



**Universidad
Norbert Wiener**

Powered by **Arizona State University**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**

Tesis

Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de
limas reciprocantes, Lima - 2023

**Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista**

Presentado por:


Autor: Trinidad Marcelo, Anthony

Asesora: Mg. Llerena Meza de Pastor, Veronica Janice

Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9146-0931>

Lima – Perú

2024

 Universidad Norbert Wiener	DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN		
	CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033	VERSIÓN: 01 REVISIÓN: 01	FECHA: 18/11/2023

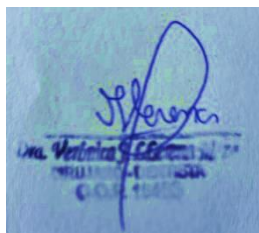
Yo, Anthony Trinidad Marcelo, egresado de la Facultad de Ciencias de la Salud y Escuela Académico Profesional de Odontología de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico **“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA FLEXIONAL ENTRE DOS SISTEMAS DE LIMAS RECIPROCANTES, LIMA - 2023”**, Asesorado por la docente Mg. Esp. CD. Veronica Janice Llerena Meza de Pastor, con N.º DNI 09920986 y código ORCID 0000 00191460931, tiene un índice de similitud de 17 (DIECISIETE) % con código **ID: oid: 14912309126295** verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el Turnitin de la universidad.
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



Firma del autor
 Nombres y apellidos del egresado
 Anthony Trinidad Marcelo
 DNI: 71434216



Firma de la asesora
 Nombres y apellidos de la Asesora
 Mg. Esp. CD. Veronica Llerena Meza de Pastor
 DNI: 09920986

Lima, 23 de enero del 2024.

Tesis

“Comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas reciprocantes, Lima - 2023”

Línea de investigación

Salud y bienestar

Asesora

Mg. Esp. CD. LLERENA MEZA DE PASTOR, VERONICA JANICE.

Código ORCID:

0000 00191460931

MIEMBROS DEL JURADO

Presidenta:

Secretaria:

Vocal:

Dedicatoria

A mis padres, por guiarme por el buen camino. Gracias por ser los pilares y espero la vida me permita agradecerle infinitamente su apoyo y motivación. También a mis hijos Marcelo y Alana quienes hoy son mi mayor inspiración para seguir con mis objetivos.

Agradecimiento

A mi asesora, muchas gracias por su paciencia, apoyo y por destinarme parte de su tiempo para poder culminar este proyecto satisfactoriamente. A mi compañera de vida, quien esta siempre presente en las buenas y en las malas, gracias por impulsarme a ser mejor persona, padre y profesional.

Índice general

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento	v
Índice general	vi
Índice de tablas	ix
Índice de figuras	x
Resumen	xi
Abstract.....	xii
Introducción.....	xiii
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA	1
1.1 Planteamiento del problema.....	1
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	3
1.3.1 Objetivo general	3
1.3.2 Objetivos específicos	4
1.4 Justificación de la investigación	4
1.4.1 Teórica	4
1.4.2 Metodológica	4
1.4.3 Práctica	5
1.5 Limitaciones de la investigación	6
1.5.1 Temporal.....	6
1.5.2 Espacial.....	6
1.5.3 Recursos.....	6
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1 Antecedentes de la investigación.....	8
2.1.1 Antecedentes nacionales.....	8
2.1.2. Antecedentes internacionales	11
2.2 Bases teoricas	15
2.2.1 Preparación mecanizada	15
2.2.2 Modelos de movimiento de limas endodónticas.....	17
2.2.3 Sistemas de limas reciprocantes	18
2.2.4 Resistencia a la fatiga cíclica flexional.....	21

2.3 Formulación de hipótesis.....	25
2.2.1 Hipótesis general.....	25
2.2.2 Hipótesis específicas.....	26
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA.....	27
3.1 Método de la investigación.....	27
3.2 Enfoque de la investigación.....	27
3.3 Tipo de investigación.....	28
3.4. Diseño de la investigación.....	28
3.5 Población, muestra y muestreo.....	29
3.5.1 Población.....	29
3.5.2 Muestra.....	30
3.5.3 Muestreo.....	30
3.6 Variables y operacionalización.....	32
3.6.1 Definición operacional.....	33
3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	33
3.7.1 Técnica.....	33
3.7.2 Descripción de instrumentos.....	33
3.7.3 Validación.....	35
3.7.4 Confiabilidad.....	35
3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos.....	36
3.9 Aspectos éticos.....	37
CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	38
4.1 Resultados.....	38
4.1.1 Análisis descriptivo de resultados.....	38
4.1.2 Prueba de hipótesis.....	40
4.1.2.1 Hipótesis general.....	41
4.1.2.2 Hipótesis específicas.....	42
4.1.3 Discusión de resultados.....	45
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	51
5.1 Conclusiones.....	51
5.2 Recomendaciones.....	51
REFERENCIAS.....	53
ANEXOS.....	63
Anexo 1: Matriz de consistencia.....	64
Anexo 2: Instrumentos.....	66

Anexo 3: Validez del instrumento	69
Anexo 4: Confiabilidad del instrumento	74
Anexo 5: Aprobación del Comité de Ética	75
Anexo 6: Solicitud de permiso para la recolección de los datos	76
Anexo 7: Informe del asesor	77
Anexo 8: Informe de Turnitin.....	78
Anexo 9: Fotografías	79

Índice de tablas

Tabla 1. Estadígrafos de los sistemas de limas recíprocantes según la resistencia a la fatiga cíclica flexional.....	38
Tabla 2. Prueba de normalidad de los sistemas de limas recíprocantes según la resistencia a la fatiga cíclica flexional.....	40
Tabla 3. Prueba de U – Mann Whitney entre la resistencia a la fatiga ciclical flexional en los sistemas de limas recíprocantes.	41
Tabla 4. Prueba de U – Mann Whitney entre la resistencia a la fatiga ciclical flexional según el número de ciclos.	42
Tabla 5. Prueba de U – Mann Whitney entre la resistencia a la fatiga ciclical flexional según la longitud de fragmento.	43
Tabla 6. Prueba de U – Mann Whitney entre la resistencia a la fatiga ciclical flexional según el tiempo de fractura	44
Tabla 7. Interpretación del valor Kappa.....	74
Tabla 8. Medidas simétricas.....	74

Índice de figuras

Figura 1. Distribución de promedio y desviación estándar	39
---	----

Resumen

El objetivo de esta investigación fue “Comparar la resistencia a la fatiga cíclica flexional en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023”. Se empleó una metodología analítica con enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y con diseño experimental, correlacional y prospectivo. La muestra incluyó 40 limas reciprocantes. La recolección de datos se llevó a cabo mediante la técnica de observación estructurada, utilizando como instrumento la ficha de recolección de datos. Los resultados permitieron la comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas reciprocantes, indicando que no existen diferencias significativas en términos de tiempo, longitud y número de ciclos en términos de tiempo, longitud y número de ciclos. Los valores de p obtenidos (0.482, 0.715 y 0.782 respectivamente) superaron el nivel de significancia establecido de 0.05, lo que sugiere que no hay evidencia suficiente para rechazar la hipótesis nula en ninguno de los parámetros evaluados. En conclusión, no se encontraron disparidades relevantes en la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre ambos sistemas de limas reciprocantes en los aspectos analizados, indicando una similitud en su rendimiento en las condiciones estudiadas.

Palabras clave: Fatiga cíclica; sistemas de limas reciprocantes; resistencia.

Abstract

The objective of this research is to "Compare the resistance to cyclic flexural fatigue in two reciprocating file systems, Lima-2023." An analytical methodology with a quantitative approach was employed, of an applied nature, and with an experimental, correlational, and prospective design. The sample included 40 reciprocating files. Data collection was carried out through the structured observation technique, using the data collection form as the instrument. The results allowed the comparison of resistance to cyclic flexural fatigue between two reciprocating file systems, indicating that there are no significant differences in terms of time, length, and number of cycles. The obtained p-values (0.482, 0.715, and 0.782 respectively) exceeded the established significance level of 0.05, suggesting that there is not enough evidence to reject the null hypothesis in any of the evaluated parameters. In conclusion, no relevant disparities were found in the resistance to cyclic flexural fatigue between both reciprocating file systems in the analyzed aspects, indicating a similarity in their performance under the studied conditions.

Keywords: Cyclic fatigue; reciprocating file systems; and resistance.

Introducción

Las limas de endodoncia, principalmente fabricadas con níquel-titanio (NiTi) debido a su flexibilidad y resistencia, desempeñan un papel crucial en la limpieza y modelado de conductos radiculares, preservando así la salud dental. El uso de estas herramientas es cada vez más extendido debido a su eficacia y seguridad, siendo una opción relevante para profesionales que buscan mejorar la eficiencia y precisión en la preparación de conductos.

Por otro lado, la resistencia a la fatiga cíclica flexional es esencial en el diseño de limas, asegurando su capacidad para soportar movimientos repetitivos y flexión, por lo tanto, comprender y optimizar esta resistencia es fundamental para la fiabilidad y durabilidad de las limas. Considerando propiedades del material, diseño y tratamientos superficiales, los fabricantes pueden desarrollar limas más resistentes, reduciendo el riesgo de fallos y mejorando las tasas de éxito en procedimientos de endodoncia.

El informe se estructura en cinco secciones distintas. La primera aborda los problemas asociados a las variables de estudio a nivel internacional, nacional y local, respaldando la ejecución del estudio y delineando sus restricciones y alcances. La segunda sección se centra en el marco teórico, resaltando eventos pasados relevantes y los principios esenciales que fundamentan las variables analizadas. La tercera parte detalla los fundamentos metodológicos que respaldan el tipo, enfoque y diseño de la investigación, describiendo las herramientas y métodos empleados para la recolección de datos. En el cuarto apartado, se presentan los resultados y se realiza un análisis basado en inferencias e interpretación de la información recolectada. Por último, la quinta sección comprende las conclusiones y recomendaciones del investigador, así como las referencias citadas y los anexos que complementan el proceso de recolección de datos.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

El tratamiento del conducto radicular (RCT) es un procedimiento dental de rutina para el manejo y la prevención de la periodontitis apical (PA), la cual se caracteriza por la inflamación y, en última instancia, la destrucción de la pulpa y los tejidos que rodean el ápice del diente por infiltración de toxinas bacterianas, subproductos metabólicos nocivos o patógenos y microorganismos que invaden el diente, más comúnmente por caries(1). Asimismo, esta puede manifestarse con o sin radiotransparencia apical y puede tener síntomas de dolor al morder y/o percusión o palpación; por lo tanto, el diagnóstico y manejo de la PA es de suma relevancia en pro del bienestar general y la salud de un individuo (2).

Un reciente estudio de metaanálisis reveló una alta prevalencia global de lesiones periapicales (PA), con un 52% de las personas mostrando al menos un diente con este tipo de lesión. Se observó una mayor prevalencia en países en desarrollo y en individuos con condiciones sistémicas (3). El tratamiento de las lesiones periapicales generalmente implica la limpieza y modelado del sistema de conductos radiculares mediante el uso de instrumentos como las limas de endodoncia. Estas herramientas están diseñadas para eliminar tejido infectado o contaminado, así como para dar forma a la dentina radicular (4).

Los procedimientos de endodoncia suelen presentar desafíos significativos, con diversos problemas que aumentan la dificultad y los riesgos asociados con el tratamiento necesario. Es crucial evaluar adecuadamente estos problemas, comenzando por un diagnóstico preciso y un pronóstico realista para establecer un plan de tratamiento integral

(5). Uno de estos desafíos notables es la fractura de instrumentos, especialmente las limas endodónticas. Aunque se ha mejorado el rendimiento de las limas de endodoncia con el tiempo, la fractura de estos instrumentos sigue siendo un desafío persistente (6).

Las limas de níquel-titanio poseen una alta flexibilidad debido a la transformación física entre sus fases austenítica y martensítica. Sin embargo, suelen fracturarse debido a la fatiga por flexión cíclica o a fallas por torsión. La prueba de fatiga cíclica se emplea para determinar la resistencia de las limas, contando los ciclos rotatorios hasta que se produce la fractura. En un canal curvo, estas limas experimentan ciclos de tensión y compresión en su punto de máxima flexión, que coincide con la zona de mayor curvatura dentro del simulado (7).

La resistencia a la flexión es igualmente crucial. Cuanto más se somete una lima rotatoria de Ni-Ti a flexiones en conductos curvos, menor será su vida útil (fallo por resistencia a la flexión) (8). Estos incidentes ocurren cuando el extremo o cuerpo de la lima se atascan en el canal mientras el vástago sigue girando; al excederse el límite elástico del metal debido al torque generado por la pieza de mano, la lima se fractura inevitablemente (9). Además, estudios han indicado que un fragmento fracturado de la lima rotatoria endodóntica puede obstruir el canal curvo, afectando negativamente el tratamiento. Esta obstrucción impide que los agentes desinfectantes alcancen áreas infectadas del canal radicular. Los sistemas de conductos radiculares no desinfectados adecuadamente pueden reducir la probabilidad de cicatrización en dientes con lesiones periapicales (10).

Es por ello por lo que, frente a la problemática expuesta, la presente investigación busca evaluar la resistencia a la fatiga cíclica flexional de dos sistemas de limas recíprocantes.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el número de ciclos en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023?
- ¿Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional según longitud de fragmento en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023?
- ¿Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Comparar la resistencia a la fatiga cíclica flexional en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023.

1.3.2 Objetivos específicos

- Identificar si existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el número de ciclos en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023.
- Identificar si existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional según longitud de fragmento en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023.
- Identificar si existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Teórica

En referencia a la relevancia teórica, la presente investigación pudo contribuir al progreso del conocimiento científico y desarrollo tecnológico, puesto que, la investigación comparativa de sistemas de limas reciprocantes contribuye al avance y desarrollo en el campo de la endodoncia. Este tipo de estudios proporcionan datos y evidencia objetiva que pueden utilizarse para mejorar los diseños de las limas y desarrollar nuevas tecnologías más eficientes y duraderas.

1.4.2 Metodológica

En este aspecto, resalta la importancia de haber aplicado una metodología respaldada por estadísticas comparativas, ya que permitió analizar de manera

objetiva y cuantitativa los resultados obtenidos en el estudio. Los análisis estadísticos proporcionaron medidas precisas de las diferencias y similitudes entre los grupos, lo que ayudó a evitar sesgos subjetivos y a tomar decisiones basadas en evidencia sólida.

Asimismo, al haber empleado estadística comparativa, fue posible realizar inferencias válidas y obtener conclusiones confiables a partir de los datos recopilados. Los análisis estadísticos permitieron evaluar si las diferencias observadas eran estadísticamente significativas o simplemente producto del azar, lo cual proporcionó una base sólida para tomar decisiones clínicas informadas y respaldadas por la evidencia.

1.4.3 Práctica

En el ámbito aplicado, el conocimiento de qué sistema de limas reciprocantes ofrece una mejor resistencia a la fatiga cíclica puede ayudar a los profesionales de la odontología a seleccionar las herramientas más efectivas para llevar a cabo los procedimientos endodónticos; en consecuencia, esto puede conducir a un mayor éxito clínico y a una reducción de las tasas de fracaso de los tratamientos.

Adicionalmente, este conocimiento pudo influir en la eficiencia del procedimiento, ya que, un sistema de limas que presente una mayor resistencia a la fatiga cíclica podría permitir a los dentistas realizar un mayor número de procedimientos sin necesidad de reemplazar las limas con tanta frecuencia, esto podría ahorrar tiempo y recursos, lo que beneficia tanto a los profesionales como a los pacientes.

