor resistencia a la fractura cíclica en una curvatura de  $90^\circ$ .

### 3. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Conceptos básicos

##### 3.1.1. Instrumentos endodónticos

A lo largo de los años los instrumentos endodónticos fueron modificados mejorando principalmente sus propiedades de flexibilidad, capacidad de corte y resistencia a la torsión (5).

En la actualidad, el mercado especializado nos sigue ofreciendo nuevas alternativas de instrumentos rotatorios con ciertas diferencias en su diseño. El diseño de los instrumentos se está adaptando por fin a los conceptos de principios biológicos y mecánicos del tratamiento de conductos radiculares, razón por la cual los procedimientos de limpieza y conformación tienen hoy tanto éxito (5).

##### 3.1.2. Evolución y mejora de las limas NiTi

Hay más de 150 tipos de sistemas rotatorios de NiTi disponibles para aplicaciones clínicas. En la siguiente sección, los sistemas NiTi accionados por motor se resumen en términos de cuatro aspectos: diseño estructural, desarrollo metalúrgico, tratamiento de fabricación y modo de movimiento (1).

Para obtener un mejor rendimiento clínico, una lima de NiTi impulsada por motor necesita una alta rigidez torsional para mejorar la eficiencia de corte y reducir el riesgo de falla por flexión. Baja rigidez a la flexión para adaptarse a diferentes morfologías del conducto radicular, lo que no solo reduce el daño por fatiga del instrumento sino también evita el transporte de la anatomía del canal (6).

En resumen, el diseño geométrico de las limas rotatorias de NiTi se ha desarrollado continuamente para alcanzar un equilibrio entre la eficiencia y la seguridad del corte (1).

### 3.1.3. La aleación Níquel- Titanio (NiTi)

Esta aleación fue desarrollada 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 (7).

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 (7).

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 preparó de los conductos radiculares (7).

### 3.1.4. Clasificación según la estructura cristalina de la aleación de NiTi

Los sistemas de limas NiTi constan de tres fases cristalográficas (austenita, fase R y martensita).

#### 3.1.4.1. 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 (8).

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 (8).

#### 3.1.4.2. 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 puede 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 (9).

#### 3.1.4.3. 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% comparada a la NiTi convencional (9).

#### **3.1.4.4. 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 M Wire y en un 99% comparadas 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 (10).

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).

#### **3.1.5. Fractura**

La fractura de instrumentos rotatorios de limas de conductos radiculares de níquel y titanio (NiTi) puede ser un gran problema durante el tratamiento del conducto radicular dentario, ya que puede comprometer el pronóstico cuando no es posible retirar el fragmento. La fatiga cíclica y la fatiga torsional juegan papeles importantes para inducir la fractura de tales instrumentos rotatorios;

estos fenómenos físicos pueden interactuar de manera que un proceso combinado de ambas fuerzas puede aumentar el riesgo de fractura (12).

Una fractura inesperada del instrumento rotatorio NiTi dentro del conducto radicular durante el tratamiento de conducto es una preocupación importante ya que la dificultad para retirar los fragmentos puede afectar negativamente el pronóstico del tratamiento (12).

Por ejemplo, si el fragmento permanece dentro del conducto radicular, puede interferir con el sellado tridimensional y, en ocasiones, implica la necesidad de una cirugía para retirarlos, considerando que estos son los principales problemas si este tipo de accidente ocurre durante el procedimiento (12).

La separación de las limas NiTi ocurre principalmente en dos circunstancias: fallas por flexión y torsión (13).

#### **3.1.5.1. Fatiga Torsional**

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 (14).

#### **3.1.5.2. Fatiga Cíclica**

La fatiga del metal causada por ciclos de esfuerzos repetitivos es un mecanismo de falla importante (15). La falla por flexión ocurre cuando se

excede la tolerancia del metal, lo cual se debe a la compresión y tensión repetidas del instrumento de movimiento libre en el conducto radicular curvo; por lo tanto, la falla por flexión también se conoce comúnmente como fatiga cíclica por flexión (15).

En este tipo de fractura, también conocida como fatiga cíclica, los instrumentos de NiTi sufren fuerzas de tensión y compresión en la zona de máxima curvatura del canal, hasta la fractura (16).

### **3.1.6. Cinemática de Sistemas de Instrumentación**

La introducción de los instrumentos de NiTi ha hecho que el proceso de preparación mecánica del conducto radicular sea más predecible en el ámbito clínico, con una reducción significativa del tiempo de trabajo y menos estrés para el profesional (17).

La mayoría del modo en que se da el movimiento de los instrumentos NiTi accionados por motor, es una rotación completa de  $360^\circ$  con una eficiencia de corte óptima. Los nuevos modos de movimiento propuestos, intentan reducir el riesgo de separación de los instrumentos (1).

#### **3.1.6.1. Sistema Rotatorio**

El movimiento rotatorio céntrico, introducido a finales de los años 80, todavía se emplea en la mayoría de los sistemas de preparación mecánica del mercado actual. Se realiza mediante motores eléctricos y contraángulos de reducción que impulsan las limas de NiTi en rotación completa ( $360^\circ$ ) dentro del conducto radicular (17).

Sin embargo, se han propuesto nuevas técnicas mecanizadas en un intento de minimizar el riesgo de fractura de los instrumentos endodónticos (17).

### **3.1.6.2. Sistema Alternativo o Reciprocante**

El movimiento recíproco también utiliza motores eléctricos y contraángulos que impulsan las limas de NiTi, pero en este caso los ángulos de rotación son asimétricos, en sentido contrario a las agujas del reloj y en el sentido de las agujas del reloj (17).

Los estudios han demostrado que el movimiento alternativo induce una menor tensión de tracción y compresión en la región flexionada del instrumento, proporcionando así una mayor resistencia a la fatiga en comparación con el movimiento rotatorio continuo (17).

### **3.1.6.3. Sistema Axial**

La característica del sistema SAF (Self-Adjusting File) es que la lima hueca tiene forma de malla cilíndrica sin alma interna. La lima opera con un movimiento oscilante que va hacia adentro y hacia afuera impulsado por una pieza de mano con una frecuencia de 3 000–5 000 vibraciones/min y una amplitud de 0,4 mm, con una combinación de dispositivo de irrigación para eliminar la dentina por abrasión (18,19).

En espacios ovoides e irregulares del conducto radicular, la lima se puede estirar o comprimir para adaptarse a las paredes del conducto radicular (20).

### 3.1.7. Factores que influyen en la fractura por fatiga cíclica

Una de las mayores preocupaciones en la práctica de la endodoncia usando instrumentos NiTi es la posibilidad de fracturas del instrumento.

Las razones por las que se fracturan las limas incluyen la capacidad del operador, las técnicas de preparación, uso inadecuado o excesivo del instrumento, microfisuras existentes en un instrumento nuevo, así como la anatomía del conducto radicular (21).



### 3.2. Análisis de Antecedentes investigativos

#### 3.2.1. Antecedentes Internacionales

**Título:** Cyclic fatigue resistance of novel Genius and Edgefile nickel-titanium reciprocating instruments

**Autor:** Carlos Roberto Emerenciano Bueno , Marina Tolomei Sandoval Cury , Ana Maria Veiga Vasques , Gustavo Sivieri-Araújo , Rogério Castilho Jacinto , João Eduardo Gomes-Filho , Luciano Tavares Angelo Cintra , Eloi Dezan-Júnior

**Fuente:** Bueno CRE, Cury MTS, Vasques AMV, et al. Cyclic fatigue resistance of novel Genius and Edgefile nickel-titanium reciprocating instruments. Braz Oral Res. 2019;33:e028. doi:10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0028

