



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

Facultad de  
**ESTOMATOLOGÍA**

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA Y EL  
TIEMPO DE FRACTURA DE DOS TIPOS DE LIMAS DE NÍQUEL TITANIO  
PROBADAS EN MOVIMIENTO RECIPROCANTE EN UN CONDUCTO  
RADICULAR ARTIFICIAL

EVALUATION OF THE RESISTANCE TO CYCLIC FATIGUE AND  
FRACTURE TIME OF TWO TYPES OF NICKEL TITANIUM FILE TESTED  
IN RECIPROCATING MOTION IN AN ARTIFICIAL ROOT CANAL

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
ENDODONCIA

AUTORES

BENNY FREDDY BUSTILLO PASHANASE

DAVID CONDORI NAVARRETE

ASESORA

ALLISON KARINA CHAVEZ ALAYO

LIMA-PERÚ

2025



## **JURADO**

Presidente: Esp. CD. ANTONIO ERNESTO DENEGRI HACKING

Vocal: Dr. ERIC HERNAN COAGUILA LLERENA

Secretario: Esp. CD. PIERRE ALFREDO MEJIA ROJAS

Fecha de sustentación: 27-06-2025

Calificación: Aprobado

**ASESOR DE TESIS**

**ASESORA**

Mg. Esp. ALLISON KARINA CHAVEZ ALAYO

Departamento Académico de Clínica Estomatológica

ORCID: 0000-0003-0055-1796

## **DEDICATORIA**

“A Dios, por permitirnos alcanzar nuestros objetivos y metas profesionales con bienestar y salud. A nuestras familias, por su esfuerzo diario y apoyo incondicional, y por enseñarnos a ser mejores personas cada día. A nuestros docentes, por ser nuestras guías y mostrarnos el camino en nuestra formación académica.”

## **AGRADECIMIENTO**

“Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a todas las personas que nos han apoyado durante este proceso. En primer lugar, a nuestras familias por su amor y paciencia. A nuestra asesora Dra. Allison Chávez Alayo por su paciencia, orientación y conocimiento. A nuestros amigos por su motivación y ánimo. A todos aquellos que nos han brindado su tiempo y experiencia. Sin ustedes, este logro no sería posible. Gracias por estar a nuestro lado durante este camino. Es un logro que compartimos juntos”.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Este trabajo fue autofinanciado.

## **DECLARACIÓN DE CONFLICTOS DE INTERÉS**

La presente tesis es original, producido por los investigadores y no es copia de otra fuente total o parcialmente.

Los autores declaramos no tener ningún conflicto de interés relacionado a la presente investigación.

# RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD



UNIVERSIDAD PERUANA  
CAYETANO HEREDIA

Facultad de  
ESTOMATOLOGÍA

EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA Y EL  
TIEMPO DE FRACTURA DE DOS TIPOS DE LIMAS DE NÍQUEL TITANIO  
PROBADAS EN MOVIMIENTO RECIPROCANTE EN UN CONDUCTO  
RADICULAR ARTIFICIAL

EVALUATION OF THE RESISTANCE TO CYCLIC FATIGUE AND  
FRACTURE TIME OF TWO TYPES OF NICKEL TITANIUM FILE TESTED  
IN RECIPROCATING MOTION IN AN ARTIFICIAL ROOT CANAL

TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN  
ENDODONCIA

AUTORES

BENNY FREDDY BUSTILLO PASHANASE

DAVID CONDORI NAVARRETE

ASESORA

ALLISON KARINA CHAVEZ ALAYO

LIMA-PERÚ

2025

24% Similitud Filtros

estándar

Fuentes Mostrar las fuentes solapadas

1 Internet	hdl.handle.net	16%
56 bloques de texto	610 palabra que coinciden	
2 Internet	repositorio.uigv.edu.pe	3%
12 bloques de texto	117 palabra que coinciden	
3 Internet	repositorioinstitucional.uaslp.mx	1%
5 bloques de texto	46 palabra que coinciden	
4 Internet		

## TABLA DE CONTENIDOS

	<b>Pág.</b>
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Objetivos	5
III. Materiales y Métodos	6
IV. Resultados	12
V. Discusión	13
VI. Conclusiones	16
VII. Referencias Bibliográficas	17
VIII. Tablas y Gráficos	21
Anexos	

## RESUMEN

**Antecedentes:** El instrumental endodóntico puede ser evaluado en distintos aspectos entre los que se encuentran la resistencia a la fatiga cíclica y su tiempo de fractura. La resistencia a la fatiga cíclica es la capacidad de un instrumento de níquel-titanio (NiTi) para soportar múltiples ciclos de flexión y torsión durante la preparación biomecánica de los conductos radiculares antes de su fractura.

**Objetivo:** Determinar la resistencia a la fatiga cíclica de las limas NiTi *Reciproc*® *VDW* y *Rec File*® *DENTALINE*, probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.

**Materiales y Métodos:** La investigación fue de tipo experimental y prospectivo. El método utilizado fue la observación de la resistencia a la fatiga cíclica de 20 limas NiTi *Reciproc*® *VDW* y 20 limas *Rec File*® *DENTALINE* en movimiento recíprocante. **Resultados:** Se encontró que las limas *Reciproc*® *VDW* tuvieron un promedio de resistencia a la fatiga cíclica mayor con 598,61 NFC a comparación de las limas *Rec File*® *DENTALINE* con una media de 566,23 NFC. No se halló diferencias significativas entre ambos grupos de limas.

**Conclusiones:** La resistencia a la fatiga cíclica y el tiempo de fractura entre las limas *Reciproc*® *VDW* y *Rec File*® *DENTALINE* probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial fue similar.

**Palabras claves:** Fatiga, endodoncia, fractura por fatiga

## ABSTRACT

**Background:** Endodontic instruments are evaluated in two aspects, resistance to cyclical fatigue and fracture time. The resistance to cyclic fatigue is the ability of a nickel-titanium (NiTi) instrument to withstand multiple cycles of bending and torsion during the biomechanical preparation of root canals before fracture.

**Objective:** To determine the resistance to cyclical fatigue of NiTi Reciproc® VDW and Rec File® DENTALINE files, tested in reciprocating motion in an artificial root canal.