1.5 Limitaciones de la investigación

1.5.1 Temporal

Es posible que se haya enfrentado una restricción temporal al llevar a cabo el trabajo experimental, ya sea debido a un plazo limitado para realizar el estudio o a la falta de disponibilidad de profesionales para validar y ejecutar el proyecto. Fue importante tener en cuenta los plazos establecidos por la universidad, ya que cualquier contratiempo podría haber dificultado el cumplimiento de las fechas previstas.

1.5.2 Espacial

Un estudio experimental puede presentar limitaciones espaciales, ya que es necesario contar con instalaciones adecuadas para llevar a cabo los procedimientos experimentales. Por lo tanto, fue necesario buscar un establecimiento que cumpliera con los requisitos necesarios y estuviera alineado con los objetivos del estudio. Además, se requirió disponer de espacios equipados con los instrumentos y herramientas necesarios para llevar a cabo la investigación de manera apropiada.

1.5.3 Recursos

Se contó con personal capacitado que brindó apoyo y orientación en el trabajo de investigación. Además, se siguieron las pautas y reglamentos establecidos por la universidad y se contó con la asesoría constante de un docente especializado en el área. En relación con los recursos materiales necesarios para el proyecto, se seleccionaron aquellos que se ajustaron al presupuesto establecido,

dado que el proyecto fue autofinanciado. En consecuencia, no se anticiparon limitaciones en este aspecto.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

2.1.1 Antecedentes nacionales

Navarrete et al. (11) en 2023 propusieron “*Analizar el desgaste (rugosidad) y los cambios topográficos, así como la resistencia dos sistemas de limas reciprocantes Wave One Gold y Reciproc Blue R25 después de la instrumentación a los 3, 6 y 9 usos en conductos curvos*”. Se desarrolló una metodología ex vivo con enfoque comparativo, en el que se evaluó una muestra de 10 limas Reciproc Blue R25 y 5 limas reciprocantes primarias Wave One Gold. Como resultados, se encontró que no se demostraron diferencias significativas entre los dos grupos evaluados ($p > 0,05$) en ningún tercio de la lima; sin embargo, sí existe diferencia significativa en el desgaste de la lima tras el noveno uso en los tres tercios: apical ($p < 0,001$), medio ($p = 0,05$), cervical ($p = 0,01$). Por lo tanto, los autores concluyeron que las herramientas Wave One Gold primary y Reciproc Blue R25 presentan cambios superficiales desde la instrumentación de cuatro conductos radiculares, la mayor deformación de las limas se produjo a nivel apical; es decir, a mayor uso de las limas, mayor será el desgaste de la superficie.

García (12) en 2022, planteó el propósito de “*Examinar la resistencia a la fatiga cíclica de dos sistemas reciprocantes: Only One File y TF4 Gold, en conductos simulados con ángulos de 60° y 90°*”. Este estudio se considera básico y utiliza un diseño experimental puro. Se utilizaron dos tipos de limas reciprocantes: Only One File y TF4 Gold. Una muestra de 60 limas se dividió en

dos grupos, cada uno con 30 limas. Cada grupo recibió dos conductos de 60 y 90 grados, cada uno con 15 limas. El análisis de covarianza también se utilizó para analizar los datos recopilados. Los hallazgos mostraron una diferencia estadísticamente significativa de -1881.1 seg. de resistencia de tiempo hasta la fractura para las limas TF4 Gold en los canales de 60 grados al compararlas con el otro grupo. En comparación con Only One File, el tiempo de resistencia promedio hasta la fractura para TF4 Gold en conductos de 90 grados fue de -163.1 seg. y fue $p < 0.05$. En conclusión, las limas Only One File demostraron tener una resistencia a la fatiga cíclica mayor que el otro grupo evaluado.

Gutierrez (13) en 2021, estableció como propósito “*Evaluar las diferencias en la resistencia a la fatiga cíclica flexional de dos instrumentos reciprocantes: Only One File (OOF) y RC-Blue (RCB)*”. En este estudio se utilizó un enfoque explicativo tipo aplicado. Se examinaron treinta instrumentos nuevos, 15 de OOF R25 y 15 de RCB R25. Los resultados mostraron una marcada variación en la resistencia a la fatiga cíclica; las limas OOF alcanzaron un tiempo máximo de 48’50” y un tiempo mínimo de 21’21”, mientras que las limas RCB alcanzaron un máximo de 15’53” y un mínimo de 5’33”. Además, se encontraron diferencias en el tiempo de ruptura, evaluadas con la prueba T-Student (P -valor $< 0,05$); sin embargo, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al aplicar la prueba de Mann-Whitney para la medida de longitud del fragmento y la longitud de la lima.

Tovar (14), en 2021 tuvo como finalidad “*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*”. El estudio utilizó

observación experimental, registro computarizado de procesamiento manual y análisis estadístico. Para muestras independientes, se utilizó la prueba T-Student. Los resultados mostraron que el sistema Reciproc Blue mostró 1279.65 ciclos hasta la fractura (CF) en promedio, mientras que el sistema AF Blue mostró 1976.00 CF en promedio. La diferencia en los ciclos hasta la fractura entre los dos grupos fue significativa ($P = 0.000$, $P < 0.05$). En conclusión, en un conducto artificial con una curvatura de 90 grados y un radio de 3 milímetros, este estudio demostró que el sistema AF Blue Reciprocating mostró una mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con el sistema Reciproc Blue.

Taboada (15) en 2019, planteó el objetivo de *“Evaluar la fatiga cíclica de dos tipos de limas endodónticas mecanizadas que presentan una alta frecuencia de fractura”*. En este estudio utilizaron 20 limas para cada tipo: Easy Prodesign Logic® y Reciproc Blue®, evaluadas en dos grupos de 10. Los resultados mostraron que no hubo diferencias estadísticamente significativas en el número de ciclos hasta la fractura entre los dos tipos de limas ($p=0.19$). No obstante, la longitud del fragmento fracturado no mostró variaciones estadísticamente significativas ($p=0.01$). No se descubrieron diferencias significativas en el tiempo hasta la fractura ($p=0.19$). En conclusión, los dos tipos de limas mecanizadas de acción alternada no mostraron diferencias en la resistencia a la fatiga cíclica en términos del número de ciclos hasta la fractura; sin embargo, se notaron variaciones en la longitud de los fragmentos fracturados, Reciproc Blue® presentando los fragmentos de mayor longitud.

2.1.2. Antecedentes internacionales

Lima et al. (16) en el 2021 en Brasil, desarrolló su estudio que tuvo como objetivo “*Evaluar la fatiga cíclica, la resistencia a la torsión y la rugosidad de la superficie de los instrumentos Reciproc R25 después de la preparación clínica de uno, dos o tres molares maxilares con cuatro endodoncias*”. El estudio se llevó a cabo de manera experimental y se utilizó un enfoque cuantitativo. La muestra consistió en 150 primeros maxilares con cuatro canales distintos: el canal mesiobucal, el segundo canal mesiobucal, el canal distobucal y el canal palatino. La resistencia a la fatiga cíclica se midió utilizando un dispositivo de prueba personalizado (n = 10 por grupo). El ensayo de torsión (n = 10 por grupo) evaluó el par y el ángulo de giro hasta el fallo según la norma ISO 3630-1. Se utilizó un perfilómetro (n = 5 por grupo) para evaluar la rugosidad de las piezas de trabajo de los instrumentos nuevos y usados. Los resultados demuestran que después del uso clínico no hubo fracturas ni deformaciones. Para todos los conductos radiculares, se requirió un mayor tiempo de preparación durante el tercer uso de los instrumentos ($p < 0,05$). La resistencia a la torsión o la fatiga cíclica no mostraron diferencias significativas entre los grupos ($p > 0,05$). La profundidad del surco fue mayor en instrumentos nuevos y preparados para uno frente a dos o tres molares maxilares ($p < 0,05$). Se puede concluir que el uso clínico de instrumentos Reciproc aumentó el tiempo de preparación y redujo la rugosidad de la superficie.

Pedulla et al. (17), el 2021 en Italia, tuvo como objetivo “*Evaluar la influencia de múltiples usos en la fatiga por flexión cíclica y la resistencia a la torsión de los instrumentos Reciproc R25 (REC25)*”. El enfoque cuantitativo se

utilizó en el estudio experimental. Los instrumentos Reciproc R25 se utilizaron para crear la muestra de 256 canales, dos para cada mandíbula molar. 96 instrumentos Reciproc R25 de 25 mm de largo fueron divididos en seis grupos (N.=8) en función de la cantidad de canales formados: instrumentos nuevos (grupo de control), uno, dos, tres, cuatro o seis canales formados durante el uso clínico simulado para otros grupos. Cada uno de los seis grupos utilizó dieciséis limas: ocho instrumentos para la prueba de fatiga cíclica y ocho instrumentos para la prueba de torsión. Los nuevos REC25 usados en uno, dos y tres canales no mostraron diferencias significativas en la resistencia a la fatiga cíclica ($P > 0.05$). Los tiempos de fractura de REC25 en cuatro y seis canales fueron significativamente más bajos que en otros grupos ($P < 0.05$). No se encontró una diferencia significativa entre los instrumentos nuevos y usados en términos de resistencia a la torsión ($P > 0.05$). El uso repetido de las limas REC25 no afectó su comportamiento torsional; sin embargo, la resistencia a la fatiga cíclica disminuyó significativamente cuando se utilizaron en cuatro o más conductos molares.

Nogueira et al. (18) en el 2020 en Brasil, realizó su estudio que tuvo como objetivo “*Comparar la resistencia a la fatiga cíclica de los instrumentos Reciproc R25 (R25) y Reciproc Blue R25 (R25B), después de un uso clínico simulado en cavidades de acceso endodóntico tradicional (TradAC) y ultraconservadora (UltraAC)*”. Fue un estudio experimental cuantitativo. Los cuarenta molares mandibulares de la muestra fueron divididos aleatoriamente en los siguientes grupos según el tipo de acceso y el instrumento que se utilizarían: UltraAC y R25, UltraAC y R25B, TradAC y R25. La resistencia a la fatiga cíclica de los cuarenta instrumentos utilizados se determinó midiendo el tiempo de fractura en un canal

artificial de acero inoxidable. Los datos se analizaron estadísticamente utilizando una ANOVA unidireccional y pruebas post hoc de Tukey con un nivel de significación de P de 0,05. Independientemente del tipo de cavidad de acceso, los instrumentos R25B demostraron una resistencia a la fatiga cíclica significativamente mayor que el R25 ($P < 0,05$). Los instrumentos sin uso clínico simulado y los utilizados en TradAC no mostraron diferencias en la resistencia a la fatiga cíclica ($P > 0,05$). Los instrumentos UltraAC R25 y R25B demostraron una resistencia a la fatiga cíclica significativamente menor en comparación con los instrumentos TradAC y sin uso clínico simulado ($P < 0,05$). Se puede concluir del estudio que las limas R25B mostraron una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las R25. El uso de limas R25B y R25 en molares mandibulares con UltraAC disminuyó su resistencia a la fatiga cíclica, en comparación con TradAC.

Oh et al. (19) desarrollaron un estudio en el 2020 en Corea del Sur, con la finalidad de “*Comparar la resistencia a la flexión y la resistencia a la fatiga cíclica las limas reciprocantes de NiTi y examinar su comportamiento de transformación de fase*”. Se aplicó una metodología cuantitativa experimental, en la cual se probaron las limas WaveOne Gold Primary (WOG), Reciproc Blue R25 (RPB) y HyFlex EDM OneFile (HDM) ($N = 40/\text{instrumento}$). Se aplicó una carga vertical en un punto a 3 mm de la punta y se midió el esfuerzo hasta un desplazamiento de 3 mm. Los ensayos de resistencia a la fatiga cíclica se realizaron en un canal artificial, el cual tenía un ángulo de curvatura de 40° y un radio de 5 mm. Las pruebas se realizaron a 22°C o 37°C ($n = 10$). Los resultados indican que la resistencia a la flexión de tres limas no fue significativamente diferente. Sin embargo, en 37°C la resistencia a la flexión de RPB fue la más alta,

seguida de WOG y HDM ($P < 0,05$). En RT, RPB demostró el tiempo de fractura más largo, seguido de HDM y WOG ($P < 0,05$). En BT, HDM tuvo el tiempo de fractura más largo, seguido de RPB y WOG ($P < 0,05$). Finalmente, los autores concluyeron que el sistema HDM presentó flexibilidad superior y resistencia a la fatiga cíclica a 37°C .

Serefoglu et al. (20) el 2019 en Turquía, buscó “*Evaluar el efecto del multiuso de los instrumentos Reciproc Blue R25 sobre la resistencia a la fatiga cíclica durante el procedimiento de retratamiento en molares mandibulares*”. El estudio fue experimental con enfoque cuantitativo. La muestra estuvo constituida por 48 limas Reciproc Blue R25. En el grupo de control, 12 instrumentos Reciproc Blue R25 nuevos se sometieron a una prueba de fatiga cíclica mediante el uso de un canal artificial de acero inoxidable con un ángulo de 90° y un radio de curvatura de 3 mm. En grupos experimentales, se utilizaron limas Reciproc Blue R25 ($n = 12$) para eliminar el material de obturación del conducto radicular (RCF) de 1, 2 y 3 molares, respectivamente. Luego se realizaron pruebas de fatiga cíclica de estos 36 instrumentos. Para cada instrumento se calculó el número de ciclos hasta la fractura (NCF) y la longitud del fragmento fracturado. El tiempo de trabajo para los procedimientos de retratamiento se determinó en segundos con un cronómetro digital. Los datos se analizaron utilizando un análisis de varianza de una vía seguido de la prueba post hoc de Tukey y el análisis de efectos mixtos ($P \leq 0,05$). Los resultados permiten evidenciar que no se encontraron diferencias significativas entre los valores de NCF de las limas nuevas y usadas por primera vez ($P = 0,05$), pero los valores de NCF de las limas nuevas y usadas por primera vez fueron significativamente más altos que los de las limas usadas por segunda y

tercera vez (P. 05). Las limas usadas por segunda y tercera vez no revelaron ninguna diferencia (P. 05). A medida que aumentó el número de usos, el tiempo promedio para el procedimiento de retratamiento se prolongó estadísticamente ($P < 0,05$). Se puede concluir que el instrumento Reciproc Blue R25 se puede utilizar para eliminar material RCF de 2 molares. Sin embargo, debido a sus valores NCF reducidos, es posible que no se sugiera el uso múltiple en 2 molares.

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Preparación mecanizada

La preparación mecánica es un concepto esencial en el campo de la odontología, particularmente en la rama de la endodoncia, que se enfoca en tratar la pulpa dental y el sistema de conductos radiculares, este procedimiento tiene como propósitos: la limpieza y eliminación del tejido infectado o necrótico utilizando limas de endodoncia especializadas, dar forma al canal para facilitar la obturación (relleno) y crear espacio. Por lo tanto, es crucial para el éxito del tratamiento del conducto radicular y la conservación a largo plazo del diente (21).

La preparación mecánica en endodoncia es un proceso esencial para el tratamiento de conductos radiculares; este procedimiento inicia con la abertura de acceso, mediante la cual se crea una apertura en el diente que permite el acceso a la cámara pulpar y al sistema de conductos radiculares, esta etapa facilita la visualización directa de la anatomía interna del diente y el inicio del procedimiento (22).

A continuación, se debe llevar a cabo la determinación de la longitud de trabajo en la cual se establece la longitud precisa a la cual se insertarán las limas

en los conductos radiculares mediante el uso de radiografías con la finalidad de evitar dañar el ápice del diente y garantizar una limpieza y modelado adecuados. Una vez establecida la longitud de trabajo, el odontólogo procede al establecimiento de la ruta de deslizamiento, para lo cual se utilizan limas pequeñas y flexibles que adecuan una ruta suave y recta desde la abertura de acceso hasta el extremo del conducto radicular; esta etapa es importante para facilitar la inserción posterior de los instrumentos y minimizar el riesgo de separación de las limas durante el procedimiento (23).