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30994706/>

#### **Resumen:**

Este estudio tuvo como objetivo evaluar la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos alternativos Genius y EdgeFile X1 en comparación con WaveOne Gold Primary. En este estudio se incluyeron veinte instrumentos Genius (Ultradent) 25.04, 20 Genius 30.04, 20 EdgeFile X1 (EdgeEndo) y 20 instrumentos WaveOne Gold Primary (Dentsply Maillefer) y se probaron en un dispositivo de prueba de fatiga cíclica estática, que tiene un canal artificial de acero inoxidable con un ángulo de curvatura de 60° y un radio de curvatura de 5 mm. Todos los instrumentos se operaron en modo alternativo hasta que se produjo la fractura. Se calculó el número de ciclos

hasta la falla (NCF) y se registró el tiempo hasta la fractura (TF) en segundos utilizando un cronómetro digital. La media y las desviaciones estándar de NCF y TF se calcularon para cada sistema alternativo y los datos se sometieron a un análisis de varianza de una vía de Kruskal-Wallis y a la prueba de Dunn ( $p < .05$ ) utilizando el software SigmaPlot (software Systat, CA, EE. UU.). Las superficies fracturadas de cinco instrumentos de cada marca se examinaron al azar y se micro fotografiaron mediante microscopía electrónica de barrido ambiental de bajo vacío - SEM (Tabletop Microscope TM3030, Hitachi, Japón) para confirmar la fractura por fatiga cíclica. EdgeFile exhibió la mayor resistencia a la fatiga cíclica, seguida de ambas limas Genius ( $p < 0,05$ ). Dentro de las limitaciones de este estudio in vitro, los instrumentos EdgeFile X1 tenían una resistencia a la fatiga cíclica significativamente mayor que los instrumentos Genius y WaveOne Gold Primary (22).

**Título:** Cyclic fatigue resistances of Hyflex EDM, WaveOne gold, Reciproc blue and 2shape NiTi rotary files in different artificial canals

**Autor:** Taha Özyürek<sup>1</sup>· Mustafa Gündoğar<sup>2</sup>· Gülşah Uslu<sup>3</sup>· Koray Yilmaz<sup>4</sup>· Simone Staffoli<sup>5</sup>· Grande NM<sup>6</sup>· Gianluca Plotino<sup>7</sup>· Antonella Polimeni<sup>5</sup>

**Fuente:** Özyürek T, Gündoğar M, Uslu G, et al. Cyclic fatigue resistances of Hyflex EDM, WaveOne gold, Reciproc blue and 2shape NiTi rotary files in different artificial canals. *Odontology*. 2018;106(4):408-413. doi:10.1007/s10266-018-0340-y

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29383604/>

**Resumen:**

Abstracto El objetivo del presente estudio fue comparar las resistencias a la fatiga cíclica de los sistemas NiTi HyFlex EDM (HEDM), WaveOne Gold (WOG), Reciproc Blue (RB) y 2Shape (TS) con diferentes propiedades metalúrgicas. Los instrumentos HEDM, WOG, RB y TS se rotaron en canales artificiales que estaban hechos de acero inoxidable con un diámetro interior de 1,5 mm, ángulos de curvatura de 45° y 90° y un radio de curvatura de 5 mm hasta que se produjo la fractura, y el tiempo hasta la fractura (TTF) se registró en segundos. Además, se calculó el número de ciclos hasta la fractura (NCF). Los datos se analizaron estadísticamente usando Kruskal-Wallis y prueba t. El nivel de significación estadística se fijó en  $PAG < 0.05$ . Al comparar el TTF de todos los instrumentos probados en el canal artificial con curvatura de 45°, RB tuvo estadísticamente la mayor resistencia a la fatiga cíclica seguido de HEDM y TS ( $PAG < 0.05$ ), mientras que el WOG mostró la menor resistencia a la fatiga cíclica ( $PAG < 0,05$ ). En canal artificial con curvatura de 90°, RB mostró una resistencia a la fatiga cíclica significativamente mayor que las otras limas probadas ( $PAG < 0.05$ ), mientras que no hubo diferencia significativa entre los grupos TS, WOG y HEDM ( $PAG > 0,05$ ). Cuando se tomaron en consideración los valores de NCF, HEDM reportó una resistencia a la fatiga cíclica significativamente mayor que TS en ambas curvaturas del canal analizadas ( $PAG < 0,05$ ). Dentro de las limitaciones del presente estudio, las limas RB NiTi mostraron una resistencia a la fatiga cíclica estadísticamente más alta en canales artificiales con 45° y 90° que las otras limas NiTi probadas (23).

**Título:** Fatiga cíclica en sistemas reciprocantes WaveOne Gold y Reciproc Blue después de su uso en canales artificiales con curvaturas severas

**Autor:** Angel Lara 1, Daniela Mendoza 2

**Fuente:** Angel Lara DM. Cyclical fatigue in reciprocating WaveOne Gold and Reciproc Blue systems after use in severely curved artificial canals.

Cyclical fatigue in reciprocating WaveOne Gold and Reciproc Blue systems after use in severely curved artificial canals [Internet]. 2021 Mar 1;15. Available from:

<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/odontoinvestigacion/article/view/2117/2324>

**Resumen:**

El objetivo del presente estudio fue comparar el número de ciclos hasta la fractura (NCF) de dos limas endodónticas reciprocantes, la WaveOne Gold Primary (WOGP) y la Reciproc Blue R25 (RBR25) después de instrumentar canales artificiales de acero inoxidable con ángulo de curvaturas de 60° y radios de curvatura de 2 o 5mm. Se formaron cuatro grupos de estudio: 1° WOGP con 2mm de radio, 2° WOGP con 5mm de radio, 3° RBR25 con 2mm de radio y 4° RBR25 con 5mm de radio; de 5 instrumentos cada uno. Se tomó el tiempo de instrumentación en segundos hasta la fractura y así calcular el NCF. El grupo 4 tuvo mayor NCF seguido del grupo 3, del grupo 2 y del grupo 1. Ambos grupos Reciproc R25 fueron significativamente superiores en la resistencia a la fatiga cíclica que los grupos Wave One Gold Primary. Posterior a la fractura se observaron las zonas separadas transversales con microscopio de Endodoncia (24).

### 3.2.2. Antecedentes Nacionales

**Título:** Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas recíprocante Huancayo-2021

**Autor:** Diego Adelqui Gutierrez Juyo

**Fuente:** Juyo G, Adelqui D. Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas recíprocante [Internet]. Universidad Continental; 2021 [cited 2024 Oct 14]. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11045>

**Resumen:**

**Objetivo:** el objetivo de esta investigación es comparar la resistencia a la fatiga cíclica flexional de dos instrumentos recíprocos Only One File (OOF; Denco, Shenzhen, China) y RC-Blue (RCB, Woodpecker, Guilin, China) que son similares a los instrumentos Recíproc Blue (VDW, Munich, Alemania). **Método:** Científico, tipo de investigación: Aplicada, alcance: explicativo. Diseño de la investigación: Experimental puro, Longitudinal, Prospectivo y Observacional. Se probó la resistencia a la fatiga cíclica de 30 instrumentos nuevos OOF R25 Y RCB R25. Los instrumentos se dividieron en dos grupos de 15 instrumentos cada grupo. Los instrumentos se introdujeron en un conducto artificial de acero inoxidable con una curvatura de 60° y un radio de 5 mm y un ángulo de inserción con respecto al orificio de entrada de 0°. La resistencia a la fatiga cíclica se determinó registrando el tiempo hasta conseguir la fractura del instrumento. **Resultados:** se encuentra una notable diferencia en la

resistencia a la fatiga cíclica, los instrumentos OOF obtuvieron un tiempo máximo de 48 minutos con 50 segundos y un tiempo mínimo de 21 minutos con 21 segundos, mientras que los instrumentos RCB obtuvieron un tiempo máximo de 15 minutos con 53 segundos y un tiempo mínimo de 5 minutos con 33 segundos. **Conclusiones:** Los instrumentos OOF presentan notablemente una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las limas RCB después de trabajar en un conducto artificial de acero inoxidable. Existen diferencias en las longitudes de los fragmentos (25).

### 3.2.3. Antecedentes Locales

**Título:** 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

**Autor:** Tovar Figueroa, Priscilla Belén

**Fuente:** Figueroa, T., & Belén, P. (2021). 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 [Universidad Católica de Santa María]. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11227>

#### **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 (9).

#### 4. HIPÓTESIS

Dado que el sistema Excalibur cuenta con un tratamiento térmico gold de última generación y cuya principal característica es la ausencia de memoria de forma.