**Materials and Methods:** The research was experimental, descriptive and cross-sectional. The method used was the observation of the resistance to cyclical fatigue of 20 NiTi Reciproc® VDW files and 20 Rec File® DENTALINE

files in reciprocating motion. **Results:** It was found that the Reciproc® VDW files had a higher average resistance to cyclic fatigue with 598.61 NCF compared to the Rec File® DENTALINE files with an average of 566.23 NCF. No significant differences were found between both groups of files. **Conclusions:** The resistance to cyclic fatigue and time to fracture between Reciproc® VDW and Rec File® DENTALINE files tested in reciprocating motion in an artificial root canal were similar.

**Keywords:** Fatigue, endodontics, fractures stress

## I. INTRODUCCIÓN

En los tratamientos de endodoncia se ha utilizado diferentes aleaciones metálicas para la confección de los instrumentos con la finalidad de conseguir una buena preparación biomecánica y la mejor adaptación a la anatomía del conducto radicular.<sup>1</sup> Entre los materiales más usados para la fabricación de instrumentos endodónticos en los últimos años destaca la aleación de níquel titanio (Ni-Ti), usado principalmente para la confección de instrumental rotatorio, el cual ha llegado incluso a reemplazar en gran medida a las limas de acero inoxidable. Este tipo de instrumental se denomina rotatorio debido a su capacidad de rotar 360° dentro del conducto radicular, y funciona con el apoyo de una fuente de energía.<sup>2,3</sup>

La aleación Ni-Ti tiene la capacidad de modificar su enlace atómico y producir cambios en sus propiedades mecánicas y disposición cristalográfica en función de la temperatura y estrés soportado, permitiéndole tener un comportamiento óptimo de gran utilidad.<sup>4,5</sup> Sin embargo, no está exento de accidentes como la fractura en su continuidad debido al stress ocasionado en alguna región de su longitud<sup>6</sup>, la cual es una degeneración que ocurre al ser sometidas las limas a cargas cíclicas dentro del conducto pudiendo producir fractura por fatiga cíclica o torsión.<sup>7,8</sup> En el primer caso, el instrumento rota en una curvatura produciéndose ciclos de tensión/compresión que al pasar del punto de máxima flexión se produce la fractura, ya que al mantenerse en una posición estática y girar, la mitad del instrumento se encuentra en tensión, mientras que la otra mitad está en compresión y este ciclo continuo aumenta su fatiga cíclica.<sup>9,10</sup> Este tipo de accidentes se encuentra relacionado a la forma del conducto ya que se presenta con mayor frecuencia en aquellos con curvaturas severas.<sup>11,12</sup>

En el caso de fracturas por torsión, estas se producen cuando la punta del instrumento o una sección de la lima se traba o bloquea permaneciendo dentro del conducto radicular y simultáneamente el vástago sigue girando llegando a traspasar su límite elástico. Generalmente, en estos casos se puede identificar signos específicos como la deformación plástica en los instrumentos lo cual es importante considerar para prevenir o disminuir el riesgo de fractura.<sup>13,14</sup>

Frente a esta situación, en el presente estudio el instrumental endodóntico es evaluado en dos aspectos, la resistencia a la fatiga cíclica y su tiempo de fractura. La resistencia a la fatiga cíclica es la capacidad del instrumento para soportar esfuerzos de flexión sin fallar durante la preparación biomecánica de los conductos radiculares antes de su fractura. Durante la realización de tratamientos de conductos las limas de endodoncia se encuentran sometidas a movimientos de flexión apareciendo tensiones de flexión que pueden provocar fallas por fatiga si la lima no puede soportar estas cargas<sup>15</sup>.

Estudios como el de Calderón (2016)<sup>7</sup> concluyeron que las limas utilizadas en movimiento recíprocante tuvieron mayor resistencia a la fatiga cíclica, así también, el sistema *WaveOne® Gold* evidenció mejores resultados en comparación con otros sistemas como el *Reciproc®*. De igual manera, investigaciones como la de Gil (2017)<sup>16</sup> observaron que la resistencia a la fatiga cíclica está influenciada por el tipo de aleación del instrumental, siendo la de M-Wire superior a la aleación de NiTi convencional; y por la sección transversal del instrumento ya que en un área más ancha disminuirá su resistencia.

El tiempo de fractura es la cantidad de segundos que le toma a un instrumento sufrir una separación por fatiga cíclica o fuerzas de torsión.<sup>17</sup> En el estudio realizado por

Miranda (2018)<sup>18</sup> se observó que las limas de tipo *Reciproc® Blue* tuvieron mayor tiempo de fractura en comparación a las limas *WaveOne® Gold* frente a fuerzas de flexión, sin embargo, considerablemente menos en la prueba de torsión. De igual manera, Correa (2019)<sup>19</sup> observó que a diferentes angulaciones (45°, 60° y 90°) de curvatura, las limas *Reciproc® Blue* tuvieron mayor tiempo de fractura lo que aumentó significativamente su resistencia a la fatiga cíclica.

Se debe tomar en cuenta que un factor muy importante para la distribución de la tensión durante la carga del instrumento es el diámetro del mismo. A valores mayores aumenta el riesgo de fatiga por flexión en comparación con aquellos con diámetro menor.<sup>15</sup> En contraparte, un diámetro mayor aumentará el área en su sección transversal por lo que aumenta la resistencia a una fractura torsional.<sup>20,21</sup> Otro factor a tener en cuenta es el diseño de los instrumentos rotatorios, se ha observado que aquellos con diseño de estría en U y un área transversal seccional reducido son más flexibles en comparación con los instrumentos de diseño de triple hélice triangular, sin embargo, también se muestran con mayor riesgo frente a fuerzas de torsión por su debilidad.<sup>22,23</sup>

De igual manera se debe de considerar los factores intrínsecos de la pieza dentaria en la cual se va a trabajar como, por ejemplo, la angulación y posición de su curvatura. En varios estudios se ha observado que a menor radio de curvaturas de conductos radiculares la vida útil del instrumento se reduce. En investigaciones sobre fatiga cíclica se ha demostrado que ha mayor ángulo de la curvatura la resistencia del instrumento es menor, mientras, en estudios que han aumentado el diámetro del instrumento en el punto de máxima curvatura el tiempo a la fractura se reduce.<sup>24</sup> Al estudiar la posición de la curvatura del conducto se evidenció que al

encontrarse en una porción más coronal el instrumento se somete a una tensión máxima.<sup>25,26</sup>