Es importante agregar, que la limpieza y el modelado son pasos fundamentales en la preparación mecánica, en estos se utilizan limas de endodoncia, ya sea manuales o rotatorias, para eliminar el tejido infectado, los restos de pulpa y los desechos del sistema de conductos radiculares, las cuales son seleccionadas en diferentes tamaños y secuencias específicas para lograr una limpieza exhaustiva y dar forma a las paredes del conducto (24).

Asimismo, durante todo el proceso de preparación mecánica, se realiza la irrigación con soluciones desinfectantes, como el hipoclorito de sodio y el ácido etilendiaminotetraacético, esta tiene como objetivo eliminar los residuos, disolver los tejidos remanentes y desinfectar el sistema de conductos radiculares. Posteriormente, una vez completada la limpieza y el modelado inicial, se realiza la recapitulación, lo cual implica volver a insertar las limas en los conductos radiculares para limpiar y eliminar cualquier residuo o tejido pulpar remanente (23).

Es importante tener en cuenta que la preparación mecánica es solo un aspecto del tratamiento de endodoncia, puesto que después de moldear y limpiar

el conducto radicular, estos generalmente se rellenan con un material biocompatible; por ejemplo, la gutapercha, y se sellan para evitar la reinfección. Además, se puede colocar una restauración final, como una corona dental, en el diente tratado para restaurar su función y protegerlo (22).

2.2.2 Modelos de movimiento de limas endodónticas

Movimiento recíproco

En 2008, Yared propuso el concepto de movimiento alternativo del sistema Ni-Ti accionado por motor basado en una técnica de fuerza equilibrada; es decir, el conducto radicular se prepara en diferentes ángulos en el sentido de las agujas del reloj y en el sentido contrario a las agujas del reloj. Se han comercializado muchos instrumentos de Ni-Ti de una sola lima, como Reciproc, Reciproc Blue (VDW GmbH, Múnich, Alemania), TF4 Reciprocating System (D-Perfect), Wave One Gold, Pro Design R, Unicone y X1 Blue File. La mayoría de los sistemas recíprocos giran de 120° a 270° en dirección anti horaria para cortar la dentina y eliminar los residuos mediante una rotación de 60°–90° horaria, lo que alivia el estrés de torsión y la amortiguación intermitente; además, durante la operación, solo dos filos de corte están en contacto con cada 200 µm de circunferencia de la pared del conducto radicular (26).

Por otra parte, los estudios *in vitro* e *in vivo* han demostrado que la reutilización del sistema alternativo puede reducir la presión apical del instrumento, prevenir el fenómeno de bloqueo cónico y proporcionar una menor incidencia de fractura por torsión y deformación en comparación con el movimiento rotatorio continuo (28).

2.2.3 Sistemas de limas reciprocantes

Las limas reciprocantes son instrumentos rotatorios utilizados en la endodoncia para la preparación del conducto radicular. A diferencia de las limas rotatorias convencionales, las limas reciprocantes se caracterizan por tener un movimiento alternativo de rotación en el sentido de corte y un movimiento de retroceso no rotatorio. Este patrón de movimiento reduce la carga en el instrumento y mejora su resistencia a la fatiga, permitiendo un mayor tiempo de trabajo sin comprometer la seguridad y eficiencia (29).

Las limas reciprocantes se fabrican principalmente con una aleación de níquel-titanio (Ni-Ti). Esta aleación es ampliamente utilizada en endodoncia debido a sus propiedades únicas, como su flexibilidad, resistencia a la fatiga y memoria de forma, este material, permite que las limas sean altamente flexibles, lo que facilita su navegación a través de los conductos radiculares con curvaturas pronunciadas; además, su resistencia a la fatiga garantiza que las limas puedan soportar el estrés repetitivo durante la preparación del conducto (30).

Es importante mencionar que, entre las principales características de estas herramientas, destacan la eficiencia de corte, ya que los sistemas de limas reciprocantes se caracterizan por su eficiencia en la remoción del tejido dentinario y en la conformación del conducto radicular; además, su diseño y patrón de movimiento permiten una mayor velocidad y facilidad de trabajo, reduciendo así el tiempo necesario para completar el tratamiento endodóntico (31).

Asimismo, destaca su capacidad de adaptabilidad a diferentes conductos radiculares, debido a que los sistemas de limas reciprocantes están disponibles en una variedad de tamaños y conicidades, lo que les permite adaptarse a los

diferentes diámetros y curvaturas de los conductos radiculares, esta característica facilita la obtención de una forma y limpieza adecuadas del conducto, mejorando el éxito del tratamiento endodóntico (22).

Por otra parte, se caracterizan por proporcionar seguridad y reducción de la fatiga del instrumento, puesto que, la carga reducida en las limas reciprocantes durante el movimiento de retroceso no rotatorio disminuye el riesgo de fractura y fatiga del instrumento; en consecuencia, esto prolonga la vida útil de las limas y reduce la necesidad de reemplazo durante el procedimiento, lo que a su vez reduce los costos y el tiempo de tratamiento para el paciente (32).

Tipos de sistemas de limas reciprocantes:

Sistemas basados en la tecnología WaveOne®: Este sistema utiliza limas de níquel-titanio que presentan un solo uso. El diseño de las limas WaveOne® se basa en la tecnología de movimiento recíprocante, donde la lima se mueve hacia adelante y hacia atrás en el conducto radicular. Estas limas son conocidas por su eficiencia en la remoción del material dentinario y su capacidad de adaptación a los diferentes conductos radiculares (33).

Uno de los principales avances recientes en la terapia de endodoncia es la preparación del conducto radicular con un sistema alternativo de lima única WaveOne Gold (WOG), principalmente debido a su flexibilidad que prolonga la vida útil de las aleaciones Ni-Ti y reduce el tiempo de preparación; además, permite que se llene el canal con un solo cono de conicidad coincidente, que es más simple que otras estrategias para llenar el canal radicular y se ha convertido en un procedimiento de terapia de endodoncia común (34).

Por otro lado, la duración más corta del procedimiento con limas recíprocas WOG (principalmente durante la instrumentación) permite más tiempo para la solución de irrigación. para desinfectar el conducto radicular de manera eficiente, lo que conduce a una reducción del contenido microbiano del sistema de conducto radicular y, por lo tanto, a una mejor cicatrización de la periodontitis apical (35).

Sistemas basados en la tecnología Reciproc® blue: Los sistemas Reciproc® también utilizan limas de níquel-titanio, pero con una forma más cónica. Estas limas presentan un movimiento en sentido horario durante el avance y un movimiento de retroceso en sentido antihorario (36).

Las limas Reciproc® presentan un diseño con forma cónica y están disponibles en una amplia gama de tamaños y conicidades, esto les permite adaptarse a diferentes tamaños y curvaturas de los conductos radiculares, lo que facilita la conformación y limpieza adecuadas del conducto (37).

Además, el movimiento de las limas Reciproc® se basa en un patrón de movimiento recíprocante, durante el avance, la lima realiza un movimiento de rotación en sentido horario. Este movimiento de rotación permite la eliminación eficiente del tejido dentinario y la conformación del conducto; luego, durante el movimiento de retroceso, la lima se mueve en sentido antihorario no rotatorio, dicho movimiento reduce la carga en la lima, lo que disminuye el riesgo de fatiga y fractura del instrumento (38).

La tecnología de las limas Reciproc® también incluye una punta no activa, lo que significa que la parte activa de la lima se encuentra solo en la porción cortante de la misma, esto evita el contacto de la punta de la lima con las paredes del conducto radicular, reduciendo el riesgo de transporte y perforación (39).

En cuanto a su uso clínico, las limas Reciproc® se utilizan en combinación con un motor de endodoncia especializado que controla el movimiento recíprocante de las limas, esta función asegura un movimiento preciso y consistente durante la preparación del conducto radicular (40).

2.2.4 Resistencia a la fatiga cíclica flexional

La resistencia a la fatiga por flexión cíclica de las limas de endodoncia se refiere a su capacidad para soportar esfuerzos de flexión repetitivos sin fallar, esta es una medida de la resistencia de la lima al daño por fatiga y determina su durabilidad y confiabilidad durante el uso clínico (41).

Durante los tratamientos de conducto radicular, las limas de endodoncia están sujetas a movimientos de flexión cíclicos a medida que navegan por las vías curvas del conducto radicular, estas tensiones de flexión cíclicas pueden provocar fallas por fatiga con el tiempo si la lima no puede soportar las cargas aplicadas; por lo tanto, la resistencia a la fatiga por flexión cíclica de las limas de endodoncia es, por lo tanto, una propiedad fundamental que influye en su rendimiento y longevidad (42).

La resistencia a la fatiga por flexión cíclica generalmente se evalúa a través de pruebas de laboratorio utilizando protocolos estandarizados, en estas, las limas se someten a movimientos de flexión repetidos en condiciones controladas, simulando las tensiones cíclicas experimentadas durante el uso clínico; además se determina el número de ciclos necesarios para inducir la falla, o la vida útil a la fatiga, y esta información se utiliza para evaluar y comparar el rendimiento a la fatiga de diferentes diseños de limas, materiales y procesos de fabricación (43).

Por otra parte, los factores que influyen en la resistencia a la fatiga por flexión cíclica de las limas endodónticas incluyen: a las propiedades del material, tales como la elasticidad, la dureza y la resistencia a la fatiga, juegan un papel crucial en la determinación de su resistencia a la fatiga; al diseño de la lima, la geometría, la forma de la sección transversal y la conicidad de la lima pueden afectar su resistencia a la fatiga por flexión cíclica; los tratamientos y recubrimientos superficiales, puesto que se pueden aplicar varios tratamientos y recubrimientos superficiales a las limas de endodoncia para mejorar su resistencia a la fatiga y reducir el riesgo de falla por fatiga; finalmente, en cuanto a los parámetros operativos, factores como la velocidad de rotación, el torque y el tamaño de la lima pueden afectar la resistencia a la fatiga por flexión cíclica de la lima durante el uso clínico (44).

Por lo tanto, comprender y optimizar la resistencia a la fatiga por flexión cíclica de las limas de endodoncia es esencial para garantizar su fiabilidad y longevidad en los tratamientos de conductos radiculares, al considerar las propiedades del material, el diseño de la lima, los tratamientos superficiales y los parámetros operativos, los fabricantes pueden desarrollar limas con mayor resistencia a la fatiga, lo que reduce el riesgo de falla de la lima y mejora las tasas generales de éxito de los procedimientos de endodoncia (45).

Número de ciclos hasta la fractura

El número de ciclos hasta la fractura es un indicador esencial de la resistencia a la fatiga por flexión cíclica de las limas endodónticas, este representa la capacidad de una lima para soportar esfuerzos de flexión repetidos sin fallar

durante un número específico de ciclos. Cuanto mayor sea el número de ciclos a la fractura, mayor será la resistencia a la fatiga de la lima (46).

En este sentido, las pruebas de laboratorio se emplean comúnmente para determinar el número de ciclos hasta la fractura de las limas endodónticas. En estas pruebas, las limas se someten a carga de flexión cíclica en condiciones controladas que simulan el entorno clínico. Las tensiones de flexión aplicadas normalmente se basan en las tensiones esperadas experimentadas durante el tratamiento del conducto radicular, la prueba se realiza hasta que la lima se fractura, y el número de ciclos necesarios para la fractura se registra como la vida de fatiga de la lima (44).

Mediante este tipo de evaluación, es posible analizar y comparar el rendimiento de fatiga de diferentes limas endodónticas, y, esta información permite el desarrollo y la optimización de diseños de limas, materiales y procesos de fabricación para mejorar la resistencia a la fatiga por flexión cíclica. En consecuencia, las limas con un mayor número de ciclos para la fractura generalmente se consideran más duraderas y confiables, lo que reduce el riesgo de fallas relacionadas con la fatiga durante los tratamientos de conducto y mejora el éxito general y la longevidad de los procedimientos de endodoncia (47).

Longitud de fragmento

La longitud de los fragmentos no suele utilizarse como indicador directo de la resistencia a la fatiga por flexión cíclica de las limas endodónticas; en cambio, la longitud del fragmento es una medida utilizada para evaluar la extensión de la fractura o separación de la lima que se produce debido a la fatiga por flexión cíclica, puesto que, las limas de endodoncia pueden fallar por fatiga, lo que resulta

en una separación parcial o total de la lima en fragmentos; por lo tanto, la longitud del fragmento se refiere al tamaño o la longitud de estos fragmentos de lima separados (48).

Cuando se evalúa la resistencia a la fatiga por flexión cíclica de las limas de endodoncia, el enfoque suele ser determinar el número de ciclos para la fractura, como se mencionó anteriormente, este parámetro proporciona información cuantitativa sobre la vida de fatiga de la lima y su capacidad para soportar esfuerzos de flexión repetidos. Sin embargo, la longitud del fragmento puede servir como una medida secundaria para evaluar la gravedad de la falla de la lima, las longitudes de fragmentos más largas generalmente indican una fractura y separación más extensas, lo que sugiere una resistencia a la fatiga reducida y una mayor susceptibilidad a la falla. Por el contrario, las longitudes de fragmentos más cortas pueden sugerir que la lima tiene una mayor resistencia a la fatiga por flexión cíclica, ya que soportó una mayor cantidad de ciclos antes de experimentar una fractura significativa (49).

Por otra parte, es importante tener en cuenta que la longitud del fragmento por sí sola puede no ser suficiente para caracterizar completamente la resistencia a la fatiga por flexión cíclica de las limas endodónticas, por lo tanto, debe usarse junto con otros parámetros, como el número de ciclos para fracturar y análisis adicionales de superficies de fractura, propagación de grietas por fatiga y modos de falla para obtener una comprensión integral del comportamiento de fatiga de la lima (50).

Tiempo de fractura

El tiempo de fractura es una medida que describe el tiempo que tarda una lima en fallar bajo una carga de flexión cíclica, este se refiere a la duración o intervalo de tiempo desde el inicio de la carga cíclica hasta el punto de falla del archivo y se usa más comúnmente en análisis de tiempo hasta la falla o estudios de confiabilidad en lugar de como un indicador de resistencia a la fatiga por flexión cíclica (51).

Si bien el tiempo de fractura puede proporcionar información sobre el comportamiento dependiente del tiempo de una lima bajo carga cíclica, no refleja directamente la resistencia a la fatiga de la lima, ya que este puede verse influenciado por varios factores, incluidos los esfuerzos de flexión aplicados, las propiedades del material, el diseño del archivo y los parámetros operativos; sin embargo, el tiempo de fractura por sí solo puede no ser suficiente para evaluar exhaustivamente la resistencia a la fatiga por flexión cíclica (52).

2.3 Formulación de hipótesis

2.2.1 Hipótesis general

Hi: Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023.

Ho: No existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023.

2.2.2 Hipótesis específicas

Hi¹: Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el número de ciclos en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023.

Ho¹: No existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el número de ciclos en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023.

Hi²: Existen diferencias significativas en la resistencia a la fatiga cíclica flexional según longitud de fragmento entre dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023.

Ho²: No existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional según longitud de fragmento en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima-2023.

Hi³: Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura en dos sistemas de limas reciprocantes en Lima, 2023.