Es probable que presente una mayor resistencia a la fatiga cíclica que sus dos sistemas homólogos usados en la investigación.

##### 4.1. Hipótesis alterna ( $H_a$ )

Existe mayor resistencia a la fatiga cíclica en el sistema Excalibur que sus homólogos.

##### 4.2. Hipótesis nula ( $H_0$ )

No existe mayor resistencia a la fatiga cíclica en el sistema Excalibur que sus homólogos.



**CAPÍTULO II**  
**PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## CAPÍTULO II: PLANTEAMIENTO OPERACIONAL

### 1. TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

#### 1.1. Técnicas

##### 1.1.1. Esquemmatización

VARIABLE	TÉCNICA	INSTRUMENTO
Tiempo de Fractura (TF)	Observacional	Ficha de recolección de datos

##### 1.1.2. Descripción de las técnicas

En esta investigación se evaluó la resistencia a la fatiga cíclica de tres limas endodónticas motorizadas con movimiento recíprocante. Los instrumentos se dividieron en tres grupos (n=10): grupo A (Excalibur E25), grupo B (RC blue R25) y grupo C (REC blue file #25) según la marca de las limas. Angel et al. (24) su muestra consistió en 20 limas endodónticas recíprocantes de similares características divididas en dos grupos de 10.

Los instrumentos se introdujeron en un conducto artificial de acero inoxidable con un ángulo de curvatura de 90° y un radio de 3mm. El endomotor (E connect S, Eighteeth) estaba sujetado por un bloque de acrílico (altura y dirección en relación al conducto artificial) fijo a una base de madera, permitiendo que la lima entre en el conducto simulado en una sola posición ya que el motor endodóntico debía moverse entre cada instrumento. Esto se hizo para evitar las variaciones en los resultados.

Antes de iniciar la rotación de las limas dentro del conducto artificial de acero, se inyectó un aceite multiusos para lubricar las partes mecánicas, con una jeringa de 5ml y una punta aplicadora Navitip. Posteriormente, los instrumentos fueron activados mediante un movimiento recíproco de 150° en sentido antihorario y 30° en sentido horario a una velocidad de 350 RPM, hasta que ocurrió la fractura.

La resistencia a la fatiga cíclica se determinó registrando el tiempo mediante un cronómetro y fue enfocado por la cámara del celular montado en un trípode, deteniendo el cronómetro apenas se detecte visualmente la fractura. Una vez observada la separación del instrumento, se procedió a retirar la tapa del dispositivo (cubo de conducto simulado) para retirar el fragmento separado y medirlo con una regla endodóntica. Este procedimiento fue repetido de la misma manera para cada lima utilizada en el estudio, los datos se registraron en una ficha de recolección de datos (hecha por mi), y el tiempo registrado se convertirá en números de ciclos de rotación.

## **1.2. Instrumentos**

### **1.2.1. Instrumentos documentales**

El instrumento que fue empleado para poder registrar los resultados sobre la resistencia a la fatiga cíclica en tres limas de movimiento recíprocante, consistía en evaluar las variables: Marca de la lima, Longitud inicial, Longitud de trabajo, Número de ciclos hasta la fractura, Tiempo hasta la fractura y Longitud del segmento fracturado. El instrumento de recolección de datos está adjunto en anexos.

### 1.2.2. Instrumentos Mecánicos

- Endomotor
- Sistemas de Limas motorizadas
- Aceite multiusos
- Cámara del celular
- Trípode
- Base de acrílico fijó para el contra-ángulo
- Cubo del conducto artificial de acero inoxidable
- Cronómetro
- Base de madera y abrazadera metálica
- Caja organizadora para las limas segmentadas

### 1.2.3. Instrumentos Clínicos

- Pinzas
- Jeringa de 5ml
- Aguja Navitip
- Uniforme adecuado

### 1.3. Materiales de Investigación

- Laptop
- Útiles de escritorio
- Base de datos electrónica (Excel)
- Fichas de recolección de datos

## 2. CAMPO DE VERIFICACIÓN

### 2.1. Ubicación espacial

#### 2.1.1. Ámbito general

La investigación se realizó en el ámbito general de la provincia de Arequipa.

#### 2.1.2. Ámbito específico

El ámbito específico fue la Universidad Católica de Santa María.

### 2.2. Ubicación temporal

La presente investigación se llevó a cabo entre los meses de agosto-septiembre del año 2024.

### 2.3. Unidades de estudio

Teniendo en cuenta que esta investigación se realizó en materiales. Según la investigación bibliográfica, se pudo determinar que el tamaño de muestra mínimo que se usa para trabajar es de un número de 10 instrumentos por grupos a evaluar.

#### 2.3.1. Criterios de inclusión

- Limas Excalibur® (ZARC) de 25 mm
- Limas RC BLUE (D Perfect) de 25 mm
- Limas REC blue file (Dentaline) de 25 mm

#### 2.3.2. Criterios de exclusión

- Instrumentos usados
- Instrumentos con distinta longitud a 25 mm.

### 3. ESTRATEGIA DE RECOLECCIÓN

#### 3.1. Organización

Para la realización de la presente investigación se llevó a cabo de forma previa los siguientes trámites:

- Aprobación del proyecto de investigación por la Facultad de Odontología.
- Se realizó la prueba piloto usando tres limas, una de cada sistema.
- Procesamiento e informe final de los datos recolectados de la presente investigación.

#### 3.2. Recursos

##### 3.2.1. Recurso humano

Investigador: Reyshell Pilar Huamani Jimenez

##### 3.2.2. Recursos Virtuales

Base de datos en Excel

##### 3.2.3. Recursos económicos

Propios del investigador

##### 3.2.4. Recursos institucionales

Universidad Católica de Santa María.

### 3.3. Validación del instrumento

Se realizó una prueba piloto empleando un instrumento de cada marca seleccionada, las cuales no se tomaron en consideración dentro del grupo de estudio a evaluar en esta investigación. Con la finalidad de probar la eficacia de la metodología que se desarrolló.

## 4. ESTRATEGIA PARA MANEJAR LOS RESULTADOS

### 4.1. Plan de procesamiento

#### 4.1.1. Tipo de procesamiento

El procesamiento se realizó de manera manual y digital.

#### 4.1.2. Plan de operaciones

##### A. Clasificación:

Los datos fueron ordenados y codificados en una matriz de consistencia.

##### B. Codificación:

Los resultados fueron codificados de manera manual.

##### C. Conteo o puntuación:

Utilizando matrices de conteo, los datos se contabilizaron de forma manual.

##### D. Tabulación:

Se realizó cuadro de doble entrada.

##### E. Graficación:

Con los resultados obtenidos se realizaron diagramas de caja y bigotes.

## 4.2. Plan de análisis

### 4.2.1. Tipo de análisis

Se utilizó el software estadístico SPSS

### 4.2.2. Tratamiento estadístico

Se utilizaron números para describir los datos cuantitativos. El rango (mínimo y máximo), la media y desviación estándar se utilizaron para describir los datos cuantitativos.

Se utilizó la prueba ANOVA de un factor, que permite descubrir si los resultados cuantitativos de una prueba son significativos.





# **CAPÍTULO III**

## **RESULTADOS**

## CAPÍTULO III: RESULTADOS

### 1. RESULTADOS

TABLA N° 01

Determinar la fatiga cíclica de tres sistemas de limas recprocante, sometidos a un conducto artificial con una curvatura de 90°

	Tipo de Lima	Tiempo hasta la fractura (segundos)	Número de ciclos hasta la fractura (NCF)	Longitud de fractura (mm)
<b>Media</b>	Excalibur	1030	6011	4
	RC Blue	921	5372	5.84
	REC Blue	205	1194	7.09
<b>Desviación Estándar</b>	Excalibur	212	1237	1.99
	RC Blue	493	2877	2.23
	REC Blue	49.2	287	0.37
<b>Mínimo</b>	Excalibur	744	4340	3
	RC Blue	364	2124	3.5
	REC Blue	122	714	6.5
<b>Máximo</b>	Excalibur	1414	8246	8
	RC Blue	1889	11018	8.8
	REC Blue	259	1508	7.9

**Nota: Elaboración propia.**

**TABLA N° 02**

**Resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema recíprocante Excalibur en un  
conducto artificial de 90°**

Sistema Excalibur	Tiempo hasta la fractura (segundos)	Número de ciclos hasta la fractura (NCF)	Longitud de fractura (mm)
<b>Media</b>	1030	6011	4
<b>Desviación Estándar</b>	212	1237	1.99
<b>Mínimo</b>	744	4340	3
<b>Máximo</b>	1414	8246	8
<b>N</b>	10	10	10

**Nota: Elaboración propia.**

**INTERPRETACIÓN:**

La tabla N°02 muestra la media aritmética de  $1030 \pm 212$  segundos de la resistencia a la fatiga cíclica del sistema “EXCALIBUR” en un conducto artificial de 90°.