En esta investigación se utilizarán las limas NiTi del sistema *Reciproc® VDW* y *Rec File® DENTALINE*. El primer sistema elaborado en aleación NiTi M-Wire tiene la propiedad de mejorar la flexibilidad y resistencia a la fatiga cíclica, se caracteriza por presentar una sección transversal en forma de S encontrándose generalmente en tres tipos de presentaciones R25, R40 y R50 en longitudes de 21, 25 y 31 mm y conicidades de 0.08, 0.06 y 0.05, respectivamente.<sup>27,28</sup>

El segundo sistema está elaborado con la aleación *MaxTEch 3.0* NiTi el cual según el fabricante mejora considerablemente la fatiga cíclica además que el diseño con taper regresivo evitará una pérdida innecesaria en la sección coronal. Entre sus indicaciones principales se encuentra su uso preferente para conductos curvos y estrechos, presentándose en medidas de 25.08, 40.06 y 50.05.

Este trabajo de investigación tuvo el propósito de evaluar la resistencia a la fatiga cíclica y el tiempo de fractura de dos limas *Reciproc® VDW* y *Rec File® DENTALINE* probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial simulado, lo cual brinda al clínico información aproximada de la resistencia a la fatiga cíclica de las limas evaluadas.

## II. OBJETIVOS

### Objetivo General

Determinar la resistencia a la fatiga cíclica de las limas NiTi *Reciproc® VDW* y *Rec File® DENTALINE*, probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.

### Objetivos Específicos

1. Determinar la resistencia a la fatiga cíclica de las limas *Reciproc® VDW* probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.
2. Determinar la resistencia a la fatiga cíclica de las limas *Rec File® DENTALINE* probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.
3. Determinar el tiempo a la fractura de Limas *Reciproc® VDW* probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.
4. Determinar el tiempo a la fractura de Limas *Rec File® DENTALINE* probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.
5. Comparar la resistencia a la fatiga cíclica de las limas *Reciproc® VDW* y *Rec File® DENTALINE* probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.
6. Comparar el tiempo a la fractura de las limas *Reciproc® VDW* y *Rec File® DENTALINE* probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.

### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **Diseño de estudio**

La presente investigación fue de tipo experimental y prospectivo.

#### **Población**

La población estuvo conformada por los dos tipos de limas NITI, *Reciproc® VDW (25/08)* y *Rec File® DENTALINE (25/08)*.

#### **Muestra**

Unidad de análisis : Lima NITI *Reciproc® VDW (25/08)* y *Rec File® DENTALINE (25/08)*.

Tamaño de la muestra: Basado en los antecedentes de investigación<sup>4,13</sup> se estableció una muestra total de 40 limas divididas en 02 grupos : 20 limas NITI *Reciproc® VDW (25/08)* y 20 *Rec File® DENTALINE (25/08)*.

Selección de la muestra: Para la selección de los participantes se realizó con un muestreo no probabilístico y se tomó en cuenta los siguientes criterios:

#### **Criterios de inclusión**

- Limas NiTi *Reciproc® VDW (25/08)* y *Rec File® DENTALINE (25/08)* nuevas con el cumplimiento de las características y especificaciones del fabricante.

## **Criterios de exclusión**

- Limas NiTi *Reciproc*® *VDW* (25/08) y *Rec File*® *DENTALINE* (25/08) en las que se observen deformaciones mediante la observación a través del microscopio Global, USA con un aumento de 32X.
- Limas NiTi *Reciproc*® *VDW* (25/08) y *Rec File*® *DENTALINE* (25/08) y nuevas en las que se observen defectos de fábrica produciendo alteraciones sobre su longitud.

## **Definición operacional de las variables**

- **Variable independiente de estudio:** Tipo de lima

### **Definición operacional**

Instrumental endodóntico usado para la preparación del conducto radicular cuyas variantes pueden ser identificadas de acuerdo a la forma de su sección transversal y a la presencia de estrías cortantes por milímetro de longitud

**Tipo de variable:** Variable cualitativa

**Forma de registro:** Escala nominal: Lima NiTi *Reciproc*® *VDW* (25/08) / Lima NiTi *Rec File*® *DENTALINE* (25/08).

- **Variable dependiente:** Resistencia a la fatiga cíclica

Es la capacidad del instrumento de mantenerse en movimiento recíprocante durante la preparación biomecánica de los conductos radiculares antes de su fractura. Operativamente se consideró al número de ciclos en movimiento recíprocante que se somete al instrumento antes de su fractura al ser

utilizado en un conducto radicular artificial de 60° en curvatura y con un radio de 5mm.

**Tipo de variable:** Variable cuantitativa

**Forma de registro:** Escala de razón

- **Variable dependiente:** Tiempo de fractura

Lapso temporal medido en segundos desde el inicio del movimiento reciprocante hasta la ocurrencia de la fractura del instrumento

**Tipo de variable:** Variable cuantitativa

**Forma de registro:** Escala de razón

### **Procedimientos y Técnicas**

El método utilizado fue la observación de la resistencia a la fatiga cíclica de las limas NiTi *Reciproc*® *VDW* y *Rec File*® *DENTALINE* en movimiento reciprocante, para ello se utilizó un dispositivo que ha sido aplicado anteriormente en investigaciones previas, fabricado por la empresa FABRISTEM SAC con el apoyo de especialistas en el área de metal mecánica, para realizar las simulaciones del instrumento contenido en un conducto radicular artificial de forma reproducible según las indicaciones realizadas por Plotino et al. <sup>24</sup>

Del total de la muestra, igual número de limas fueron del tipo *Reciproc*® *VDW* y *Rec File*® *DENTALINE*. A cada uno de ellos se le aplicó el movimiento reciprocante. Formándose de esta manera 2 grupos de experimentación:

Grupo 1: Limas *Reciproc*® *VDW* (25/08) utilizada con movimiento reciprocante

Grupo 2: Limas *Rec File*® *DENTALINE* (25/08) utilizada con movimiento recíprocante.