Ho³: No existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura en dos sistemas de limas reciprocantes en Lima, 2023.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 Método de la investigación

Se empleó un enfoque analítico, dado que se trata de un método científico de resolución de problemas que implica descomponer sistemas o procesos complejos en partes más pequeñas y manejables para comprender y analizar de manera más efectiva. En este contexto, la observación cuidadosa, la recopilación de datos, la realización de experimentos y la interpretación de los resultados son elementos fundamentales de esta estrategia. Este enfoque analítico ayuda a los investigadores a hacer predicciones, probar hipótesis y desarrollar nuevas teorías o modelos al identificar tendencias, patrones y relaciones entre diversas variables (53).

3.2 Enfoque de la investigación

El enfoque adoptado fue cuantitativo, lo que implicó recopilar y examinar datos numéricos con la finalidad de cuantificar y medir eventos para sacar conclusiones y hacer predicciones, este enfoque generalmente implica el uso de observaciones empíricas, modelos matemáticos y análisis estadístico. Los datos se recopilan en el enfoque cuantitativo a través de un diseño de investigación estructurado y estandarizado, con frecuencia a través de encuestas, experimentos u otros tipos de observaciones controladas; luego, se utilizan técnicas estadísticas para encontrar patrones y relaciones y probar teorías e hipótesis (54).

3.3 Tipo de investigación

Este trabajo fue de tipo aplicado porque se enfocó en resolver problemas prácticos o abordar problemas específicos en el mundo real. También se enfocó en desarrollar soluciones o aplicaciones que puedan aplicarse directamente a problemas prácticos (55).

3.4. Diseño de la investigación

Para cumplir con los objetivos propuestos, se empleó un diseño experimental. El diseño experimental es un método de investigación utilizado para establecer una relación causal entre variables al manipular una variable para observar su efecto en otra. Este tipo de diseño implica la creación de un grupo de tratamiento que recibe la variable independiente, y un grupo de control que no la recibe. Posteriormente, los resultados del estudio se analizan estadísticamente para determinar si la variable independiente tuvo un efecto significativo en la variable dependiente (54).

Por otra parte, tuvo un alcance correlacional, ya que se buscó analizar y describir la relación existente entre dos o más variables, sin implicar una relación causal entre ellas. En este tipo de estudio, se recopilan datos sobre las variables de interés y se analizan estadísticamente para determinar el grado y la dirección de la relación (56).

Además, este estudio fue de diseño longitudinal, lo que implicó el seguimiento de cambios en un grupo a lo largo del tiempo. Se realizó evaluaciones repetidamente en intervalos de tiempo específicos para observar el desarrollo y la progresión de diversos fenómenos y establecer relaciones causales entre variables (57).

También se trató de un estudio prospectivo, en el que se recopilaban datos en intervalos predeterminados para observar y medir cambios potenciales en una variable

de interés. Este enfoque se utiliza para realizar un seguimiento de la progresión o la eficacia de los tratamientos (58).

3.5 Población, muestra y muestreo

3.5.1 Población

La población en una investigación representa el conjunto de elementos que comparten una característica relevante y sobre los cuales se busca generalizar los resultados obtenidos a partir de la muestra seleccionada; por lo tanto, la elección adecuada de la población y la muestra es esencial para obtener conclusiones válidas y aplicables (59). Para el propósito de esta investigación, se tomó como población a 60 limas reciprocantes utilizadas en la Clínica Odontológica especializada de la Policía Nacional del Perú.

Criterios de inclusión

- Limas TF4 GOLD (D-Perfect) y Limas REC Blue FILE (Dentaline).
- Sistemas de limas reciprocantes nuevas con empaque sellado.
- Herramientas reciprocantes elaboradas con aleaciones de Ni-Ti y con tratamiento térmico Blue.
- Herramientas reciprocantes con 25 mm de longitud.
- Limas reciprocantes con características de conicidad variable, Taper entre 0,08 y 0,05.

Criterios de exclusión

- Herramientas reciprocantes que hayan tenido un tratamiento de esterilización

- Limas reciprocantes defectuosas o con deformidades.
- Limas reciprocantes con varios usos.
- Limas cuyo diámetro de punta difiera con 0,25.

3.5.2 Muestra

Hace referencia a una porción que representa la población y que debe presentar todas las características de cada unidad poblacional (59).

Con fines de la presente investigación, se trabajó con una muestra igual a 40 limas reciprocantes, las cuales fueron agrupadas en dos conjuntos: 20 limas TF4 GOLD (D-Perfect) y 20 limas REC Blue FILE (Dentaline).

3.5.3 Muestreo

Se define como el procedimiento mediante el cual se selecciona una muestra, la cual se extrae de la población (60). En este caso, se realizó un muestreo probabilístico aleatorio simple, en el cual, las posibilidades de seleccionar a los elementos de la población son las mismas (54).

Dicha técnica deriva de la siguiente fórmula:

$$n = \frac{N * Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 * p * q}{d^2 * (N - 1) + Z_{1-\frac{\alpha}{2}}^2 * p * q}$$

Donde:

N = tamaño poblacional = 44

n = Tamaño de la muestra

α = Alfa (máximo error tipo I)

$1-(\alpha) / 2$ = Nivel de confianza

$Z (1-\alpha/2)$ = Z de $(1-\alpha/2)$

p = Probabilidad de éxito ($p = 0.50$).

q = Probabilidad de fracaso ($q = 0.50$).

d = Precisión (se asume 0.05)

Al reemplazar valores se obtiene:

$$n = \frac{(44)(1.96)^2 * (0.5) * (0.5)}{(44 - 1)(0.05)^2 + (0.5)(0.5)(1.96)^2}$$

$$n = \frac{(44)(3.8416) * (0.5) * (0.5)}{(43)(0.0025) + (0.5)(0.5)(3.8416)}$$

$$n = \frac{(169.0304) * (0.25)}{(0.1075) + (0.9604)}$$

$$n = 40$$

Tamaño de la muestra $n = 40$

3.6 Variables y operacionalización

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala de medición	Escala Valorativa
Sistemas de limas reciprocantes	Son instrumentos rotatorios utilizados en la endodoncia para la preparación del conducto radicular que se caracterizan por tener un movimiento alternativo de rotación en el sentido de corte y un movimiento de retroceso no rotatorio (29).	Se consideraron 40 limas reciprocantes nuevas TF4 (D-perfect) y REC blue FILE, distribuyendo 20 para cada grupo.	<ul style="list-style-type: none"> -Sistemas basados en la tecnología TF4 GOLD (Dental Perfect). -Sistemas basados en la tecnología REC blue FILE (Dentaline). 	Ficha de recolección de datos	Nominal	-
Resistencia a la fatiga cíclica flexional	Se refiere a la capacidad de las limas para soportar esfuerzos de flexión repetitivos sin fallar, esta es una medida de la resistencia de la lima al daño por fatiga y determina su durabilidad y confiabilidad durante el uso clínico (41).	La resistencia se evaluó al insertar cada lima recíprocante en un simulador de curvatura artificial, siguiendo los movimientos y la velocidad predeterminados por el fabricante. Se registró y midió el tiempo que tardó cada lima en fracturarse utilizando un cronómetro y una cámara de fotográfica.	<ul style="list-style-type: none"> - Número de ciclos hasta la fractura - Longitud de fragmento - Tiempo de fractura 	Ficha de recolección de datos	Ordinal	Medida en milímetros Tiempo en segundos

3.6.1 Definición operacional

Sistemas de limas reciprocantes: Son instrumentos rotatorios utilizados en la endodoncia para la preparación del conducto radicular que se caracterizan por tener un movimiento alternativo de rotación en el sentido de corte y un movimiento de retroceso no rotatorio (29).

Resistencia a la fatiga cíclica flexional: Se refiere a la capacidad de las limas para soportar esfuerzos de flexión repetitivos sin fallar, esta es una medida de la resistencia de la lima al daño por fatiga y determina su durabilidad y confiabilidad durante el uso clínico (41).

3.7 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

3.7.1 Técnica

En este estudio, se llevó a cabo la recolección de datos mediante el uso de la técnica de observación estructurada. En esta metodología, el investigador llevó una evaluación clínica de las unidades de análisis que componen la muestra de estudio; además, los datos obtenidos fueron registrados utilizando el instrumento de investigación asignado para este propósito específico.

3.7.2 Descripción de instrumentos

Para este estudio, se utilizó un instrumento personalizado de recolección de datos diseñado específicamente para la investigación. Este instrumento consistió en una ficha de observación con preguntas alineadas con los indicadores de las variables que se estaban evaluando. La aplicación de esta ficha se llevó a cabo

asegurando que todas las mediciones se realizaran en las mismas condiciones físicas y procedimentales.

En este contexto, la ficha incluyó una sección dedicada a la recolección de datos generados por el sistema de limas TF4 GOLD (Dental Perfect) y otra para los datos del sistema de limas REC blue FILE (Dentaline). Es relevante señalar que, para cada sistema de limas, se registraron los valores de las dimensiones a evaluar, ya sea el número de ciclos hasta la fractura, la longitud del fragmento y el tiempo de fractura.

Con el propósito de alcanzar los objetivos establecidos, se siguieron los siguientes pasos:

En primer lugar, se adquirieron 40 limas reciprocantes nuevas de las marcas TF4 GOLD (Dental Perfect) y REC blue FILE (Dentaline), distribuyendo 20 para cada grupo de estudio. Al mismo tiempo se diseñó y fabricó un dispositivo metálico que simuló un conducto radicular curvado. Para ello, se utilizó una herramienta rotatoria con una conicidad de 0.08 mm. Se realizaron ajustes para garantizar que el diámetro del conducto coincidiera con las características de los instrumentos evaluados en el estudio. Este dispositivo metálico se fijó a una base de vidrio con una tapa de vidrio removible y ajustable, permitiendo la observación del movimiento de los instrumentos dentro del conducto hasta su separación.

Con el fin de garantizar una mayor precisión, se aseguró la base de vidrio del dispositivo a una base más grande para mantener la estabilidad y prevenir variaciones entre cada instrumento. Se utilizó una abrazadera de metal para fijar el motor endodóntico al bloque metálico, asegurando su posición y estabilidad durante la prueba. Una vez correctamente posicionado, se ajustó el tornillo de

largo desplazamiento para evitar movimientos del bloque metálico que sostiene el motor endodóntico y prevenir variaciones durante las pruebas.

Cada sistema de limas se colocó en la posición contraria del ángulo de la pieza de mano y se programó el motor en un movimiento recíprocante con una rotación antihoraria de 150° y una rotación horaria de 30° a una velocidad de 300 r.p.m. Se monitorizó cuidadosamente el tiempo que tardó cada instrumento en fracturarse utilizando una cámara, desde el inicio de los movimientos hasta la fractura.

Al observar la ruptura del instrumento, se retiró el obturador de vidrio y se extrajo el fragmento separado, el cual se midió con un vernier. Posteriormente, se aflojó el sujetador para poder retirar el motor y reemplazar el instrumento evaluado por el siguiente. Finalmente, se tomaron fotografías de todas las medidas para lograr una mayor precisión en los datos obtenidos.

3.7.3 Validación

Antes de su aplicación final, el instrumento que se utilizó, que fue una ficha, necesitó una validación previa, esta se determinó en función de su viabilidad, sensibilidad al cambio, confiabilidad y validez; por lo tanto, la viabilidad del instrumento se estableció a través del juicio de valor y el reconocimiento de cinco profesionales expertos en el área temática que endodoncia (61).

3.7.4 Confiabilidad

El investigador recibió capacitación de un experto en el campo para realizar mediciones precisas de las variables de estudio. Además, las unidades muestrales

fueron medidas por el capacitador con el instrumento de medición, y los resultados se utilizaron como referencia o calibración para las mediciones que el investigador realizó.

Por otra parte, se llevó a cabo una prueba piloto en la cual se evaluó el índice de kappa interevaluadores. Este índice se utilizó como medida de concordancia para evaluar la confiabilidad o acuerdo entre dos o más observadores en la clasificación de datos o en la realización de juicios. Con esta prueba, se pudo determinar el nivel de acuerdo entre los evaluadores en la clasificación de los resultados obtenidos con el uso de las limas.

3.8 Plan de procesamiento y análisis de datos

Una vez recopilados los datos, se procedió a transferirlos a una hoja de Excel para su organización y estructuración adecuada. Cada variable se asignó a su respectiva columna, asegurando la correcta captura de los valores. Posteriormente, se exportaron a SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) versión 26, un software ampliamente utilizado para el análisis estadístico. Esto permitió utilizar diversas herramientas y funciones estadísticas disponibles en SPSS para llevar a cabo el análisis de los datos.

Seguidamente, se llevaron a cabo medidas de tendencia central y variabilidad como parte del análisis descriptivo. Se calcularon medidas como la media, mediana y moda para obtener una idea de la ubicación central de los datos. Además, se calcularon medidas de variabilidad como la desviación estándar y el rango intercuartílico para comprender la dispersión de los datos alrededor de la medida central.

Por otra parte, para realizar comparaciones entre dos grupos, se aplicó la prueba de t de Student. Esta prueba permitió determinar si existía una diferencia estadísticamente

significativa entre las medias de dos grupos independientes; por lo tanto, se utilizó esta prueba cuando se requirió comparar variables entre dos grupos de interés en el estudio.

3.9 Aspectos éticos

El investigador se comprometió a cumplir con los principios bioéticos mientras desarrollaba el presente estudio y mantuvo un enfoque objetivo para evitar conflictos de intereses.

Asimismo, el investigador fue responsable de garantizar que los datos reportados fueran verdaderos, asegurándose de que estuvieran respaldados por una recopilación y análisis rigurosos.

CAPÍTULO 4. PRESENTACIÓN Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1 Resultados

4.1.1 Análisis descriptivo de resultados

Tabla 1. Estadígrafos de los sistemas de limas reciprocantes según la resistencia a la fatiga cíclica flexional.