Así mismo muestra que el valor máximo alcanzado fue 1414 segundos y el valor mínimo alcanzado fue de 744 segundos.

**TABLA N° 03**

**Resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema reciprocante RC Blue en un conducto artificial de 90°**

Sistema RC Blue	Tiempo hasta la fractura (segundos)	Número de ciclos hasta la fractura (NCF)	Longitud de fractura (mm)
Media	921	5372	5.84
Desviación Estándar	493	2877	2.23
Mínimo	364	2124	3.5
Máximo	1889	11018	8.8
N	10	10	10

**Nota: Elaboración propia.**

**INTERPRETACIÓN:**

La tabla N°02 muestra la media aritmética de  $921 \pm 493$  segundos de la resistencia a la fatiga cíclica del sistema “RC BLUE” en un conducto artificial de 90°.

Así mismo muestra que el valor máximo alcanzado fue 1889 segundos y el valor mínimo alcanzado fue de 364 segundos.

**TABLA N° 04**

**Resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema reciprocante REC Blue en un  
conducto artificial de 90°**

Sistema Rec Blue	Tiempo hasta la fractura (segundos)	Número de ciclos hasta la fractura (NCF)	Longitud de fractura (mm)
<b>Media</b>	205	1194	7.09
<b>Desviación Estándar</b>	49.2	287	0.37
<b>Mínimo</b>	122	714	6.5
<b>Máximo</b>	259	1508	7.9
<b>N</b>	10	10	10

**Nota: Elaboración propia.**

**INTERPRETACIÓN:**

La tabla N°02 muestra la media aritmética de  $205 \pm 49.2$  segundos de la resistencia a la fatiga cíclica del sistema “REC BLUE” en un conducto artificial de 90°.

Así mismo muestra que el valor máximo alcanzado fue 259 segundos y el valor mínimo alcanzado fue de 122 segundos.

**TABLA N° 05**

**Determinar el sistema de movimiento recíprocante que presenta mayor resistencia a la fractura cíclica en una curvatura de 90°**

Para determinar el sistema que tiene mayor resistencia hacemos una prueba de hipótesis comparando cada uno de los sistemas respecto a cada condición.

Haciendo pruebas de normalidad podemos determinar:

	Tipo de Lima	Tiempo hasta la fractura (segundos)	Número de ciclos hasta la fractura (NCF)	Longitud de fractura (mm)
<b>Error Estándar de la media</b>	Excalibur	67.1	391	0.628
	RC Blue	156	910	0.705
	REC Blue	15.6	90.8	0.117
<b>W de Shapiro-Wilk</b>	Excalibur	0.932	0.932	0.559
	RC Blue	0.876	0.876	0.822
	REC Blue	0.883	0.883	0.762
<b>Valor p de Shapiro-Wilk</b>	Excalibur	0.465	0.465	< .001
	RC Blue	0.117	0.118	0.027
	REC Blue	0.14	0.14	0.005

**Nota: Elaboración propia.**

**P-valor (0.05) nivel de significancia**

### **INTERPRETACIÓN:**

El Tiempo de Fractura y el Número de Ciclos hasta la Fractura tienen distribución normal ya que su nivel de significancia es mayor al P-valor (0.05) por lo que se hace la comparación con ANOVA de un factor para cada uno.

En cambio, la Longitud a la Fractura no tiene distribución normal ya que su significancia es menor al P-valor, por lo que se realiza la prueba de Kruskal Wallis para comparar.



TABLA N° 06

## Prueba ANOVA de un factor comparando Tiempo hasta la Fractura

## ANOVA de Un Factor (Welch)

	F	gl1	gl2	p
Tiempo hasta la fractura (segundos)	77.1	2	12.7	< .001

**Nota: Elaboración propia.**

**P-valor (0.05)**

## INTERPRETACIÓN:

Dado que sig. (0.05) es mayor (0.001), rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, ya que hubo diferencias significativas entre los tres sistemas.

Ya que existe diferencia, hacemos una prueba (Tukey Post-Hoc Test) para saber entre quienes difieren.

TABLA N° 07

Prueba Tukey Post-Hoc Test – Tiempo hasta la Fractura (segundos)

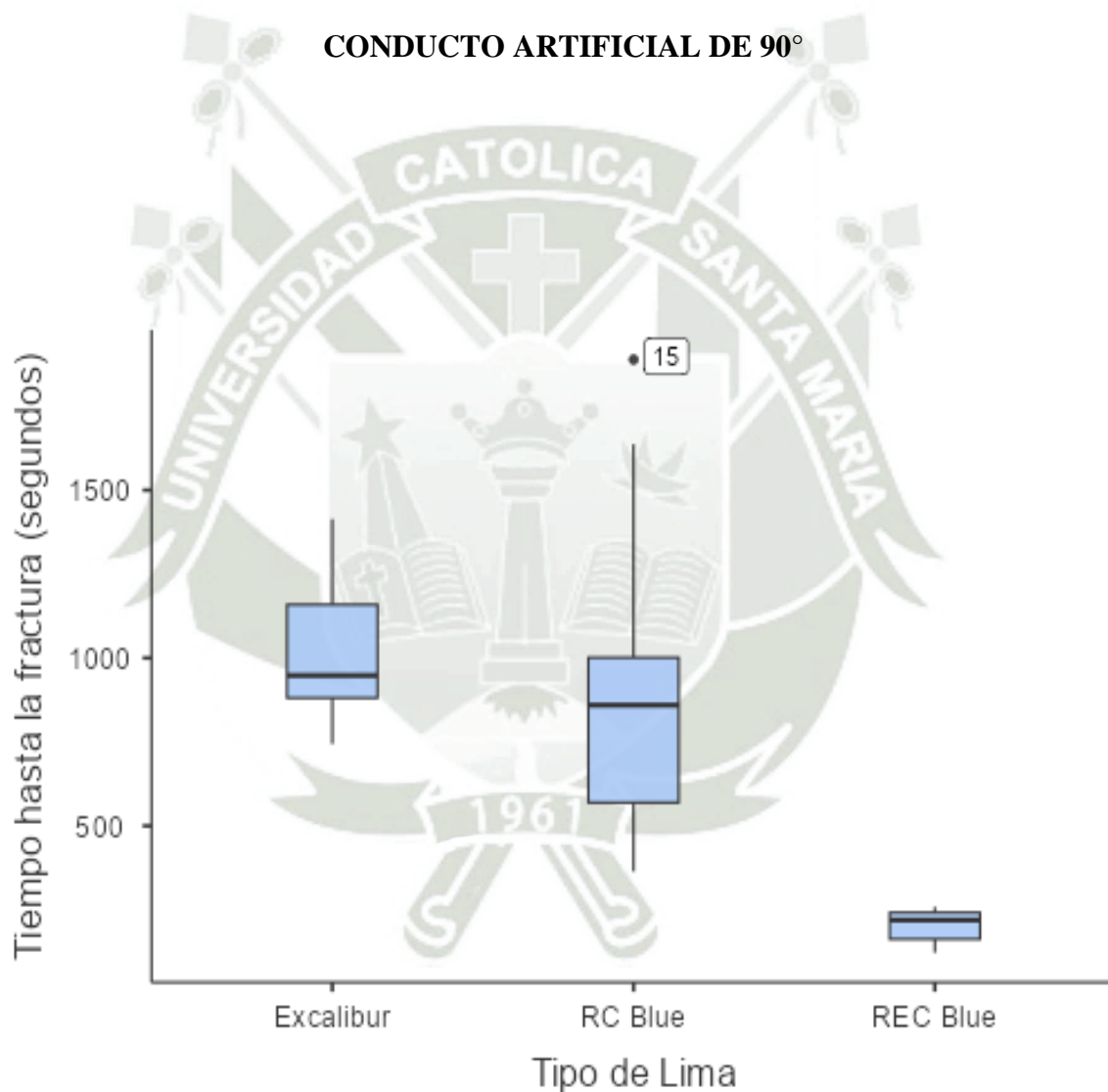
Tukey Post-Hoc Test – Tiempo hasta la Fractura (segundos)

		Excalibur	RC Blue	REC Blue
Excalibur	Diferencia de medias	—	110	826
	<b>Valor p</b>	—	0.714	< .001
RC Blue	Diferencia de medias	—	—	716
	<b>Valor p</b>	—	—	< .001
REC Blue	Diferencia de medias	—	—	—
	<b>Valor p</b>	—	—	—

Nota: Elaboración propia.