Cada instrumento seleccionado fue revisado a través de observación microscópica, las limas que tuvieron defectos o deformidades fueron separadas antes del experimento. El conducto radicular artificial para este estudio fue diseñado mediante electroerosión del modelo asistido por un ordenador el cual garantizó un radio de curvatura de 5 mm desde la superficie interna cóncava del conducto, el ángulo de su curvatura será de 60° medidos según el método de Pruett<sup>29</sup>. Así también, el centro de esta curvatura se ubicó a 5 mm desde la punta del instrumento y un segmento será de 5 mm de longitud de forma aproximada. Se tuvo en cuenta que el conducto reproducirá la conicidad y tamaño del instrumento, garantizando de esta manera una trayectoria adecuada.

Posteriormente, el conducto fue cubierto por una lámina de vidrio rectangular de 2 mm de grosor que permitió la observación del momento de la fractura del instrumento y con ello se pudo prevenir la pérdida de los fragmentos de las limas. Un contra ángulo con reducción 6:1 (Sirona Dental Systems) fue montado en un dispositivo móvil que permitió un posicionamiento preciso y simple de cada instrumento dentro del conducto artificial, asegurando alineamiento y posicionamiento tridimensional de los instrumentos a la misma profundidad, el cual fue activado por un motor de control de torque (Silver Reciproc VDW, Múnich Germany), en el programa preestablecido “Reciproc ALL” y se accionaron en ciclos recíprocantes automáticamente a 300rpm.

Se utilizó para la disminución de la fricción entre las paredes del conducto artificial y el instrumento un aceite sintético de fluido especial (WD 40 Company, San Diego, EEUU) usado también para las partes mecánicas. Cada lima fue utilizada en

movimiento recíproco hasta su fractura, midiendo la totalidad del tiempo en segundos con un cronómetro digital, desde que se inició la activación de la lima en movimiento recíproco hasta su fractura, visible o audible. Paralelamente, se filmó un video el cual fue revisado posteriormente para realizar una comparación. El número de ciclos de fractura en cada instrumento se obtuvo aplicando la fórmula propuesta por Al Obaida<sup>30</sup> realizando la multiplicación del tiempo (segundos) de fractura con el número de ciclos en movimiento recíproco por segundo. Para medición en milímetros de la longitud de la punta de la lima fracturada se utilizó un calibre digital (Vernier Digital LCD IP54: USA).

### **Aspectos éticos del estudio**

La presente investigación se rigió por los parámetros de la conducta ética en investigación por ello toda la información recolectada fue anónima y confidencial manejada únicamente por los investigadores para fines académicos. Así también antes de su ejecución se buscó la aprobación de la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUICT)/Comité Institucional de Ética en Investigación (CIEI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Debido a la naturaleza experimental de la investigación se utilizaron equipos e instrumentos fabricados y comercializados por empresas de productos odontológicos por lo que no fue necesaria la toma de consentimientos informados.

## **Plan de análisis**

La información recolectada fue ingresada a una base de datos, tomando en cuenta la naturaleza de las variables se manejaron estadísticos de resumen y dispersión (media, desviación estándar, valor mínimo y valor máximo) sobre los valores de la fatiga cíclica y el tiempo de fractura de los instrumentos. Estos fueron ordenados y presentados según los grupos experimentales conformados. También se realizaron pruebas de estadística inferencial. Se utilizó la prueba de Kolmogorov Smirnov para determinar la distribución normal de las variables cuantitativas, una vez confirmado, se aplicó la prueba de T de Student para grupos independientes y evaluar las diferencias significativas entre los grupos. Todas las pruebas estadísticas se realizaron con un nivel de confianza del 95% y un nivel de significancia del 0.05. Los análisis descriptos se realizaron con el programa estadístico informático Statistical Package for the Social Sciences - SPSS versión 26.0.

#### IV. RESULTADOS

Con respecto a la variable resistencia a la fatiga cíclica se encontró que las limas *Reciproc® VDW* tuvieron un promedio mayor con 598.61 NCF a comparación de las limas *Rec File® DENTALINE* con una media de 566.23 NCF. Debido a la naturaleza cuantitativa de los datos, se realizó la prueba de normalidad de Kolmogorov Smirnov determinando que los datos tuvieron una distribución normal por lo que se procedió a aplicar una prueba de estadística paramétrica. Sin embargo, la significancia determinada al aplicar la prueba de T de Student fue de 0.407 por lo que se consideró que esta diferencia no fue estadísticamente significativa.

De igual manera se realizó el análisis de la variable tiempo de fractura, hallando que las limas *Reciproc® VDW* tuvieron un mayor tiempo de aplicación antes de su fractura con un promedio de 119.72 segundos en comparación con las limas *Rec File® DENTALINE* con 113.24 segundos. De forma semejante se aplicó la prueba de Kolmogorov Smirnov para la determinación de su distribución hallando que los datos tuvieron una tendencia a la normalidad por lo que se aplicó la prueba de T de Student para grupos independientes, sin embargo, no se encontró una diferencia significativa.

## V. DISCUSIÓN

La fractura o separación de un instrumento siempre es una complicación para el profesional en su trabajo clínico que puede poner en peligro el éxito del tratamiento de conductos, estudios anteriores<sup>2,4,6</sup> han determinado que la fatiga cíclica es la causa principal de una separación de lima, es por ello que se han realizado numerosos estudios en los cuales las limas han sido sometidas en conductos artificiales para observar su comportamiento con respecto a su fatiga cíclica<sup>5,6,10,11</sup>.

Este estudio evaluó y comparó la resistencia a la fatiga cíclica de dos instrumentos de endodoncia en movimiento recíprocante, la lima *Reciproc*® *VDW* y la lima *Rec File*® *DENTALINE*. En la revisión de la literatura científica que se ha realizado a la fecha para el desarrollo de este trabajo, no se ha encontrado otras investigaciones o antecedentes que hayan profundizado en el estudio de la lima *Rec File*® *DENTALINE*, ni realizado un contraste entre esta y la lima *Reciproc*® *VDW* es por ello la importancia de esta investigación ya que es una lima que se utiliza y comercializa ampliamente en el medio local por lo que es necesario obtener información de su comportamiento.

Al realizar el análisis de los resultados obtenidos se ha determinado que no existe diferencia estadísticamente significativa entre ambos tipos de limas y este resultado puede ser explicado debido a las características semejantes que comparten las dos limas como son su calibre, sección transversal y taper.