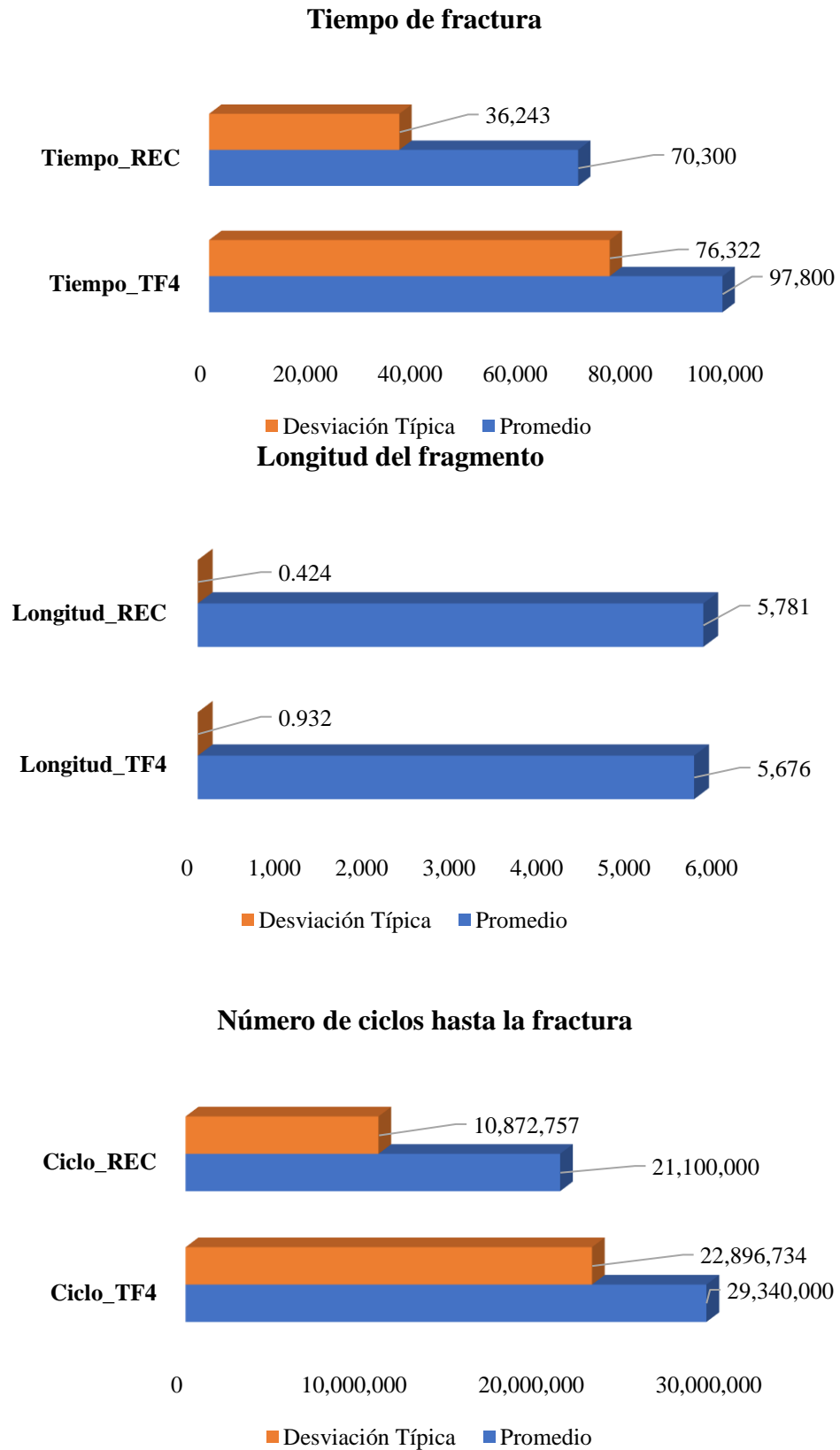
Sistemas de limas reciprocantes	TF4 GOLD (Dental Perfect)			REC BLUE FILE (Dentaline)		
	Tiempo_TF4	Longitud_TF4	Ciclo_TF4	Tiempo_REC	Longitud_REC	Ciclo_REC
Promedio	97.800	5.676	29340.000	70.300	5.781	21100.000
Desviación Típica	76.322	0.932	22896.734	36.243	0.424	10872.757
Mínimo	20.000	3.080	6000.000	14.000	4.880	4200.000
Máximo	225.000	6.620	67500.000	144.000	6.420	43200.000
Válido	20	20	20	20	20	20

Nota. Tiempo (s), Longitud (mm)

El presente informe analiza dos sistemas de limas reciprocantes, TF4 GOLD de Dental Perfect y REC BLUE FILE de Dentaline, en términos de tiempo, longitud y número de ciclos, considerando su resistencia a la fatiga cíclica flexional. En cuanto al tiempo, TF4 GOLD registra un promedio superior (97.800 segundos) en comparación con REC BLUE FILE (70.300 segundos). Sin embargo, TF4 GOLD también exhibe una variabilidad significativamente mayor en sus tiempos, evidenciada por su desviación estándar más alta (76.322 frente a 36.243 en REC BLUE FILE). Por otro lado, respecto a la longitud, ambos sistemas presentan valores promedio cercanos (5.676 mm para TF4 GOLD y 5.781 mm para REC BLUE FILE), pero TF4 GOLD muestra una mayor variabilidad en la longitud según su desviación estándar (0.932 en comparación con 0.424 en REC BLUE FILE). En términos de número de ciclos, TF4 GOLD tiene un promedio más alto (29340.000) en comparación con REC BLUE FILE (21100.000), pero también

exhibe una mayor variabilidad en este aspecto (22896.734 en TF4 GOLD versus 10872.757 en REC BLUE FILE).

Figura 1. Distribución de promedio y desviación estándar



4.1.2 Prueba de hipótesis

Prueba de normalidad

Ho: Los datos tienen distribución normal

Ha: Los datos no tienen distribución normal

Nivel de significancia:

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (Ho).
- Si $p > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula (Ho).

Tabla 2. Prueba de normalidad de los sistemas de limas recíprocantes según la resistencia a la fatiga cíclica flexional.

Variables	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Tiempo_TF4	0,838	20	0,003
Longitud_TF4	0,740	20	0,000
Ciclo_TF4	0,838	20	0,003
Tiempo_REC	0,951	20	0,379
Longitud_REC	0,953	20	0,412
Ciclo_REC	0,950	20	0,374

Con un nivel de significancia del 5%, se ha encontrado suficiente evidencia estadística para rechazar la hipótesis nula y concluir que las variables analizadas no siguen una distribución normal en su totalidad, a pesar de ciertos indicios que indican lo contrario para algunas de estas variables. Dada la presencia de este hallazgo, se ha tomado la decisión de optar por un enfoque no paramétrico para analizar los datos, ya que este método ofrece una mayor capacidad para abordar situaciones en las que las distribuciones no se ajustan a lo esperado. En suma, se empleará la prueba de U de Mann–Whitney para investigar y verificar las posibles diferencias significativas que puedan existir en las

comparaciones relacionadas con el tiempo, la longitud y el número de ciclos entre los sistemas evaluados.

4.1.2.1 Hipótesis general

Ho: No existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023.

Hi: Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023.

Nivel de significancia:

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0).
- Si $p > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula (H_0).

Tabla 3. Prueba de U – Mann Whitney entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional en los sistemas de limas recíprocantes.

Muestras Independientes	W	Sig.
Tiempo	226.500	p = 0.482
Longitud	214.000	p = 0.715
Número de ciclos	226.500	p = 0.782

Nota. Contraste U de Mann-Whitney.

El análisis estadístico mediante la prueba U de Mann-Whitney para comparar la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023, reveló que no existen diferencias significativas en cuanto al tiempo, longitud y número de ciclos. Los valores de p obtenidos (0.482, 0.715 y 0.782 respectivamente) fueron superiores al nivel de significancia establecido de 0.05, lo que indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula en ninguno de los parámetros

evaluados. Por ende, según estos resultados, no se encontraron discrepancias relevantes en la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre ambos sistemas de limas recíprocantes en los aspectos analizados, sugiriendo una equiparidad en su rendimiento en las condiciones estudiadas.

4.1.2.2 Hipótesis específicas

Hipótesis específica 1

Ho¹: No existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el número de ciclos en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023.

Hi¹: Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el número de ciclos en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023.

Nivel de significancia:

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0^1).
- Si $p > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula (H_0^1).

Tabla 4. Prueba de U – Mann Whitney entre la resistencia a la fatiga ciclical flexional según el número de ciclos.

Muestras Independientes	W	p	Correlación de Rango Biserial	IC del 95% para Correlación de Rango Biserial	
				Inferior	Superior
Número de ciclos hasta la fractura	226.500	$p > 0,05$	0.133	-0.225	0.459

Nota. Para el contraste de Mann-Whitney, la magnitud del efecto viene dada por la correlación biserial de rangos.

El valor obtenido para la prueba ($p > 0.05$) indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H_0^1), implicando que no hay discrepancias notables en la

resistencia a la fatiga cíclica flexional basada en el número de ciclos entre los sistemas evaluados. La correlación de rango biserial también mostró una relación muy débil entre el número de ciclos hasta la fractura y las diferencias entre los sistemas, respaldando la falta de diferencias significativas en términos de magnitud de efecto. Dicho esto, en promedio, TF4 GOLD presenta un mayor número de ciclos, lo que podría implicar una potencial resistencia más alta a la fatiga cíclica. No obstante, la mayor variabilidad en TF4 GOLD indica que sus resultados pueden ser menos consistentes en comparación con REC BLUE FILE que es mucho mejor ya que presenta menos variabilidad.

Hipótesis específica 2

Ho²: No existe diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según la longitud de fragmento en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023.

Hi²: Existe diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según la longitud de fragmento en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023.

Nivel de significancia:

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0^1).
- Si $p > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula (H_0^1).

Tabla 5. Prueba de U – Mann Whitney entre la resistencia a la fatiga ciclical flexional según la longitud de fragmento.

Muestras Independientes	W	p	Correlación de Rango Biserial	IC del 95% para Correlación de Rango Biserial	
				Inferior	Superior
Longitud de fragmento	214.000	$p > 0,05$	0.070	-0.284	0.407

Nota. Para el contraste de Mann-Whitney, la magnitud del efecto viene dada por la correlación biserial de rangos.

El valor obtenido para la prueba ($p > 0.05$) indicó que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H_0^2), implicando la ausencia de discrepancias notables en la resistencia a la fatiga cíclica flexional basada en la longitud de fragmento entre los sistemas evaluados. La correlación de rango biserial también reflejó una relación muy débil entre la longitud de fragmento y las diferencias entre los sistemas. Sin embargo, basándonos en la longitud promedio y la consistencia de los datos (menor desviación estándar), se podría sugerir que REC BLUE FILE podría tener un efecto ligeramente más favorable o consistente en cuanto a la longitud en comparación con TF4 GOLD en el contexto evaluado.

Hipótesis específica 3

H_0^3 : No existe diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023.

H_1^3 : Existe diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023.

Nivel de significancia:

Regla de decisión:

- Si $p \leq 0.05$, se rechaza la hipótesis nula (H_0^1).
- Si $p > 0.05$, no se rechaza la hipótesis nula (H_0^1).

Tabla 6. Prueba de U – Mann Whitney entre la resistencia a la fatiga ciclical flexional según el tiempo de fractura

Muestras Independientes	W	p	Correlación de Rango Biserial	IC del 95% para Correlación de Rango Biserial	
				Inferior	Superior
Tiempo de fractura	226.500	$p > 0,05$	0.133	-0.225	0.459

Nota. Para el contraste de Mann-Whitney, la magnitud del efecto viene dada por la correlación biserial de rangos.

El valor obtenido para la prueba ($p > 0.05$) indica que no hay suficiente evidencia para rechazar la hipótesis nula (H_0), lo que implicó que no se encontraron discrepancias notables en la resistencia a la fatiga cíclica flexional basada en el tiempo de fractura entre los sistemas evaluados. Además, la correlación de rango biserial mostró una relación muy débil entre el tiempo de fractura y las diferencias entre los sistemas. Por otro lado, La desviación estándar de TF4 GOLD (76.322 segundos) es significativamente mayor que la de REC BLUE FILE (36.243 segundos). Una menor desviación estándar generalmente indica que los datos tienden a estar más cerca del promedio, lo que se llega a concluir una mayor consistencia en los tiempos de fractura de REC BLUE FILE en comparación con TF4 GOLD. Por lo tanto, si se valora la consistencia y la uniformidad en los tiempos de fractura, REC BLUE FILE podría considerarse más confiable en este aspecto en comparación con TF4 GOLD.

4.1.3 Discusión de resultados

En relación con el objetivo general de comparar la resistencia a la fatiga clínica en dos sistemas de limas recprocantes, se observó que, en términos de tiempo, TF4 GOLD registra un promedio superior (97.800 segundos) en comparación con REC BLUE FILE (70.300 segundos). No obstante, TF4 GOLD también presenta una variabilidad significativamente mayor en sus tiempos, evidenciada por su desviación estándar más alta (76.322 frente a 36.243 en REC BLUE FILE). Respecto a la longitud, ambos sistemas tienen valores promedio cercanos (5.676 mm para TF4 GOLD y 5.781 mm para REC BLUE FILE), pero TF4 GOLD muestra una mayor variabilidad en la longitud según su desviación estándar (0.932 en comparación con 0.424 en REC BLUE FILE). En cuanto al número de ciclos, TF4 GOLD tiene un promedio más alto (29340.000) en comparación con REC BLUE FILE (21100.000), pero también exhibe una mayor variabilidad en este

aspecto (22896.734 en TF4 GOLD versus 10872.757 en REC BLUE FILE). Sin embargo, no se identificaron diferencias significativas en la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre ambos sistemas de limas reciprocantes, como se confirmó mediante la prueba U de Mann – Whitney. ($p > 0.05$)

Del mismo modo, **Navarrete et al. (11)**, no hallaron diferencias significativas entre los dos conjuntos evaluados ($p > 0,05$) en ninguna sección de la lima. Por ende, los investigadores concluyeron que tanto las herramientas Wave One Gold primary como Reciproc Blue R25 experimentaron alteraciones superficiales tras ser utilizadas en la instrumentación de cuatro conductos radiculares, destacando que la mayor deformación de las limas ocurrió en la región apical. Esto sugiere que a medida que las limas se utilizan más, mayor es el desgaste superficial. En cambio, **Lima et al. (16)** demostraron que no hubo fracturas ni deformaciones tras el uso clínico. Sin embargo, durante el tercer uso de los instrumentos, se observó que se necesitó más tiempo para la preparación ($p < 0,05$). Esto llevó a la conclusión de que el uso clínico de los instrumentos Reciproc aumentó el tiempo necesario para la preparación y disminuyó la rugosidad de la superficie. De igual manera con **Nogueira et al. (18)** señalaron que los instrumentos UltraAC R25 y R25B mostraron una resistencia a la fatiga cíclica significativamente menor en comparación con los instrumentos TradAC y los que no habían sido sometidos a simulaciones clínicas ($P < 0,05$). Como resultado, concluyeron que las limas R25B presentaron una mayor resistencia a la fatiga cíclica que las R25. El uso de las limas R25B y R25 en molares mandibulares con UltraAC disminuyó su resistencia a la fatiga cíclica en comparación con el uso de TradAC.

Con relación al primer objetivo específico planteado, el cual buscaba identificar si había diferencias significativas en la resistencia a la fatiga cíclica flexional basadas en el

número de ciclos entre dos sistemas de limas reciprocantes, se observó que, en términos de promedio, TF4 GOLD presentó un mayor número de ciclos, sugiriendo una potencial resistencia más alta a la fatiga cíclica. Sin embargo, la mayor variabilidad en los resultados de TF4 GOLD indica una posible menor consistencia en comparación con REC BLUE FILE, que exhibe una menor variabilidad y, por lo tanto, podría considerarse como una opción más consistente. A pesar de estas diferencias, el resultado obtenido en la prueba estadística ($p > 0.05$) señaló la ausencia de discrepancias significativas notables en la resistencia a la fatiga cíclica flexional basada en el número de ciclos entre los sistemas evaluados.

De igual manera, **Taboada (15)** reveló en su investigación que no se observaron divergencias estadísticamente significativas en el número de ciclos hasta la fractura entre los dos tipos de limas ($p=0.19$). Esta constatación llevó a concluir que ambos tipos de limas mecanizadas de acción alterna no presentaron diferencias en la resistencia a la fatiga cíclica en relación con el número de ciclos hasta la fractura. No obstante, se detectaron variaciones en la longitud de los fragmentos fracturados, evidenciándose que Reciproc Blue® mostraba fragmentos de mayor longitud.

Asimismo, **Serefoglu et al. (20)** no encontraron diferencias significativas entre los valores de NCF (número de ciclos hasta la fractura) de las limas nuevas y aquellas utilizadas por primera vez ($P>0.05$). Sin embargo, los valores de NCF de las limas nuevas y usadas por primera vez resultaron significativamente más elevados que aquellos de las limas empleadas por segunda y tercera vez ($P>0.05$). Esta conclusión sugiere que el instrumento Reciproc Blue R25 podría ser empleado para la eliminación de material RCF (Root Canal Filling) en dos molares. No obstante, debido a sus valores de NCF reducidos, no se recomienda su uso múltiple en dos molares.

Sin embargo, **Tovar (14)** demostró que el sistema Reciproc Blue presentó un promedio de 1279.65 ciclos hasta la fractura (CF), mientras que el sistema AF Blue mostró un promedio de 1976.00 CF. La disparidad en los ciclos hasta la fractura entre ambos grupos fue significativa ($P=0.000$, $P<0.05$). En resumen, en un conducto artificial con una curvatura de 90 grados y un radio de 3 milímetros, este estudio evidenció que el sistema AF Blue Reciprocating demostró una mayor resistencia a la fatiga cíclica en comparación con el sistema Reciproc Blue.