### GRÁFICO N° 01

COMPARACIÓN DEL TIEMPO HASTA LA FRACTURA (SEGUNDOS) DE LOS  
TRES SISTEMAS DE LIMAS CON MOVIMIENTO RECIPROCANTE EN UN  
CONDUCTO ARTIFICIAL DE 90°



**Nota: Elaboración propia.**

**TABLA N° 08**

**Prueba ANOVA de un factor de acuerdo al Número de ciclos hasta la fractura**

**ANOVA de Un Factor (Welch)**

	<b>F</b>	<b>gl1</b>	<b>gl2</b>	<b>p</b>
Número de ciclos hasta la fractura (NCF)	77.1	2	12.7	< .001

**Nota: Elaboración propia.**

**INTERPRETACIÓN:**

Dado que el P-valor es menor (0.001), rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna, demostrando que si hay una diferencia significativa.

**TABLA N° 09**

**Tukey Post-Hoc Test – Número de ciclos hasta la fractura (NCF)**

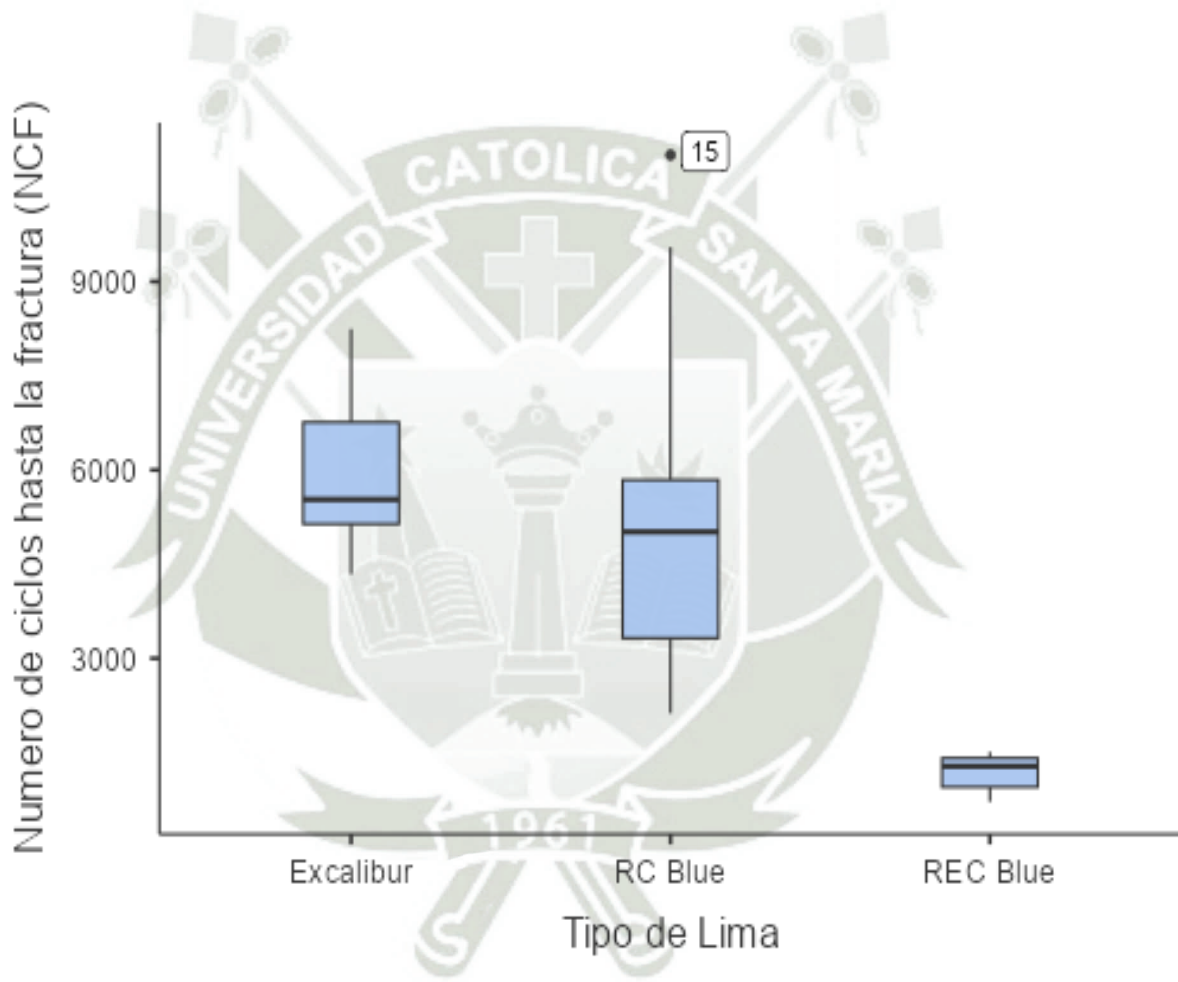
**Tukey Post-Hoc Test – Número de ciclos hasta la fractura (NCF)**

		<b>Excalibur</b>	<b>RC Blue</b>	<b>REC Blue</b>
Excalibur	Diferencia de medias	—	639	4817
	Valor p	—	0.714	< .001
RC Blue	Diferencia de medias		—	4177
	Valor p		—	< .001
REC Blue	Diferencia de medias			—
	Valor p			—

**Nota: Elaboración propia.**

GRÁFICO N° 02

COMPARACIÓN DEL NÚMERO DE CICLOS HASTA LA FRACTURA DE LOS  
TRES SISTEMAS DE LIMAS CON MOVIMIENTO RECIPROCANTE EN UN  
CONDUCTO ARTIFICIAL DE 90°



**Nota: Elaboración propia.**

TABLA N° 10

Respecto a Longitud de la Fractura usamos Kruskal Wallis para comparar

**Kruskal-Wallis**

	$\chi^2$	gl	p
Longitud de fractura (mm)	9.34	2	0.009

**Nota: Elaboración propia.**

**INTERPRETACIÓN:**

Dado que el P-valor (0.009) es menor al nivel de significancia (0.05), existe diferencia significativa en la longitud de fractura de los tres sistemas recíprocos.