Estas limas están constituidas por una aleación de níquel-titanio. Este tipo de aleación otorga al instrumento propiedades antioxidantes y antimagnéticas siendo constituido por 55 a 60% de níquel y 40 a 45% de titanio. Gavini et al (2018)<sup>37</sup>

afirman que las aleaciones de níquel-titanio tienen la capacidad de deformarse hasta un 8% más de su límite elástico sin presentar una deformación residual. Debido a ello todo instrumento elaborado con esta aleación tendrá mayor flexibilidad en comparación de antecesores fabricados con acero inoxidable, además de buena capacidad de corte y mayor resistencia a la fractura.

Otro aspecto importante que explica las semejanzas entre ambos tipos de limas es su sección transversal en forma de S, la cual estudios como el de Liang et al (2022)<sup>38</sup> han determinado que mejora la eficacia y flexibilidad del corte. Gracias a este diseño ambas limas logran un movimiento eficiente que ejerce solo una ligera presión produciendo un mínimo de estrés sobre la dentina.

Sin embargo, cada lima tiene un tratamiento térmico diferente, en el caso de la Lima *Reciproc*® *VDW* han seguido un tratamiento térmico pre-manufactura en el cual predomina la austenita lo que se refleja en la mejora de sus propiedades mecánicas y aumenta su resistencia a la fatiga siendo denominado M-Wire. Mientras que las Lima *Rec File*® *DENTALINE* son denominadas MaxTech 3.0 ya que el fabricante afirma que el tratamiento térmico recibido mejora la memoria elástica del instrumento.

Con respecto a la resistencia a la fractura, ambas limas tuvieron una media distinta, siendo la lima *Reciproc*® *VDW* ligeramente mayor, sin embargo, en el contraste estadístico no se hallaron diferencias significativas, probablemente esta situación se deba a las características semejantes que comparten los dos tipos de limas como su sección transversal y el tipo de aleación para su fabricación.

En cuanto al tiempo de fractura, los promedios encontrados tienen la misma tendencia que la variable resistencia, es decir, las limas *Reciproc*® *VDW* tuvieron un promedio de tiempo a la fractura ligeramente mayor que las *Rec File*® *DENTALINE* sin que fuera estadísticamente significativo. Este resultado es lógico ya que ambas variables se encuentran asociadas debido a la fórmula matemática que utiliza el tiempo de fractura para la obtención de la resistencia a la fractura.

## VI. CONCLUSIONES

La resistencia a la fatiga cíclica de las limas *Reciproc*® *VDW* fue de 598.61 NCF probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.

La resistencia a la fatiga cíclica de las limas *Rec File*® *DENTALINE* fue de 566.23 NCF probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.

Dentro de las limitaciones del estudio, la resistencia a la fatiga cíclica entre las limas *Reciproc*® *VDW* y *Rec File*® *DENTALINE* probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial fue similar.

El tiempo de fractura de las limas *Reciproc*® *VDW* fue de 119.72 segundos probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.

El tiempo de fractura de las limas *Rec File*® *DENTALINE* fue 113.24 segundos probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial.

Dentro de las limitaciones del estudio, el tiempo de fractura entre las limas *Reciproc*® *VDW* y *Rec File*® *DENTALINE* probadas en movimiento recíprocante en un conducto radicular artificial fue similar.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Prieto S, Cortes C, Gamboa L, Niño J. Evaluación de la resistencia teórica a la flexión de tres instrumentos utilizados en endodoncia mediante análisis de elementos finitos. *Univ. Odontol.* 2015; 34(73): 23-28
2. Montesdeoca M. Análisis de la fatiga cíclica de los instrumentos mecanizados de endodoncia IV, semestre A-2017. Trabajo de titulación. Guayaquil: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. 2017
3. Moradas M. Instrumentación rotatoria en endodoncia ¿Qué tipo de lima o procedimiento es el más indicado? *Av. Odontoestomatol.* 2017; 33(4): 151-160
4. Correa D, Hidalgo P. Fatiga cíclica de cuatro sistemas reciprocantes en una canaleta dinámica de raíces simuladas. *Odontología.* 2020; 22(2): 45-59
5. Pérez J. Análisis de los factores que influyen en la resistencia de los instrumentos de Níquel-Titanio a la fatiga cíclica flexural. Tesis para grado de doctor. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 2017
6. Taboada K. Resistencia a la fatiga cíclica de dos tipos de limas mecanizadas de acción alternada. Tesis para segunda especialidad. Lima: Universidad Inca Garcilaso de la Vega. 2019
7. Calderón A. Evaluación de la resistencia a la fatiga cíclica de diferentes instrumentos rotatorios: protaper gold, protaper next, hyflex cm, reciproc, wave one y wave one gold. Tesis para grado de maestro. Nuevo Leon: Universidad Autónoma de Nuevo Leon. 2016
8. Moradas M. Instrumentación rotatoria en endodoncia ¿Qué tipo de lima o procedimiento es el más indicado? *Av. Odontoestomatol.* 2017; 33(4): 151-160
9. Leal R. Análisis comparativo de la desviación del eje central utilizando tres sistemas de instrumentación: tp-adaptive reciprocante, protaper next y mtwo rotatorias. Tesis para grado de especialización. Nuevo Leon: Universidad de Nuevo Leon. 2016
10. Jimenez K. Eficacia de los sistemas rotatorios entre protaper next y wave one en la preparación biomecánica de conductos en molares. Trabajo para título profesional. Guayaquil: Universidad de Guayaquil. 2018
11. Ruiz C. Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica estática y dinámica de diferentes sistemas rotatorios. Tesis para grado de doctor. Valencia: Universidad de Valencia. 2020