En el contexto del segundo objetivo específico, enfocado en identificar si existían diferencias significativas en la resistencia a la fatiga cíclica flexional según la longitud del fragmento en dos sistemas de limas reciprocantes, se constató que, considerando tanto la longitud promedio como la coherencia de los datos (reflejada en una menor desviación estándar), podría inferirse que REC BLUE FILE podría presentar una leve tendencia hacia una longitud más favorable o consistente en comparación con TF4 GOLD en el ámbito evaluado. Sin embargo, el resultado obtenido en la prueba estadística ($p > 0.05$) indicó la carencia de discrepancias notables en la resistencia a la fatiga cíclica flexional basada en la longitud del fragmento entre los sistemas sometidos a evaluación.

Del mismo modo, **Gutierrez (13)**, entre sus resultados mostró una marcada variación en la resistencia a la fatiga cíclica; las limas OOF alcanzaron un tiempo máximo de 48'50" y un tiempo mínimo de 21'21", mientras que las limas RCB alcanzaron un máximo de 15'53" y un mínimo de 5'33". Además, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas al aplicar la prueba de Mann-Whitney para la medida de longitud del fragmento y la longitud de la lima. ($p>0.05$)

En el contexto del tercer objetivo específico, orientado a determinar la existencia de posibles diferencias significativas en la resistencia a la fatiga flexional según el tiempo

de fractura entre dos tipos de limas reciprocantes, se evidenció que la desviación estándar de TF4 GOLD (76.322 segundos) fue considerablemente superior a la de REC BLUE FILE (36.243 segundos). Habitualmente, una menor desviación estándar sugiere una mayor proximidad de los datos al valor promedio, lo que implica una mayor uniformidad en los tiempos de fractura para REC BLUE FILE en comparación con TF4 GOLD. Por ende, en términos de consistencia y regularidad en los tiempos de fractura, es plausible considerar que REC BLUE FILE resulta más confiable que TF4 GOLD en este aspecto. Adicionalmente, al emplear un nivel de significancia del 5%, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas mediante el uso de la Prueba U de Mann – Whitney ($p > 0.05$).

En cambio, **García (12)** observó una diferencia estadísticamente significativa en la resistencia al tiempo hasta la fractura de las limas TF4 Gold en conductos de 60 grados en comparación con el otro grupo, con una diferencia de -1881.1 segundos. En el caso de la comparación con Only One File en conductos de 90 grados, TF4 Gold registró un tiempo promedio hasta la fractura de -163.1 segundos, con un valor de $p < 0.05$. En resumen, las limas Only One File exhibieron una resistencia a la fatiga cíclica mayor que el otro grupo evaluado, según los resultados obtenidos por García.

Por otro lado, **Pedulla et al. (17)**, descubrieron que los tiempos de fractura de REC25 en conductos de cuatro y seis fueron significativamente menores en comparación con otros grupos ($P < 0,05$).

Además, **Oh et al. (19)**, señalaron que la resistencia a la flexión de tres limas no mostró diferencias significativas. Sin embargo, a 37°C, RPB demostró la mayor resistencia a la flexión, seguida por WOG y HDM ($P < 0,05$). A temperatura ambiente, RPB exhibió el tiempo de fractura más largo, seguido por HDM y WOG ($P < 0,05$). En

condiciones de temperatura corporal, HDM mostró el tiempo de fractura más prolongado, seguido por RPB y WOG ($P < 0,05$). En última instancia, los investigadores concluyeron que el sistema HDM presentó una flexibilidad superior y una mayor resistencia a la fatiga cíclica a 37°C.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Se llega a la conclusión de que no existen diferencias significativas en la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas reciprocantes, Lima - 2023,
- Se concluye que no se observaron diferencias significativas en la resistencia a la fatiga cíclica flexional según el número de ciclos en los dos sistemas de limas reciprocantes evaluados, Lima - 2023.
- Se llega a la conclusión de que no existen diferencias significativas en la resistencia a la fatiga cíclica flexional según la longitud de fragmento en los dos sistemas de limas reciprocantes analizados, Lima – 2023.
- Se concluye que no existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura, en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima - 2023.

5.2 Recomendaciones

- Es fundamental que el profesional evalúe y considere factores adicionales, como la experiencia personal, la anatomía del conducto radicular y las necesidades del paciente, al seleccionar el sistema de limas reciprocantes a utilizar en un tratamiento endodóntico, así como también, seguir supervisando y recopilando datos clínicos para obtener una comprensión más completa y detallada de su desempeño en diferentes contextos clínicos y situaciones específicas, lo que puede contribuir a una elección más informada y efectiva en el futuro.

- Es importante tener en cuenta que, si bien el promedio indica una tendencia, la variabilidad y la consistencia también juegan un papel fundamental en la elección de herramientas clínicas, por lo que se recomienda consultar estudios adicionales o realizar pruebas complementarias puede ser útil para obtener una imagen más completa y tomar decisiones más informadas.
- Se recomienda tener en cuenta otros factores relevantes además de la longitud del fragmento al evaluar la elección entre estos sistemas de limas. La consistencia de los resultados, el rendimiento clínico general y otros parámetros podrían influir en la decisión sobre qué sistema de limas reciprocantes utilizar en determinadas situaciones.
- Se recomienda consultar con colegas o expertos en el campo, revisar literatura adicional y considerar estudios clínicos que evalúen diferentes aspectos de ambas limas reciprocantes para tomar una decisión más informada y precisa sobre cuál sería más efectiva para un caso clínico específico.

REFERENCIAS

1. Berman L, Hargreaves K. Cohen's Pathways of the Pulp. 12th ed. Elsevier Health Sciences; 2020. 992 p.
2. Abbott P V. Present status and future directions: Managing endodontic emergencies. *Int Endod J* [Internet]. 2022;55(S3):778–803. Disponible en:<https://doi.org/10.1111/iej.13678>
3. Tibúrcio C, Michelon C, Zanatta F, Gomes M, Marin J, Bier C. The global prevalence of apical periodontitis: a systematic review and meta-analysis. *Int Endod J* [Internet]. 2021;54(5):712–35. Disponible en:<https://doi.org/10.1111/iej.13591>
4. Chan W, Gulati K, Peters O. Advancing Nitinol: From heat treatment to surface functionalization for nickel–titanium (NiTi) instruments in endodontics. *Bioact Mater* [Internet]. 2023;22(1):91–111. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2022.09.008>
5. Amza O, Dimitriu B, Suciú I, Bartok R, Chirila M. Etiology and Prevention of an Endodontic Iatrogenic Event: Instrument Fracture. *J Med Life* [Internet]. 2020;13(3):378–81. Disponible en:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7550140/>
6. De Vasconcelos R, Murphy S, Carvalho C, Govindjee R, Govindjee S, Peters O. Evidence for Reduced Fatigue Resistance of Contemporary Rotary Instruments Exposed to Body Temperature. *J Endod* [Internet]. 2016;42(5):782–7. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2016.01.025>
7. Ribeiro C, Bittencourt T, Hasna A, Palo R, Talge C, Valera M. Cyclic fatigue,

- torsional failure, and flexural resistance of rotary and reciprocating instruments. *J Conserv Dent* [Internet]. 2020;23(4):364–369. Disponible en:http://dx.doi.org/10.4103/JCD.JCD_409_20
8. Varghese N, Pillai R, Sujathen U, Sainudeen S, Antony A, Paul S. Resistance to torsional failure and cyclic fatigue resistance of ProTaper Next, WaveOne, and Mtwo files in continuous and reciprocating motion: An in vitro study. *J Conserv Dent* [Internet]. 2016;19(3):225–30. Disponible en:<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4872575/>
 9. Pedullà E, Genovesi F, Rapisarda S, La Rosa GRM, Grande NM, Plotino G, et al. Effects of 6 Single-File Systems on Dentinal Crack Formation. *J Endod*. 2017;43(3):456–61.
 10. Salloom W, Shukri B. Effects of Chitosan, NaOCl, and EDTA Irrigation Solutions on the Cyclic Fatigue Resistance of Three Nickel-Titanium Endodontic Rotary Files: An In Vitro Study. *Dent Hypotheses* [Internet]. 2022;13(4):121–3. Disponible en:<https://doi.org/10.1111/iej.13678>
 11. Navarrete M, Terán S, Guillen R, Plaza D. Evaluación topográfica de limas reciprocantes , posterior a la instrumentación de conductos curvos . Estudio ex vivo. *Odontol Sanmarquina* [Internet]. 2023;26(1):e24450. Disponible en:<https://doi.org/10.15381/os.v26i1.24450>
 12. García F. Resistencia a la fatiga cíclica de 2 sistemas reciprocantes en una canaleta de conductos simulados: Estudio In Vitro [Internet]. Universidad César Vallejo; 2016. Disponible en:<https://hdl.handle.net/20.500.12692/107508>
 13. Gutierrez D. Coparacion de la resistencia a la fatiga ciclica flexional entre dos sistemas de limas reciprocante. Universidad Continental; 2021.

14. Tovar 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. Disponible en:<https://repositorio.ucsm.edu.pe/handle/20.500.12920/10426>
15. Taboada K. Resistencia a la fatiga cíclica de dos tipos de limas mecanizadas de acción aternada [Internet]. Universidad Inca Garcilaso de la Vega; 2019. Disponible en:<http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/5117>
16. Lima Moreira EJ, dos Santos Antunes H, Vieira VTL, Cavalcante DM, Oliveira HE, da Silva Oliveira D, et al. Effects of clinical use of NiTi reciprocating instruments on cyclic and torsional resistance, and on roughness. *Braz Oral Res.* 2021;35:1–10.
17. Pedullá E., GRM LR, G F, G C, S R, F LS, et al. Cyclic fatigue and torsional resistance evaluation of Reciproc R25 instruments after simulated clinical use. *Eur PMC.* 2021;
18. Nogueira Leal Silva EJ, Attademo RS, da Silva MCD, Pinto KP, Antunes H dos S, Vieira VTL. Does the type of endodontic access influence in the cyclic fatigue resistance of reciprocating instruments? *Clin Oral Investig.* 2021;25(6):3691–8.
19. Oh S, Kum KY, Kim HJ, Moon SY, Kim HC, Chaniotis A, et al. Bending resistance and cyclic fatigue resistance of WaveOne Gold, Reciproc Blue, and HyFlex EDM instruments. *J Dent Sci* [Internet]. 2020;15(4):472–8. Disponible en:<https://doi.org/10.15381/os.v26i1.24450>
20. Serefoglu B, Miçooğulları Kurt S, Kaval ME, Güneri P, Kandemir Demirci G, Çalışkan MK. Cyclic Fatigue Resistance of Multiused Reciproc Blue Instruments

- during Retreatment Procedure. *J Endod.* 2020;46(2):277–82.
21. Jordan L, Bronnec F, Machtou P. Endodontic Instruments and Canal Preparation Techniques. In: Camilleri J, editor. *Endodontic Materials in Clinical Practice.* Wiley Online Library; 2021. p. 81–131.
 22. Shi L, Yang Y, Wan J, Xie W, Yang R, Yao Y. Shaping ability of rotary and reciprocating single-file systems in combination with and without different glide path techniques in simulated curved canals. *J Dent Sci [Internet].* 2022;17(4):1520–7. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.jds.2022.04.029>
 23. Avoaka M, Djolé S, Gnagne Y, Noelle C, Nassi G, Aimé W, et al. Root canal preparation using continuous rotation: The level of knowledge and the frequency of use in Abidjan, Côte d’Ivoire. *Turkey Endod J [Internet].* 2019;4(2):34–8. Disponible en:https://jag.journalagent.com/tej/pdfs/TEJ-09719-ORIGINAL_RESEARCH-AVOAKA-BONI.pdf
 24. Pawar A. Centering ability of three different mechanized files while instrumenting oval canals. *Endodontology [Internet].* 2020;32(2):67. Disponible en:<https://www.endodontologyonweb.org/article.asp?issn=0970-7212;year=2020;volume=32;issue=2;spage=67;epage=71;aulast=Pawar%0Ahttps://www.endodontologyonweb.org/article.asp?issn=0970-7212;year=2020;volume=32;issue=2;spage=67;epage=71;aulast=Pawar;type=0>
 25. Gavini G, Santos M, Caldeira C, Machado M, Freire L, Iglecias E, et al. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Brazilian oral resarc.* 2018;32:e67.
 26. Liang Y, Yue L. Evolution and development: engine-driven endodontic rotary nickel-titanium instruments. *Int J Oral Sci [Internet].* 2022;14(1):12. Disponible

- en:<https://doi.org/10.1038/s41368-021-00154-0>
27. 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;36(4):679–90. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2009.12.036>
 28. You S, Bae K, Baek S, Kum K, Shon W, Lee W. Lifespan of one nickel-titanium rotary file with reciprocating motion in curved root canals. *J Endod* [Internet]. 2010;36(12):1991–4. Disponible en:<http://dx.doi.org/10.1016/j.joen.2010.08.040>
 29. van der Vyver P, Jonker C. Reciprocating instruments in endodontics: a review of the literature. *J South African Dent Assoc* [Internet]. 2014;69(9):404–9. Disponible en:<https://journals.co.za/doi/abs/10.10520/EJC160578>
 30. Faus-Matoses V, Faus-Llácer V, Muñoz ÁA, Pérez-Barquero JA, Faus-Matoses I, Ruiz-Sánchez C, et al. A Novel Digital Technique to Analyze the Wear of CM-Wire NiTi Alloy Endodontic Reciprocating Files: An In Vitro Study. *Int J Environ Res Public Health* [Internet]. 2022;19(6):3203. Disponible en:<https://doi.org/10.3390/ijerph19063203>
 31. Bago I, Batelja L, Tarle A, Sesar A, Anić I. Novel laser activated photoacoustic streaming for removing pulp remnants from round root canals after single file reciprocating instrumentation. *Photodiagnosis Photodyn Ther* [Internet]. 2022;37(November 2021). Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2021.102631>
 32. de Figueiredo F, Lima L, Oliveira L, Ribeiro M, Correa M, Brito M, et al. Effectiveness of a reciprocating single file, single cone endodontic treatment approach: a randomized controlled pragmatic clinical trial. *Clin Oral Investig*

- [Internet]. 2020;24(7):2247–57. Disponible en:<https://doi.org/10.1007/s00784-019-03077-7>
33. Adıgüzel M, Capar I. Comparison of Cyclic Fatigue Resistance of WaveOne and WaveOne Gold Small, Primary, and Large Instruments. *J Endod* [Internet]. 2017;43(4):623–7. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.11.021>
 34. Peters O, de Azevedo M, Pereira E. Contemporary Root Canal Preparation: Innovations in Biomechanics. *Dent Clin North Am* [Internet]. 2017;61(1):37–58. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.cden.2016.08.002>
 35. Mahmood R. Management of apical periodontitis using WaveOne gold reciprocating files, single-cone endodontic approach: A case series author. *Ann Med Surg* [Internet]. 2021;66(102385):1–6. Disponible en:<https://doi.org/10.1016/j.amsu.2021.102385>
 36. Marinho A, Martinho F, Gonçalves L, Rabang H, Gomes B. Does the Reciproc file remove root canal bacteria and endotoxins as effectively as multife rotary systems? *Int Endod J* [Internet]. 2015;48(6):542–8. Disponible en:<https://doi.org/10.1111/iej.12346>
 37. Arslan H, Doğanay E, Alsancak M, Çapar I, Karataş E, Gündüz H. Comparison of apically extruded debris after root canal instrumentation using Reciproc® instruments with various kinematics. *Int Endod J* [Internet]. 2016;49(3):307–10. Disponible en:<https://doi.org/10.1111/iej.12449>
 38. Kırıcı D, Demirbuga S, Karataş E. Micro-computed Tomographic Assessment of the Residual Filling Volume, Apical Transportation, and Crack Formation after Retreatment with Reciproc and Reciproc Blue Systems in Curved Root Canals. *J Endod* [Internet]. 2020;46(2):238–43. Disponible