TABLA N° 11

**Prueba de Kruskal Wallis para comparar la hipótesis de la longitud de fractura entre los tres sistemas recíprocos**

**Comparaciones entre parejas - Longitud de fractura (mm)**

		<b>W</b>	<b>p</b>
Excalibur	RC Blue	4	0.013
Excalibur	REC Blue	3.52	0.034
RC Blue	REC Blue	1.09	0.72

**Nota: Elaboración propia.**

**INTERPRETACIÓN:**

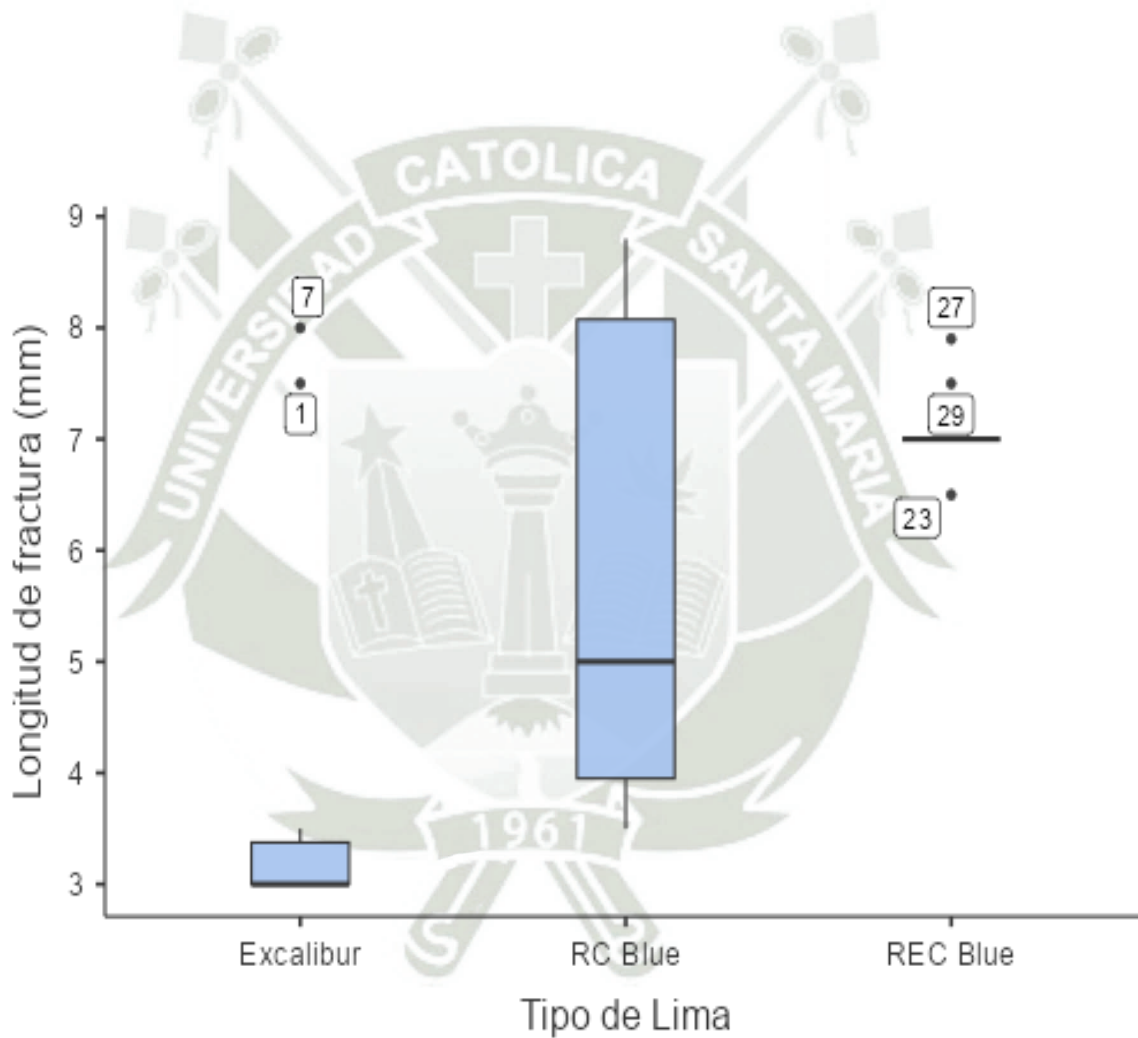
Dado que el sistema Excalibur tiene como media 4 mm de su longitud fracturada, el sistema RC Blue tiene una media de 5.84 mm y el sistema REC Blue tiene una media de 7.09 mm. Podemos observar que entre el sistema Excalibur y el sistema RC Blue si hay una diferencia significativa ya que el P-valor es 0.013, siendo este menor.

De igual manera pasa con el sistema Excalibur y el sistema REC Blue, que tiene un P-valor de 0.034.

Mientras que entre el sistema RC Blue y el sistema REC Blue el P-valor es 0.72, demostrando que entre estos dos sistemas no hay diferencia significativa.

GRÁFICO N° 03

COMPARACIÓN DE LA LONGITUD DE FRACTURA (MM) DE LOS TRES  
SISTEMAS DE LIMAS CON MOVIMIENTO RECIPROCANTE EN UN  
CONDUCTO ARTIFICIAL DE 90°



Nota: Elaboración propia.

## 2. DISCUSIÓN

Esta investigación se elaboró para poder determinar la resistencia a la fatiga cíclica en tres sistemas con movimiento recíprocante, los cuales fueron sometidos a un conducto artificial de acero inoxidable con un ángulo de curvatura de  $90^\circ$  y un radio de 3 mm en el año 2024. El número total de unidades de estudio fue 30 limas, el cual fue dividido en tres grupos de 10 limas, el grupo A estuvo conformado por el sistema Excalibur, el grupo B por el sistema RC Blue y el grupo C por el sistema REC Blue. Según el análisis estadístico descriptivo del Tiempo hasta la Fractura; el sistema “EXCALIBUR” mostró una media aritmética de  $1030 \pm 212$  segundos, el sistema “RC BLUE” una media aritmética de  $921 \pm 493$  segundos y el sistema “REC BLUE” una media aritmética de  $205 \pm 49.2$  segundos. En los resultados estadísticos de la prueba ANOVA de un Factor se puede observar que, si hay una diferencia significativa entre los tres sistemas, presentando el sistema Excalibur mayor resistencia a la fatiga cíclica. Esto puede deberse a su tratamiento térmico gold que se caracteriza por la ausencia de memoria y combinada con su conicidad reducida. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis alterna.

En la investigación de tesis realizada por Diego Adelqui Gutierrez Juyo en el año 2021 denominada “Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas recíprocante”, se observó que los sistemas recíprocantes que utilizó son RC-Blue y Only One File cada grupo constaba de 15 limas, haciendo un total de 30 limas, el sistema RC-Blue (RCB) tiene una media de 10.69 minutos (641.4 segundos) y el sistema Only One File (OOF) tiene una media de 31.40 minutos (1884 segundos) para el tiempo de fractura. A diferencia de nuestro estudio, comparó solo dos sistemas recíprocantes, la media de su tiempo hasta la fractura del sistema RC Blue 641.4

segundos mientras que en esta investigación la media del tiempo hasta la fractura del sistema RC Blue fue 921 segundos. Se demostró que los instrumentos OOF presentan notablemente una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las limas RCB. Además, en su investigación sometió sus limas a un ángulo de  $60^\circ$  con un radio de 5 mm (25). En comparación con la investigación de Priscilla et al. (9) también nosotros sometimos nuestras limas a un ángulo de  $90^\circ$  con un radio de 3 mm.

En otra investigación ecuatoriana realizado por Angel Lara y Daniela Mendoza publicada en el año 2021 por la REVISTA ODONTOINVESTIGACIÓN de la Escuela de Odontología de la Universidad San Francisco de Quito, llevando como título “Fatiga cíclica en sistemas reciprocantes WaveOne Gold y Reciproc Blue después de su uso en canales con curvaturas severas”, en su investigación se evaluaron 20 limas las cuales fueron divididas en dos grupos de 10 limas, 10 Reciproc Blue R25 y 10 WaveOne Gold Primary; que se utilizaron para instrumentar canales artificiales con curvatura de  $60^\circ$  (24). A diferencia de nuestra investigación está sometió a sus limas a dos tipos de radio, uno de 2 mm y otro de 5 mm. Es importante considerar el radio ya que a menor radio de curvatura hay más dificultad para el tratamiento endodóntico.

Los autores Bueno et al. (22) y Özyürek et al. (23) realizaron estudios para evaluar la resistencia a la fatiga cíclica en sistemas reciprocantes, también conocidos como de movimiento alterno. Tras la fractura de los instrumentos, decidieron utilizar un microscopio electrónico de barrido (SEM) para examinar las superficies segmentadas. Bueno et al. (22) nos muestran numerosos hoyuelos y estrías en la sección fracturada, características típicas de la fatiga cíclica, lo que sugiere que esta es un factor predisponente para la fractura por fatiga. Por lo siguiente estos hallazgos estarían respaldando mi investigación sobre la resistencia a la fatiga cíclica.