12. Boldrini M. Rotacion continua versus reciprocante en endodoncia contemporánea. Trabajo para título de especialista. Mendoza: Universidad Nacional de Cuyo. 2020
13. Meneses A, Vieyra C. Comparacion de resistencia a la fractura por fatiga ciclica por flexión a diferentes angulaciones, de tres sistemas mecanizados: protaper next, superfile next y neonitl. Tesis para título profesional. Santiago: Universidad del Desarrollo. 2019
14. Generali L, Borghi A, Lusvargi L, Bolelli G. Evaluation of the usage-induced degradation of Genius and Reciproc nickel-titanium reciprocating instruments. *Odontology*. 2019; 107 (4): 473-481
15. Arias A. Efecto de distintas soluciones irrigadoras en la resistencia a la fatiga cíclica de instrumentos WaveOne Gold Glider y Proglider. Tesis de maestría. Madrid: Universidad Complutense de Madrid. 2019
16. Gil J. Comparacion in-vitro de la resistencia a la fatiga cíclica entre dos sistemas rotatorios de nique-titanio para crear el glidepath: Proglider y Pathfile. Tesis para doctor. Universidad de Jaume. 2017
17. Lara J. Fractura por fatiga cíclica de instrumentos rotatorios en conductos curvos. Tesis para maestría. San Luis de Potosí: Universidad Autónoma de San Luis de Potosí. 2010
18. Miranda M. Comparación de las propiedades de torsión y flexión de dos sistemas reciprocantes. Tesis para especialidad. Quito: Universidad Central del Ecuador. 2018.
19. Correa D. Análisis comparativo de la fatiga cíclica de cuatro sistemas reciprocantes mediante la creación de una canaleta dinámica de raíces simuladas. Tesis para título profesional. Quito: Universidad Central de Ecuador. 2019
20. Mesezes S, Machado S, Brandao D, Diana A. Cyclic fatigue resistance of Mtwo rotary instruments with two different instrumentation techniques. *Iran Endod J*. 2018; 13 (1): 11- 119
21. Shim K, Oh S, Kum K, Kim Y, Jee K, Chan S. Mechanical and metallurgical properties of various nickel- titanium rotary instruments. *Biomed Res Int*. 2017; 45(2): 86-91
22. Staffoli S, Grande N, Plotino G, Ozyurek T, Gundaogor M, Fortunato L. Influence of environmental temperature, heat-treatment and design on the cyclic fatigue resistance of three generations of a single-file nickel-titanium rotary instrument. *Odontology*. 2019; 107 (3): 301-307

23. Topçuoğlu HS, Topçuoğlu G, Akti A, Düzgün S. In vitro comparison of cyclic fatigue resistance of protaper next, hyflex cm, oneshape, and protaper universal instruments in a canal with a double curvature. *J Endod.* 2016; 42(6): 969-971
24. Díaz J. Influencia de los movimientos rotatorios y reciprocantes sobre la resistencia de dos instrumentos de níquel titanio. Tesis para título de especialidad. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia. 2018
25. Canalda C, Brau E. Endodoncia Técnicas clínicas y bases científicas. 4ª ed. Elsevier. Barcelona, España. 2019
26. Bergenholtz G, Horsted P, Reit C. Endodoncia. 2ª ed. Manual Moderno. Mexico. 2011
27. Pedulla E, LaRosa G, Vigilito C, Rapisarda E, Kim H. Cyclic fatigue resistance of nickel –titanium rotary instruments according to the angle of file Access and radius of root canal. *J Endod.* 2020; 46(3): 431-436
28. Cruz A, Barragan A, Bracamontes C, Amezcua O, Sanchez M, Ruvalcaba L. Procedimientos clínicos en endodoncia. 1ª ed. Ed Universitaria. Guadalajara, México. 2020
29. Pruett J, Clement D, Carnes D. Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments. *J Endod.* 1997 Feb;23(2):77-85.
30. Al-Obaida M, Merdad K, Alanazi M. Comparison of cyclic fatigue resistance of 5 heat-treated nickel-titanium reciprocating systems in canals with single and dobles curvatures. *JOE.* 2019; 1 (2): 1-5. Doi: <http://doi.org./10.1016/j.joen.2019.06.011>
31. Oh S, Kum KY, Kim HJ, Moon SY, Kim HC, Chaniotis A, Perinpanayagam H, Pedullá E, Chang SW. Bending resistance and cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold, Reciproc Blue, and HyFlex EDM instruments. *J Dent Sci.* 2020 Dec;15(4):472-478. doi: 10.1016/j.jds.2019.10.003.
32. Topçuoğlu HS, Demirbuga S, Düzgün S, Topçuoğlu G. Cyclic fatigue resistance of new reciprocating files (Reciproc Blue, WaveOne Gold, and SmartTrack) in two different curved canals. *J Investig Clin Dent.* 2018 Aug;9(3):e12344. doi: 10.1111/jicd.12344
33. 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 Summer;13(3):166-171. doi: 10.15171/joddd.2019.026

34. Özyürek T, Gündoğar M, Uslu G, Yılmaz K, Staffoli S, Nm G, Plotino G, Polimeni A. Cyclic fatigue resistances of Hyflex EDM, WaveOne gold, Reciproc blue and 2shape NiTi rotary files in different artificial canals. *Odontology*. 2018 Oct;106(4):408-413. doi: 10.1007/s10266-018-0340-y
35. Alsilani R, Jadu F, Bogari DF, Jan AM, Alhazzazi TY. Single file reciprocating systems: A systematic review and meta-analysis of the literature: Comparison of reciproc and WaveOne. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2016 Sep-Oct;6(5):402-409. doi: 10.4103/2231-0762.192945.
36. Duque JA, Bramante CM, Duarte MAH, Alcalde MP, Silva EJNL, Vivan RR. Cyclic Fatigue Resistance of Nickel-Titanium Reciprocating Instruments after Simulated Clinical Use. *J Endod*. 2020 Nov;46(11):1771-1775. doi: 10.1016/j.joen.2020.08.010
37. Gavini J, Santos M, Eduardo M, Machado J. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res*. 2018; 32 (supple): e67
38. Liang Y, Yue L. Evolution and development: engine-driven endodontic rotary nickel-titanium instruments. *Int J Oral Science*. 2022; 14 (12): 1-8

## VIII. TABLAS Y GRÁFICOS

Tabla 1. Comparación de número de ciclos a la fractura entre Limas *Reciproc*® *VDW* y *Rec File*® *DENTALINE*

Tipo de lima	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo	N
Reciproc	598.6100	116.30852	375.00	822.35	20
Rec File	566.2324	117.93820	327.20	691.65	20

p=0,407

Tabla 2. Comparación del tiempo a la fractura entre Limas *Reciproc*® *VDW* y *Rec File*® *DENTALINE*