- en:<https://doi.org/10.1016/j.joen.2019.11.003>
39. Romeiro K, de Almeida A, Cassimiro M, Gominho L, Dantas E, Chagas N, et al. Reciproc and Reciproc Blue in the removal of bioceramic and resin-based sealers in retreatment procedures. *Clin Oral Investig* [Internet]. 2020;24(1):405–16. Disponibile en:<https://doi.org/10.1007/s00784-019-02956-3>
 40. Yared G. Reciproc blue: la nuova generazione della reciprocazione. *G Ital Endod* [Internet]. 2017;31(2):96–101. Disponibile en:<http://dx.doi.org/10.1016/j.gien.2017.09.003>
 41. Razooki A, Shekhli A, Aubi I. Evaluation of Cyclic Fatigue Resistance of Different Rotary Endodontic File Systems. *J Int Dent Med Res* [Internet]. 2020;13(3):849–53. Disponibile en:<https://www.proquest.com/openview/bbddb0f833a2b46cd6eac29ccf88d6f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=1036416>
 42. Bhatt A, Rajkumar B. A comparative evaluation of cyclic fatigue resistance for different endodontic NiTi rotary files: An in-vitro study. *J Oral Biol Craniofacial Res* [Internet]. 2019;9(2):119–21. Disponibile en:<https://doi.org/10.1016/j.jobcr.2018.12.003>
 43. Grande N, Plotino G, Silla E, Pedullà E, DeDeus G, Gambarini G, et al. Environmental Temperature Drastically Affects Flexural Fatigue Resistance of Nickel-titanium Rotary Files. *J Endod* [Internet]. 2017;43(7):1157–60. Disponibile en:<https://doi.org/10.1016/j.joen.2017.01.040>
 44. Almohareb RA, Barakat R, Albakri A, Altamimi M. Effect of autoclaving cycles on the cyclic fatigue resistance of race and race evo nickel-titanium endodontic rotary files: An in vitro study. *Metals (Basel)* [Internet]. 2021;11(12):1947.

Disponibile en:<https://doi.org/10.3390/met11121947>

45. Thu M, Ebihara A, Maki K, Miki N, Okiji T. Cyclic Fatigue Resistance of Rotary and Reciprocating Nickel-Titanium Instruments Subjected to Static and Dynamic Tests. *J Endod* [Internet]. 2020;46(11):1752–7. Disponibile en:<https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.08.006>
46. Pillay M, Vorster M, Van der Vyver P. Fracture of endodontic instruments - Part 1: Literature review on factors that influence instrument breakage. *South African Dent J* [Internet]. 2020;75(10):553–63. Disponibile en:<http://dx.doi.org/10.17159/2519-0105/2020/v75no10a4>
47. Padavala S, Ganapathy D. Fatigue in rotary endodontic instruments - A review. *Drug Invent Today*. 2019;11(3):671–6.
48. Saleh H, Abdulhameed O. A Comparative Examination of Cyclic Fatigue and Fragment Length of Three Different Types of Endodontic Rotary Files: An In Vitro Study. *Dent Hypotheses* [Internet]. 2022;13(1):49–52. Disponibile en:<http://www.dentalhypotheses.com/text.asp?2022/13/2/49/350784>
49. Seracchiani M, Miccoli G, Reda R, Zanza A, Obino F, Bhandi S, et al. A comprehensive in vitro comparison of mechanical properties of two rotary endodontic instruments. *World J Dent* [Internet]. 2020;11(3):185–8. Disponibile en:<https://doi.org/10.5005/jp-journals-10015-1729>
50. Gambarini G, Cicconetti A, Nardo D, Miccoli G, Zanza A, Testarelli L, et al. Influence of different heat treatments on torsional and cyclic fatigue resistance of nickel-titanium rotary files: A comparative study. *Appl Sci*. 2020;10(16):5604.
51. Al-obaida MI, Alzuwayer AA, Alanazi SS, Balhaddad AA. In Vitro Analysis of

- the Fatigue Resistance of Four Single File Canal Preparation Instruments. *Materials* (Basel) [Internet]. 2022;15(2):688. Disponible en:<https://doi.org/10.3390/ma15020688>
52. Bukhari KA, Almalk M, Daghestani M, Bogar D, Aljifan M, Alharbi Y, et al. Cyclic fatigue comparison of different manufactured endodontic files. *Saudi Endod J* [Internet]. 2019;9:186–91. Disponible en:https://journals.lww.com/senj/Fulltext/2019/09030/Cyclic_fatigue_comparison_of_different.5.aspx
53. Hernández-Sampieri R, Fernández C, Baptista M. Metodología de la Investigación [Internet]. 6th ed. McGraw-Hill; 2014. 634 p. Disponible en:<https://www.ptonline.com/articles/how-to-get-better-mfi-results>
54. Dunn PK. Scientific Research and Methodology: An introduction to quantitative research in science and health [Internet]. 2021. 626 p. Disponible en:<https://bookdown.org/pkaldunn/Book/>
55. Forriol F. Métodos de investigación clínicos en cirugía ortopédica y traumatología. In: *Traumatología y ortopedia: Generalidades* [Internet]. Elsevier Health Science; 2019. p. 40. Disponible en:https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=D8rSDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA40&dq=tipo+de+investigacion+basica&ots=NiJSYEkJrS&sig=NDbn_CVb-7kh-j3o4nc0DE-hzk#v=onepage&q=basica&f=false
56. Ñaupas H, Valdivia M, Palacios J, Romero H. El Método científico. Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis. 2019. 562 p.
57. Hernández-Sampieri R, Mendoza C. Metodología de la investigación: Las rutas Cuantitativa Cualitativa y Mixta. Metodología de la investigación. Las rutas

- cuantitativa, cualitativa y mixta. México; 2018.
58. Dagnino J. Tipos de estudios. *Rev Chil Anest* [Internet]. 2014;43(2):104–8. Disponible en:<https://doi.org/10.25237/revchilanestv43n02.05>
 59. Shukla S. Concept of population and sample. In: *How to Write a Research Paper?* [Internet]. 2020. p. 1–7. Disponible en:https://www.researchgate.net/publication/346426707_CONCEPT_OF_POPULATION_AND_SAMPLE
 60. Majid U. *Research Fundamentals : Study Design , Population , and Sample Size.* *URN CST J* [Internet]. 2018;2(1):1–7. Disponible en:<https://doi.org/10.26685/urncst.16>
 61. Rodríguez Gómez MJ, Camargo Lemos DM, Orozco Vargas LC. Aspectos Metodológicos En Los Estudios De Evaluación De Pruebas Diagnósticas. *UstaSalud*. 2012;11(2):115.

ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGÍA
<p>Problema general:</p> <p>¿Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>¿Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el número de ciclos en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023?</p> <p>¿Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional según longitud de fragmento en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023?</p> <p>¿Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023?</p>	<p>Objetivo general:</p> <p>Comparar la resistencia a la fatiga cíclica flexional en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Identificar si existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el número de ciclos en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima-2023. - Identificar si existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional según longitud de fragmento en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023. - Identificar si existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023. 	<p>Hipótesis general:</p> <p>Hi: Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023.</p> <p>Ho: No existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>Hi¹: Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el número de ciclos en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023.</p> <p>Ho¹: No existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el número de ciclos en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023.</p> <p>Hi²: Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional según longitud de fragmento en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023.</p> <p>Ho²: No existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional según longitud de fragmento en dos sistemas de limas recíprocantes, Lima - 2023.</p>	<p>Sistemas de limas recíprocantes</p> <p>Dimensiones:</p> <p>D1: Sistemas basados en la tecnología TF4 GOLD (Dental Perfect).</p> <p>D2: Sistemas basados en la tecnología REC blue FILE (Dentaline).</p> <p>Resistencia a la fatiga cíclica flexional</p> <p>Dimensiones:</p> <p>D1: Número de ciclos hasta la fractura</p> <p>D2: Longitud de fragmento</p> <p>D3: Tiempo de fractura</p>	<p>Tipo de investigación: Aplicada</p> <p>Método: Analítico</p> <p>Nivel: Correlacional</p> <p>Población y muestra Población: 60 limas Muestra: 40 limas</p>

		<p>Hi³: Existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima - 2023.</p> <p>Ho³: No existen diferencias significativas entre la resistencia a la fatiga cíclica flexional, según el tiempo de fractura en dos sistemas de limas reciprocantes, Lima - 2023.</p>		
--	--	--	--	--

Anexo 2: Instrumentos



Universidad
Norbert Wiener

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

Escuela Académico Profesional de Odontología

“COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA FLEXIONAL EN DOS SISTEMAS DE LIMAS RECIPROCANTES, LIMA - 2023”.

N° Muestra	LIMAS TF4 GOLD (Dental Perfect) – Sistema Reciprocante: SI			REC blue FILE (Dentaline) – Sistema Reciprocante: SI			
	Grado de curvatura de 30°: SI	Grado de curvatura de 60°: SI		Grado de curvatura de 30°: SI		Grado de curvatura de 60°: SI	
	Tiempo de fractura (segundos)			Tiempo de fractura (segundos)			
1	221 s	11	137 s	1	60 s	11	114 s
2	223 s	12	136 s	2	62 s	12	112 s
3	225 s	13	79 s	3	88 s	13	144 s
4	204 s	14	81 s	4	76 s	14	133 s
5	187 s	15	88 s	5	40 s	15	79 s
6	40 s	16	96 s	6	43 s	16	75 s
7	37 s	17	23 s	7	49 s	17	76 s
8	38 s	18	26 s	8	15 s	18	70 s
9	22 s	19	36 s	9	14 s	19	69 s
10	20 s	20	37 s	10	16 s	20	71 s

LIMAS TF4 GOLD (Dental Perfect) – Sistema Reciprocante: SI

N° Muestra	Longitud de fragmento (mm)	Ciclos hasta fractura
1	5.74 mm	66,300
2	5.91 mm	66,900
3	5.75 mm	67,500
4	6.02 mm	61,200
5	6.16 mm	56,100
6	6.51 mm	12,000
7	6.62 mm	11,100
8	6.58 mm	11,400
9	6.13 mm	6,600
10	6.36 mm	6,000
11	3.08 mm	41,100
12	3.28 mm	40,800
13	5.71 mm	23,700
14	5.53 mm	24,300
15	5.64 mm	26,400
16	5.72 mm	28,800
17	5.46 mm	6,900
18	5.24 mm	7,800
19	5.96 mm	10,800
20	6.11 mm	11,100

REC blue FILE (Dentaline) – Sistema Reciprocante: SI

Nº Muestra	Longitud de fragmento (mm)	Ciclos hasta fractura
1	5.87 mm	18,000
2	6.03 mm	18,600
3	6.18 mm	26,400
4	5.97 mm	22,800
5	6.23 mm	12,000
6	6.15 mm	12,900
7	6. 17 mm	14,700
8	6.42 mm	4,500
9	6.36 mm	4,200
10	6.15 mm	4,800
11	4.88 mm	34,200
12	5.47 mm	33,600
13	5.55 mm	43,200
14	5.61 mm	39,900
15	5.48 mm	23,700
16	5.26 mm	22,500
17	5.31 mm	22,800
18	6.02 mm	21,000
19	5.87 mm	20,900
20	5.50 mm	21,300

Anexo 3: Validez del instrumento

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *Dr. Esp. Carlos Enrique Guillén Galarza*
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: *Docente Tiempo Completo Universidad Wiener.*
- 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: *Cuestionario sobre comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas recíprocantes en lima, 2023.*
- 1.4 Título de la Investigación: *"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA FLEXIONAL ENTRE DOS SISTEMAS DE LIMAS RECÍPROCANTES EN LIMA, 2023".*

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					X
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.					X
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.					X
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de Investigación.					X
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 1 \text{ /}$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 – 0,60]
Observado	<0,60 – 0,70]
Aprobado	<0,70 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD: *Ficha de Cotejo*Lima, 16 de Junio del 2023.


Dr. Carlos Guillén Galarza
C.P. 18887 P.O.E. 744
Firma y sello

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: *Dr. ROBERTO MARTÍN SEGURA NIEVES.*
 1.2 Cargo e Institución donde labora: *DOCENTE UNIVERSIDAD NORBERT WIENER*
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Cuestionario sobre comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas recíprocantes en lima, 2023.
 1.4 Título de la Investigación: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA FLEXIONAL ENTRE DOS SISTEMAS DE LIMAS RECÍPROCANTES EN LIMA, 2023".

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				X	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.					X
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.					X
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.					X
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio					X
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.			X		
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = \frac{0.82}{1} = 0.82\%$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 – 0,60]
Observado	<0,60 – 0,70]
Aprobado	<0,70 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 16 de Junio del 2023.

Roberto Martín Segura Nieves
 CIRUJANO DENTISTA
 FIRMA Y SELLO



Universidad
Norbert Wiener

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: **MG. ESP. CD. KARINA SOTO VARGAS**
 1.2 Cargo e Institución donde labora: **DOCENTE UNIVERSIDAD NORBERT WIENER**
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: **Cuestionario sobre comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas recíprocantes en lima, 2023.**
 1.4 Título de la Investigación: **"COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA FLEXIONAL ENTRE DOS SISTEMAS DE LIMAS RECÍPROCANTES EN LIMA, 2023".**

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				✓	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				✓	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				✓	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.				✓	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.				✓	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio				✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				✓	
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)					✓	
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = \frac{0.8}{1}$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenida en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 – 0,60]
Observado	<0,60 – 0,70]
Aprobado	<0,70 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 20 de Junio del 2023.


 Karina Soto Vargas
 ODONTÓLOGA - DENTISTA
 C.O.P. 1111
 Firma y sello

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: **MG. CD. MARIELA VILLACORTA MOLINA.**
- 1.2 Cargo e Institución donde labora: **DOCENTE TIEMPO COMPLETO Universidad Wiener.**
- 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Cuestionario sobre comparación de la resistencia a la fatiga cíclica flexional entre dos sistemas de limas recíprocantes en lima, 2023.
- 1.4 Título de la Investigación: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA FLEXIONAL ENTRE DOS SISTEMAS DE LIMAS RECÍPROCANTES EN LIMA, 2023".

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.					X
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.					X
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				X	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				X	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognoscitivas.				X	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.				X	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				X	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio				X	
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				X	
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)						
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0.841.$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenida en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría	Intervalo
Desaprobado	[0,00 – 0,60]
Observado	<0,60 – 0,70]
Aprobado	<0,70 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 16 de junio del 2023.


Mg. Mariela A. Villacorta Molina
CIRUJANA DENTISTA
C.O.P. 13354

Firma y sello

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO

I. DATOS GENERALES

- 1.1 Apellidos y Nombres del Experto: DR. ESP. C.D. ENRIQUE CARLO CUBA GONZALES
 1.2 Cargo e Institución donde labora: JEFE DEL AREA DE ENDODONCIA DE LA CLINICA POPULAR "MSG" - PNP
 1.3 Nombre del Instrumento motivo de evaluación: Cuestionario sobre comparación de la resistencia a la fatiga ciclica flexional entre dos sistemas de limas reciprocantes en lima, 2023.
 1.4 Título de la Investigación: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FATIGA CÍCLICA FLEXIONAL ENTRE DOS SISTEMAS DE LIMAS RECIPROCANTES EN LIMA, 2023".