### 3. CONCLUSIONES

#### PRIMERA

La resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema recíprocante Excalibur en un conducto artificial de 90° logró un promedio de  $1030 \pm 212$  segundos.

#### SEGUNDA

La resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema recíprocante RC Blue en un conducto artificial de 90° logró un promedio de  $921 \pm 493$  segundos.

#### TERCERA

La resistencia a la fatiga cíclica utilizando el sistema recíprocante Rec Blue File en un conducto artificial de 90° logró un promedio de  $205 \pm 49.2$  segundos.

#### CUARTA

El sistema Excalibur presentó mayor resistencia a la fatiga cíclica en un conducto artificial con una curvatura de 90° y 3 mm de radio, en comparación a sus dos sistemas homólogos.

#### 4. RECOMENDACIONES

##### **PRIMERA**

Se recomienda realizar estudios de resistencia a la fatiga cíclica del sistema Excalibur en comparación con otros sistemas reciprocantes.

##### **SEGUNDA**

Se recomienda realizar más estudios comparativos de los sistemas reciprocantes mencionados con un previo protocolo de esterilización a la prueba de resistencia a la fatiga cíclica.

##### **TERCERA**

Se recomienda para los siguientes estudios de la resistencia a la fatiga cíclica que se aumente el tamaño de muestra por grupos de estudio.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Liang Y, Yue L. Evolution and development: engine-driven endodontic rotary nickel-titanium instruments. *Int J Oral Sci* [Internet]. 2022 Feb 18;14(1):12. Available from: <http://dx.doi.org/10.1038/s41368-021-00154-0>
2. Pérez-Higueras JJ, Arias A, de la Macorra JC. Cyclic fatigue resistance of K3, K3XF, and twisted file nickel-titanium files under continuous rotation or reciprocating motion. *J Endod* [Internet]. 2013 Dec;39(12):1585–8. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.07.020>
3. Parashos P, Messer HH. Rotary NiTi instrument fracture and its consequences. *J Endod* [Internet]. 2006 Nov;32(11):1031–43. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2006.06.008>
4. Ahn SY, Kim HC, Kim E. Kinematic Effects of Nickel-Titanium Instruments with Reciprocating or Continuous Rotation Motion: A Systematic Review of In Vitro Studies. *J Endod* [Internet]. 2016 Jul;42(7):1009–17. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.04.002>
5. de León YFFP, Aquino CM. Evolución de los sistemas rotatorios en endodoncia: propiedades y diseño. *Revista Estomatológica Herediana* [Internet]. 2011 [cited 2023 Jul 6];21(1):51–4. Available from: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=421539362010>
6. Xu X, Eng M, Zheng Y, Eng D. Comparative study of torsional and bending properties for six models of nickel-titanium root canal instruments with different cross-sections. *J Endod* [Internet]. 2006 Apr;32(4):372–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2005.08.012>

7. Canalda C, Brau E. Endodoncia Técnicas clínica y bases científicas. Primera ed. España: Masson; 2014.
8. Lopreite G, Basilaki J. Claves de la endodoncia mecanizada: Conceptos, recursos y conductas clínicas. Primera ed. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Grupos Guía; 2015.
9. Figueroa T, Belén P. 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 [Internet]. Universidad Católica de Santa María; 2021 [cited 2023 Oct 13]. Available from: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/11227>
10. Shen Y, Zhou HM, Zheng YF, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. J Endod [Internet]. 2013 Feb;39(2):163–72. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2012.11.005>
11. Dental.com. Productos dentales. [Online]; 2019. Disponible en: <https://www.vdw-dental.com/en/products/detail/reciproc-blue/>.
12. Carrillo-Vázquez AG, Carrillo-Vázquez LH, González-Vizcarra B, Villarreal-Gómez LJ, Valdez-Castro R, Cadena-Alcántar MA. “In Vitro” Comparison of K3XF and TFA Cyclic Fatigue Resistance in Continuous Rotation and Adaptive Motion. Rev Mex Ing Biom [Internet]. 2018 Jan 15 [cited 2023 Jun 15];39(1):41–51. Available from: <http://rmib.com.mx/index.php/rmib/article/view/372>
13. Sattapan B, Nervo GJ, Palamara JE, Messer HH. Defects in rotary nickel-

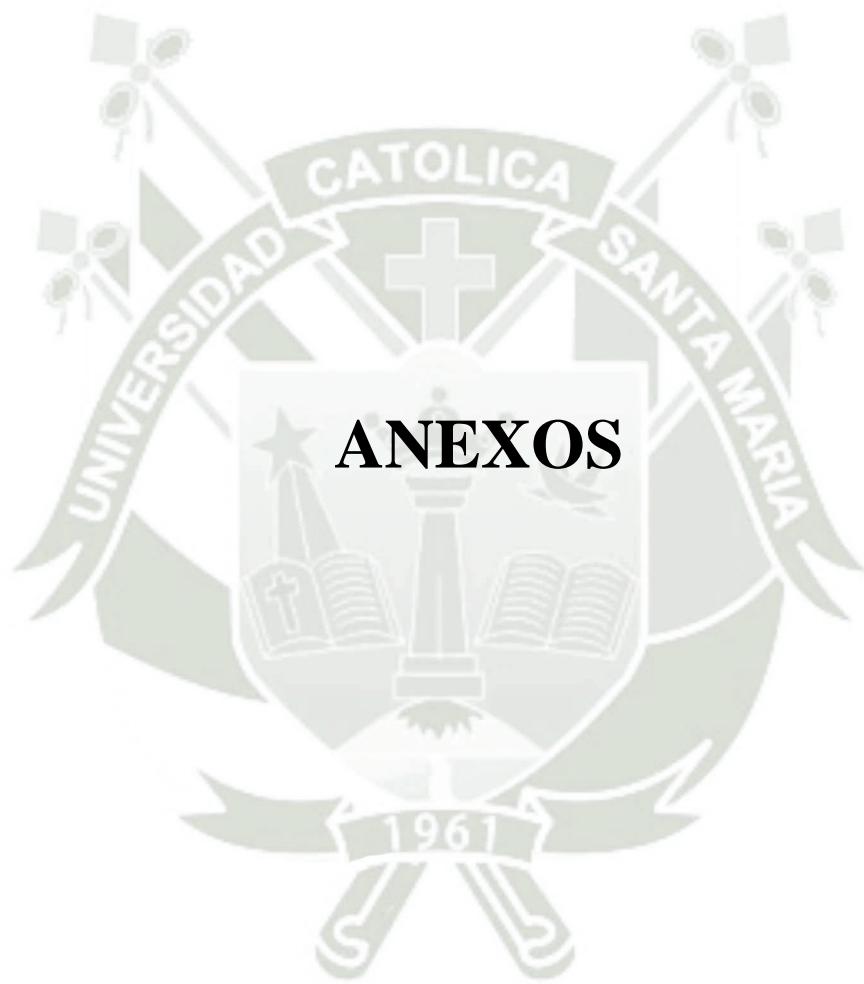
- titanium files after clinical use. *J Endod* [Internet]. 2000 Mar;26(3):161–5.  
Available from:  
<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0099239905609478>
14. Leonardo M, Leonardo R. *Endodoncia: Conceptos Biológico y recursos Tecnológicos*. Primera ed. Brazil: Editora Artes Medicas Ltda; 2009.
15. Pruett JP, Clement DJ, Carnes DL Jr. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod* [Internet]. 1997 Feb;23(2):77–85. Available from: [http://dx.doi.org/10.1016/S0099-2399\(97\)80250-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0099-2399(97)80250-6)
16. Cheung GSP, Darvell BW. Fatigue testing of a NiTi rotary instrument. Part 2: fractographic analysis. *Int Endod J* [Internet]. 2007 Aug 1 [cited 2024 Oct 10];40(8):619–25. Available from:  
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2591.2007.01256.x>
17. Gavini G, Santos M dos, Caldeira CL, Machado ME de L, Freire LG, Iglecias EF, et al. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res* [Internet]. 2018 Oct 18 [cited 2024 Oct 11];32:e67. Available from:  
<https://www.scielo.br/j/bor/a/DDVdbgHDPwFkn5QQLWZVk7y/?lang=en&format=pdf>
18. Metzger Z, Teperovich E, Zary R, Cohen R, Hof R. The self-adjusting file (SAF). Part 1: respecting the root canal anatomy--a new concept of endodontic files and its implementation. *J Endod* [Internet]. 2010 Apr;36(4):679–90. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.036>
19. Kim HC, Sung SY, Ha JH, Solomonov M, Lee JM, Lee CJ, et al. Stress