	Media	Desv. Desviación	Mínimo	Máximo	N
Reciproc	119.7220	23.26170	75.00	164.47	20
Rec File	113.2465	23.58764	65.44	138.33	20

p=0,407

Tabla 3. Prueba T de Student para grupos independientes de resistencia a la fractura en Limas *Reciproc*® *VDW* y *Rec File*® *DENTALINE*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
						Inferior	Superior	
<b>Resistencia a la fractura</b>	Se asumen varianzas iguales	0.838	38	0.407	32.37765	38.61503	-46.01502	110.77032
	No se asumen varianzas iguales	0.838	33.887	0.408	32.37765	38.65986	-46.19833	110.95363

Tabla 4. Prueba T de Student para grupos independientes de tiempo de fractura en Limas

*Reciproc® VDW y Rec File® DENTALINE*

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia		
						Inferior	Superior	
Tiempo de fractura	Se asumen varianzas iguales	0.838	38	0.407	6.47553	7.72301	-9.203	22.15406
	No se asumen varianzas iguales	0.838	33.887	0.408	6.47553	7.73197	-9.23967	22.19073

Gráfico 1. Resistencia a la fractura en limas *Rec File® DENTALINE* y *Reciproc®*

*VDW*

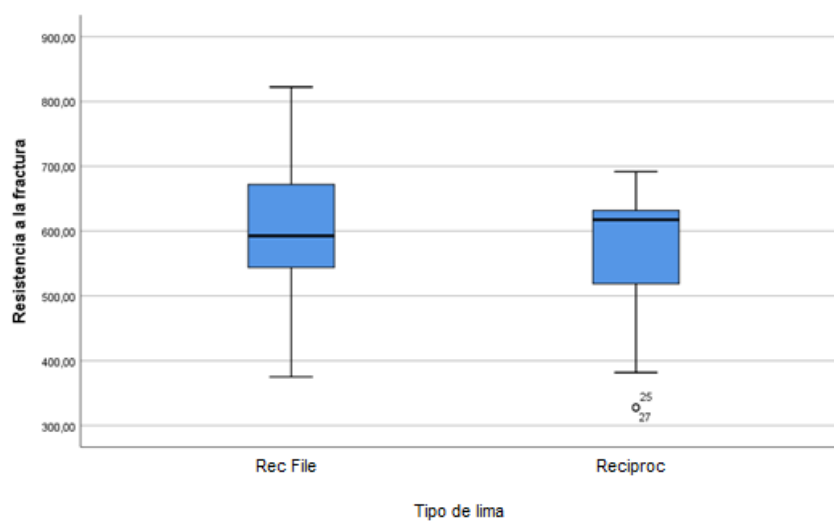
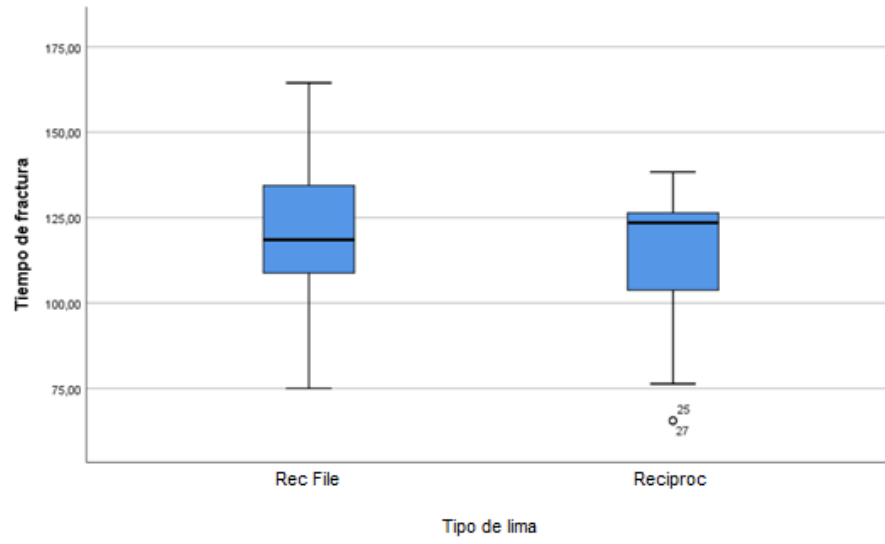
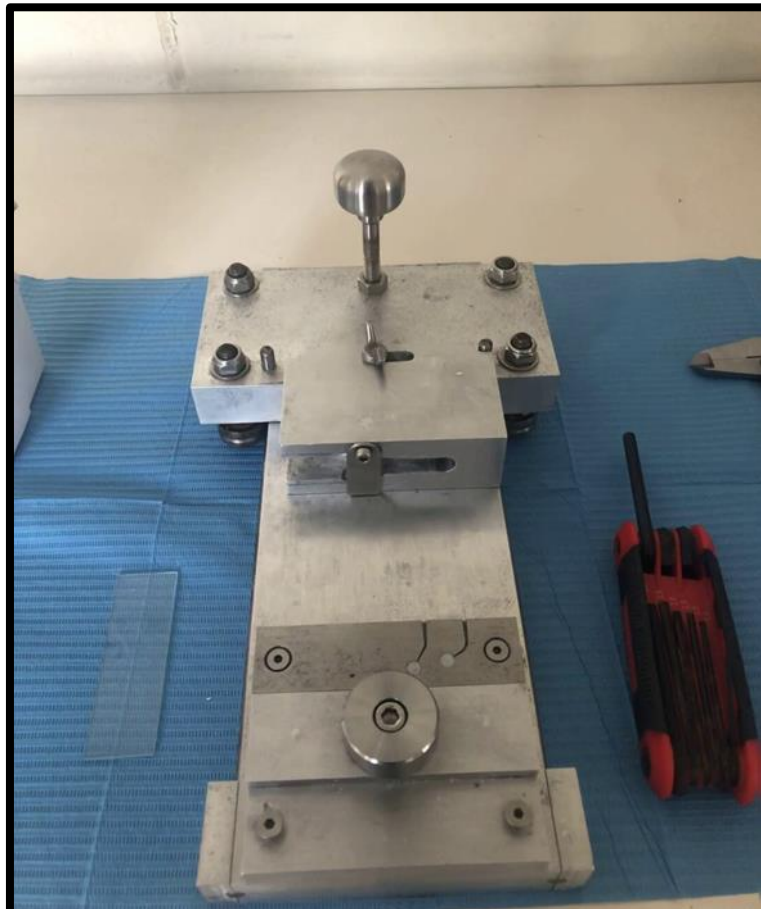