II. ASPECTO DE LA VALIDACIÓN

	CRITERIOS	Deficiente 1	Baja 2	Regular 3	Buena 4	Muy buena 5
1. CLARIDAD	Está formulado con lenguaje apropiado.				✓	
2. OBJETIVIDAD	Está expresado en conductas observables.				✓	
3. ACTUALIDAD	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				✓	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.				✓	
5. SUFICIENCIA	Comprende los aspectos de cantidad y calidad en sus ítems.				✓	
6. INTENCIONALIDAD	Adecuado para valorar aspectos del desarrollo de capacidades cognitivas.				✓	
7. CONSISTENCIA	Alineado a los objetivos de la investigación y metodología.				✓	
8. COHERENCIA	Entre los índices, indicadores y las dimensiones.				✓	
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde al propósito del estudio				✓	
10. PERTINENCIA	El instrumento es adecuado al tipo de investigación.				✓	
CONTEO TOTAL DE MARCAS (realice el conteo en cada una de las categorías de la escala)					✓	
		A	B	C	D	E

$$\text{Coeficiente de Validez} = \frac{(1 \times A) + (2 \times B) + (3 \times C) + (4 \times D) + (5 \times E)}{50} = 0,8 \checkmark$$

III. CALIFICACIÓN GLOBAL (Ubique el coeficiente de validez obtenido en el intervalo respectivo y marque con un aspa en el círculo asociado)

Categoría		Intervalo
Desaprobado	<input type="radio"/>	[0,00 – 0,60]
Observado	<input type="radio"/>	<0,60 – 0,70]
Aprobado	<input checked="" type="radio"/>	<0,70 – 1,00]

IV. OPINIÓN DE APLICABILIDAD:

Lima, 23 de Junio del 2023.


 OS 7293125
 ENRIQUE CARLO CUBA GONZALES
 CRNLS PNP
 COP- 6267 RNE-1969
 ESPECIALISTA EN ENDONCIA

Anexo 4: Confiabilidad del instrumento

Evaluación de la concordancia: Coeficiente de Kappa

Tabla 7. Interpretación del valor Kappa

Coeficiente de Kappa	Fuerza de concordancia
0,00	Pobre (Poor)
0,01 - 0,20	Leve (Slight)
0,21 - 0,40	Aceptable (Fair)
0,41 - 0,60	Moderada (Moderate)
0,61 - 0,80	Considerable (Substantial)
0,81 - 1,00	Casi perfecta (Almost perfect)

Tabla 8. Medidas simétricas

Medidas simétricas	Valor	Error estándar asintótico	T aproximada	Significación aproximada
Tiempo TF4 (Experto - Evaluador)				
Medida de acuerdo Kappa	0,890	0,102	9,050	0,000
N de casos válidos	10			
Longitud TF4 (Experto - Evaluador)				
Medida de acuerdo Kappa	0,890	0,132	8,581	0,000
N de casos válidos	10			
Número de ciclos TF4 (Experto - Evaluador)				
Medida de acuerdo Kappa	0,890	0,102	9,050	0,000
N de casos válidos	10			
Tiempo REC (Experto - Evaluador)				
Medida de acuerdo Kappa	0,890	0,132	8,581	0,000
N de casos válidos	10			
Longitud REC (Experto - Evaluador)				
Medida de acuerdo Kappa	0,890	0,132	8,581	0,000
N de casos válidos	10			
Número de ciclos REC (Experto - Evaluador)				
Medida de acuerdo Kappa	0,890	0,132	8,581	0,000
N de casos válidos	10			

Los valores de Kappa obtenidos para las diferentes medidas entre el Experto y el Evaluador fueron consistentes, mostrando una fuerza de concordancia de "*Casi perfecta*", con valores constantes alrededor de 0,890. Además, todos los resultados presentaron una significación estadística de $p < 0,001$, lo que indica una alta confianza en la fiabilidad de la concordancia obtenida.

Anexo 5: Aprobación del Comité de Ética



Universidad
Norbert Wiener

COMITÉ INSTITUCIONAL DE ÉTICA PARA LA INVESTIGACIÓN

CONSTANCIA DE EXONERACIÓN DE REVISIÓN

Lima, 17 de julio de 2023.

Investigador(a)
Anthony Trinidad Marcelo
Exp. N°: 0774-2023

De mi consideración:

Es grato expresarle mi cordial saludo y a la vez informarle que el Comité Institucional de Ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener (CIEI-UPNW) acuerda la **Exoneración de revisión** del siguiente protocolo de estudio:

- Protocolo titulado: “**COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA, LA FATIGA CÍCLICA FLEXIONAL ENTRE DOS SISTEMAS DE LIMAS RECÍPROCANTES, LIMA -2023**”. Versión 01 con fecha 30/06/2023.

El cual tiene como investigador principal al Sr(a) **Anthony Trinidad Marcelo**.

Es cuanto informo a usted para su conocimiento y fines pertinentes.

Atentamente,



Yenny Marisol Bellido Fuentes
Presidenta del CIEI- UPNW

Avenida Arequipa 440
Universidad Privada Norbert Wiener
Teléfono: 706-5555 anexo 3286-3287 Cel. 981000698
Correo: comite.etica@uwieneredu.pe

Anexo 6: Solicitud de permiso para la recolección de los datos

SOLICITUD DE PERMISO PARA EJECUCIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Lima, 15 de noviembre del 2023

Dra. Esp. Brenda Vergara Pinto
Directora de la EAP de Odontología
Universidad Privada Norbert Wiener
Presente. -

Asunto: Solicitud de permiso para ejecución de
proyecto de investigación.

Me es grato dirigirme a usted para saludarla e informarle que habiendo recibido la conformidad por parte de mi asesora la Mg. Esp. CD. Veronica Janice Llerena Meza de Pastor y la exoneración por parte del Comité Institucional de Ética para la investigación de la Universidad Privada Norbert Wiener del Protocolo titulado: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA, LA FATIGA CÍCLICA FLEXIONAL ENTRE DOS SISTEMAS DE LIMAS RECIPROCANTES, LIMA -2023" **Versión 01 con fecha 28/05/2023** y Consentimiento Informado validado, **Versión 01 con fecha 30/06/2023**.

Solicito permiso para el ingreso a las instalaciones de la universidad Norbert Wiener, con el fin de ejecutar la recolección de datos de mi proyecto de tesis, a través de mi instrumento de recolección de datos basado en el sistema de limas reciprocantes, para lo cual solicito muy respetuosamente se me pueda autorizar el ingreso a la universidad en las siguientes fechas **lunes 20 de noviembre en el siguiente horario 19.00 pm a 22:20 pm y martes 21 de 08:00 am a 11.30 am**. Asimismo, pedir por favor se me pueda prestar un motor de endodoncia modelo **X- Smart Plus Mallefer**, el cual es necesario para poder llevar a cabo la ejecución de mi proyecto. Cabe señalar que todo este procedimiento de ejecución de mi proyecto será supervisado por la Mg. Esp. CD. Veronica Janice Llerena Meza de Pastor docente de la universidad Norbert Wiener y asesora de mi proyecto de tesis.

Título de proyecto de investigación: "COMPARACIÓN DE LA RESISTENCIA, LA FATIGA CÍCLICA FLEXIONAL ENTRE DOS SISTEMAS DE LIMAS RECIPROCANTES, LIMA -2023".
Investigador responsable: Anthony Trinidad Marcelo.
Correo institucional: a2020103257@uwiener.edu.pe

Adjunto **RESOLUCIÓN DE APROBACIÓN - Exp. N°: 0774-2023**.

Agradecido infinitamente por su atención a la presente, aprovecho la oportunidad para expresarle mi admiración y respeto a su persona. Muchas gracias.

Muy atentamente,



Nombre de la investigadora: Anthony Trinidad Marcelo.
DNI: 71434216

Anexo 7: Informe del asesor

Anexo 8: Informe de Turnitin

Anexo 9: Fotografías

RECURSOS UTILIZADOS EN LA EXPERIMENTACIÓN:



Fotografía 1. Motor de endodoncia marca Dentsply Sirona, modelo X-Smart PLUS y componentes, otorgado por la Universidad Norbert Wiener (Código: 01-00029816) para la realización de la presente investigación.



Fotografía 2. Cronómetro del dispositivo móvil marca Redmi modelo Note 10 Pro – con código de IMEI: 86360058032734



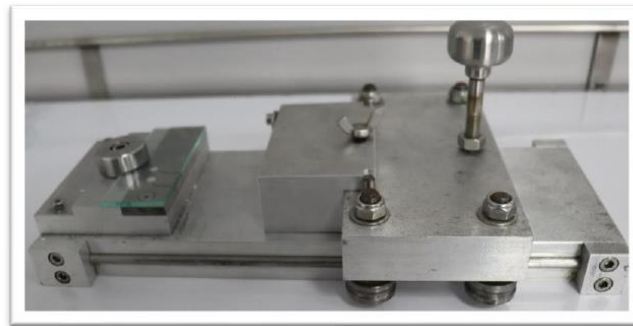
Fotografía 3. Limas REC blue FILE 25mm, MARCA: Denteline, Lote: 230306W01LN - China



Fotografía 4. Limas TF4 GOLD 25mm, MARCA: Dental Perfect, Lote: 23060104 - China



Fotografía 5. Vernier (Pie de rey) – Certificado de calibración SGLA-0644-2023. SG NORTEC



Fotografía 6. Dispositivo de acero para prueba con angulación de 30° y 60° – Certificado de calibración xxxxxxxxxxxxxxxxx



Fotografía 7. Limas nuevas por evaluar



Fotografía 7. Verificación microscópica de los criterios de inclusión para el estudio.

PROCEDIMIENTO – ACCIONES OPERATIVAS:

1.- Acondicionamiento de la mesa de trabajo (superficie plana y estable):





2. Programación del Motor de endodoncia marca Dentsply Sirona, modelo X-Smart PLUS (torque: 2.0 N/cm y speed: 350 rpm).



3. Se utilizará una abrazadera de metal para sujetar el motor endodóntico al bloque metálico para que se mantenga fijo y estable durante la prueba.



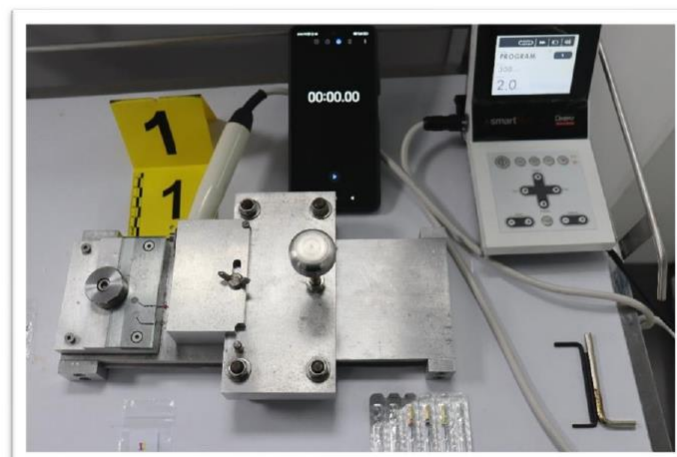
4. Una vez que el motor endodóntico se encuentra estable, proceder a ingresar la lima en agujero de simulación de conducto y proceder a colocar un objeto (vidrio) que permita la visibilidad de la lima durante su estudio.



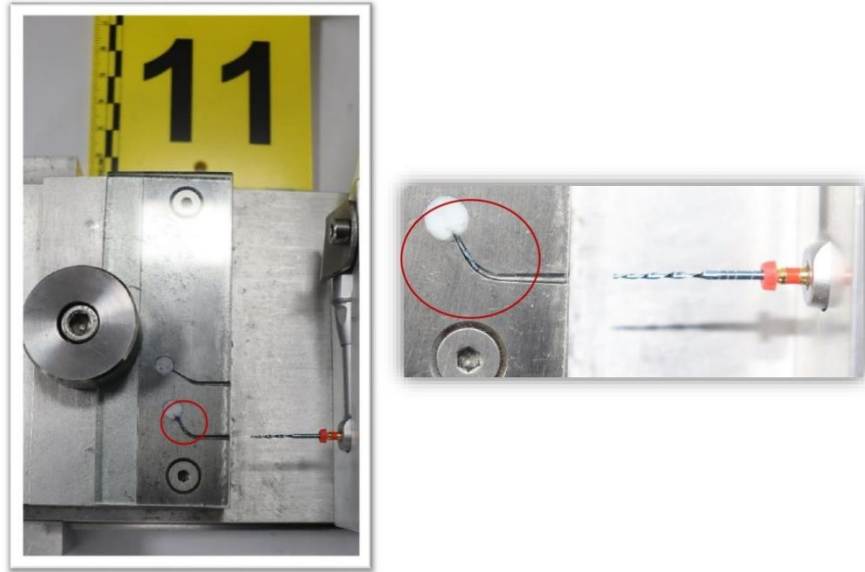
5. Colocar el numerador de evidencias de acuerdo al número que corresponda:



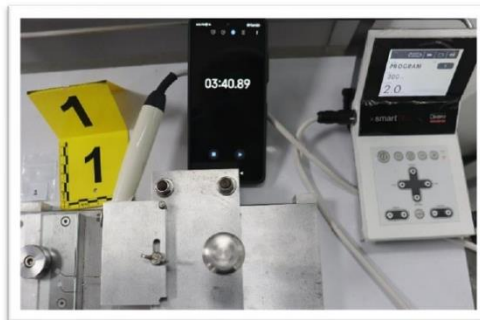
6. Presionar el botón de encendido de la pieza de mano del Motor endodóntico y en simultáneo con la activación del cronometro.



7. Monitorear hasta observar la fractura de la lima y registrar el tiempo en el que se produjo la fractura.



8. Una vez detectado la fractura, presionar el botón para detener el cronómetro y proceder a registrar en la ficha de recolección de datos.



9. Procedemos finalmente a desajustar el seguro de desplazamiento largo para poder retirar el bloque de acero que sostiene la pieza de mano y retirar la lima para ser trasladada a un contenedor rotulado para su posterior medición.



10. Proceder a la medición de la longitud de la lima fracturada empleando para ello el vernier calibrado, para ser finalmente ingresado en un contenedor rotulado con la numeración de la evidencia (numeración color rojo: Limas REC blue FILE y numeración color azul: Limas TF4 GOLD)



CUADRO DE EEEJUCIÓN DE LAS MUESTRAS EXPERIMENTADAS DEL 20 AL 21 DE NOVIEMBRE DEL 2023.

20/11/23	20/11/23	20/11/23	20/11/23	21/11/23	21/11/23	21/11/23	21/11/23
5 Limas TF4 GOLD en 30°	5 Limas REC blue FILE en 30°	5 Limas TF4 GOLD en 60°	5 Limas REC blue FILE en 60°	5 Limas TF4 GOLD en 30°	5 Limas REC blue FILE en 30°	5 Limas TF4 GOLD en 60°	5 Limas REC blue FILE en 60°

● 17% de similitud general

Principales fuentes encontradas en las siguientes bases de datos:

- 17% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

FUENTES PRINCIPALES

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	repositorio.uigv.edu.pe Internet	4%
2	repositorio.uwiener.edu.pe Internet	2%
3	repositorio.continental.edu.pe Internet	2%
4	tesis.ucsm.edu.pe Internet	1%
5	Submitted on 1691590186993 Submitted works	<1%
6	repositorio.autonoma.edu.pe Internet	<1%
7	hdl.handle.net Internet	<1%
8	bibliotecadigital.ucem.edu.mx Internet	<1%