- generation during self-adjusting file movement: minimally invasive instrumentation. *J Endod* [Internet]. 2013 Dec;39(12):1572–5. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2013.07.021>
20. Solomonov M. Eight months of clinical experience with the Self-Adjusting File system. *J Endod* [Internet]. 2011 Jun;37(6):881–7. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2011.02.036>
21. Ortiz JLJ, Porras ANC, García BT, Navarro HMH. Instrumentos rotatorios: su uso, separación y efecto en complicaciones endodónticas postoperatorias. *Rev Odont Mex* [Internet]. 2014 [cited 2023 Jul 6];18(1). Available from: <https://revistas.unam.mx/index.php/rom/article/view/69518>
22. Bueno CRE, Cury MTS, Vasques AMV, Sivieri-Araújo G, Jacinto RC, Gomes-Filho JE, et al. Cyclic fatigue resistance of novel Genius and Edgefile nickel-titanium reciprocating instruments. *Braz Oral Res* [Internet]. 2019 Apr 11;33:e028. Available from: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-3107bor-2019.vol33.0028>
23. Özyürek T, Gündoğar M, Uslu G, Yılmaz K, Staffoli S, Nm G, et al. Cyclic fatigue resistances of Hyflex EDM, WaveOne gold, Reciproc blue and 2shape NiTi rotary files in different artificial canals. *Odontology* [Internet]. 2018 Oct;106(4):408–13. Available from: <http://dx.doi.org/10.1007/s10266-018-0340-y>
24. Vista de Fatiga cíclica en sistemas reciprocantes WaveOne Gold y Reciproc Blue después de su uso en canales con curvaturas severas [Internet]. [cited 2023 May 11]. Available from:

<https://revistas.usfq.edu.ec/index.php/odontoinvestigacion/article/view/2117/2324>

25. Juyo G, Adelqui D. Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas recíprocante [Internet]. Universidad Continental; 2021 [cited 2024 Oct 14]. Available from: <https://hdl.handle.net/20.500.12394/11045>





## ANEXO 01:

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

REYSHELL PILAR HUAMANI JIMENEZ

#### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS:

1. Marca de la Lima:
2. Medidas de la Lima: 25 mm
  - a. Longitud de trabajo Inicial: 18 mm
3. Tiempo hasta la fractura (TF):
4. Longitud del segmento fracturado (LSF):
5. Número de ciclos antes de la fractura:

#### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS:

1. Marca de la Lima:
2. Medidas de la Lima: 25 mm
  - a. Longitud de trabajo Inicial: 18 mm
3. Tiempo hasta la fractura (TF):
4. Longitud del segmento fracturado (LSF):
5. Número de ciclos antes de la fractura:

**Nota: Elaboración propia.**

## ANEXO 02:

### BASE DE DATOS

Grupo	Orden	Tipo de lima	Tiempo hasta la fractura (segundos)	Numero de ciclos hasta la fractura (NCF)	Longitud de fractura (mm)
A	1	Excalibur	868.2	5064.47	7.5
	2	Excalibur	744	4339.97	3
	3	Excalibur	934.8	5452.96	3
	4	Excalibur	961.2	5606.96	3
	5	Excalibur	864.6	5043.47	3
	6	Excalibur	1413.6	8245.95	3.5
	7	Excalibur	1282.2	7479.45	8
	8	Excalibur	919.8	5365.46	3
	9	Excalibur	1159.8	6765.46	3
	10	Excalibur	1156.2	6744.46	3
B	11	RC Blue	856.8	4997.97	3.5
	12	RC Blue	862.2	5029.47	3.5
	13	RC Blue	1031.4	6016.46	3.9
	14	RC Blue	1636.8	9547.94	4.1
	15	RC Blue	1888.8	11017.93	8.5
	16	RC Blue	514.8	3002.98	8.1
	17	RC Blue	574.8	3352.98	8
	18	RC Blue	364.2	2124.48	8.8
	19	RC Blue	910.8	5313.96	5
	20	RC Blue	567.6	3310.98	5
C	21	REC Blue	190.2	1109.49	7
	22	REC Blue	241.2	1406.99	7
	23	REC Blue	122.4	713.99	6.5
	24	REC Blue	240	1399.99	7
	25	REC Blue	199.2	1161.99	7
	26	REC Blue	258.6	1508.49	7
	27	REC Blue	153.6	895.99	7.9
	28	REC Blue	241.8	1410.49	7
	29	REC Blue	251.4	1466.49	7.5
	30	REC Blue	148.8	867.99	7

**Nota: Elaboración propia.**

## ANEXO 03:

### SECUENCIA FOTOGRÁFICA

#### INSTRUMENTOS



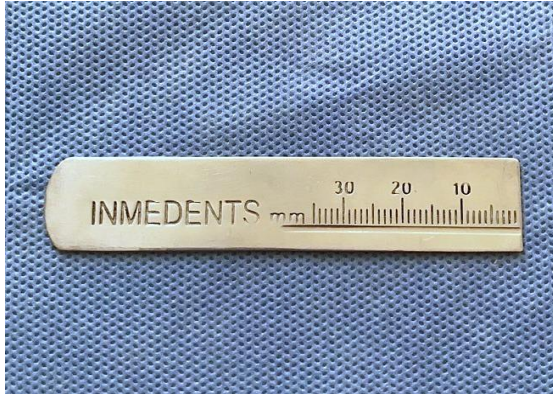
Limas Excalibur® (ZARC) 25mm



Limas RC BLUE (DPerfect) 25mm



Limas REC blue file (Dentaline) 25mm



Regla milimetrada para endodoncia



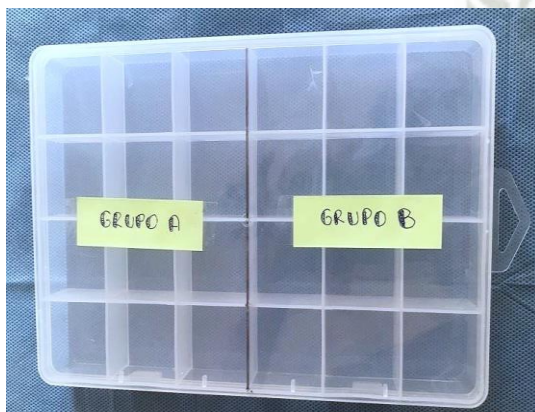
Punta aplicadora y jeringa de 10 ml



Endomotor E-Connect S / Eighteenth



Aceite sintético multiusos Hucc



Caja organizadora para las tiras fragmenta



## PROCEDIMIENTO



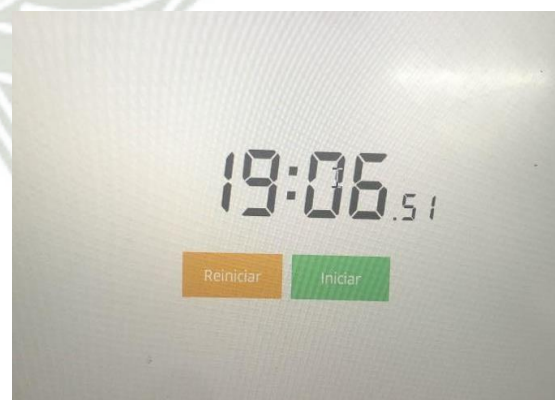
Colocación de la LT de 18mm



Introducción de la lima (previa lubricación)



Movimiento controlado con giro recíproco de 150°/30° a una velocidad de 350 RPM



Todo el procedimiento fue cronometrado



Se detuvo el cronómetro y el endomotor al momento de la fractura



El segmento fractura fue medido con la regla milimetrada