Gráfico 2. Tiempo a la fractura en limas *Rec File*® *DENTALINE* y *Reciproc*®

*VDW*



## **ANEXOS**



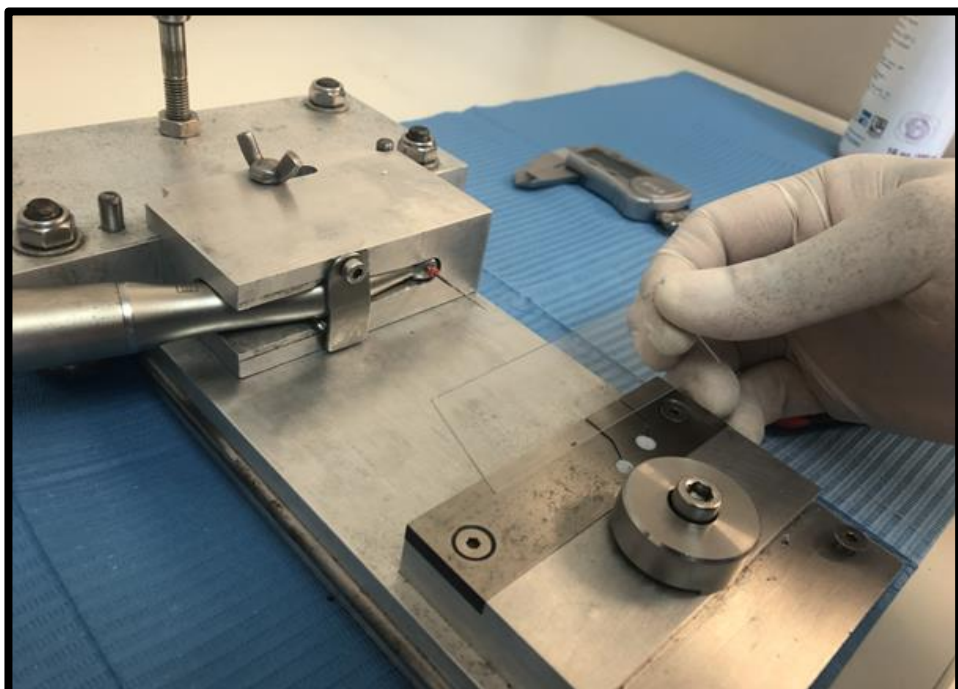
DISPOSITIVO DE PRUEBA



LIMAS RECIPROC VDW / LIMAS REC FILE DENTLINE



MOTOR CON CONTROL DE TORQUE EN EL PROGRAMA PREESTABLECIDO  
"RECIPROC ALL"



CONDUCTO ARTIFICIAL CUBIERTO POR UNA LAMINA DE VIDRIO



AJUSTANDO LAMINA DE VIDRIO SOBRE EL CONDUCTO ARTIFICIAL



MESA DE TRABAJO



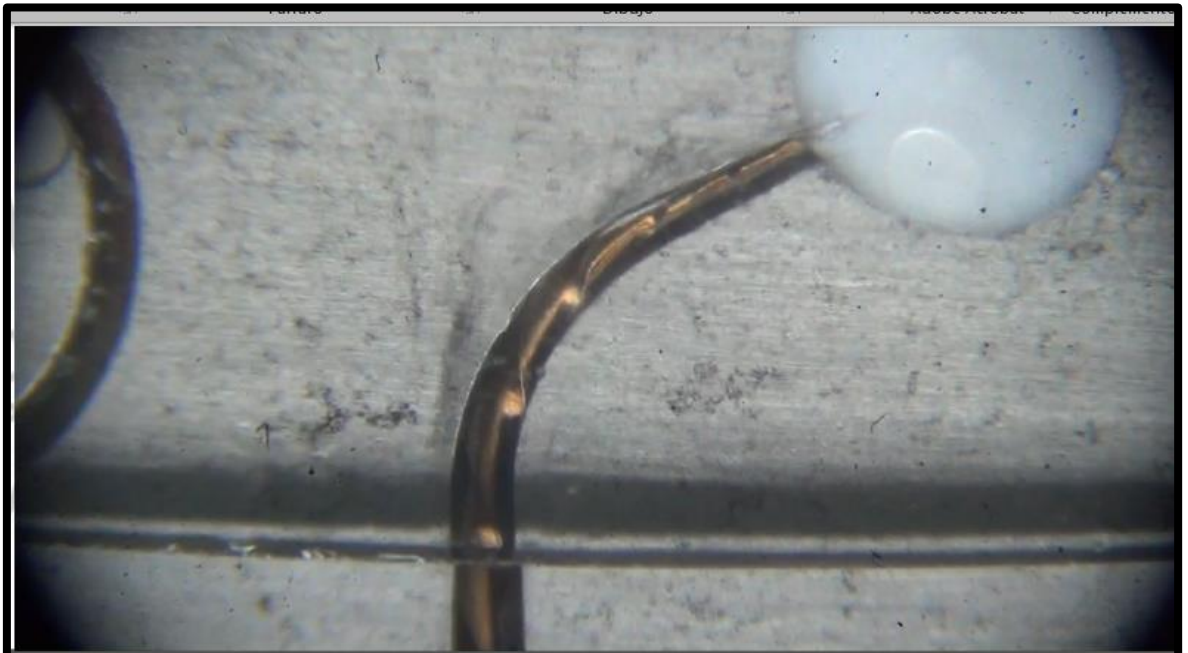
OBSERVACIÓN DE LAS LIMAS POR A TRAVÉS DEL MICROSCOPIO



REGISTRO EN VIDEO DE LA LIMA EN MOVIMIENTO RECIPROCANTE



VISTA MICROSCOPICA LIMA RECIPROC VDW EN MOVIMIENTO RECIPROCANTE



VISTA MICROSCOPICA LIMA REC FILE DENTALINE EN MOVIMIENTO RECIPROCANTE



MEDICIÓN DE FRAGMENTO DE LIMA POR MEDIO DE CALIBRADOR DIGITAL

**Tabla de Recolección de Datos**

<b>Lima</b>	<b>Tipo de lima</b>	<b>Tiempo de fractura (seg)</b>	<b>Número de ciclos de fractura</b>	<b>Longitud de punta de lima fracturada</b>
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				
11.				
12.				
13.				
14.				
15.				
16.				
17.				
18.				
19.				
20.				
21.				
22.				
23.				