



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LIMAS  
ROTATORIAS PROTAPER GOLD, 2SHAPE, V-TAPER FANTA  
GOLD”

Tesis para optar el título de:

SEGUNDA ESPECIALIDAD EN CARIELOGÍA Y ENDODONCIA

Presentado por:

C.D. FABIOLA DEL PILAR MATUMAY SANTOS (0000-0003-0638-  
4589)

Asesor:

MG.ESP. MIGUEL ÁNGEL CABRERA IBERICO (0000-0002-8128-  
6308)

Lima – Perú

2020

**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS**

En la ciudad de Lima, a los 23 días del mes de **JULIO** del **2020**, siendo las 22 horas, con la asistencia del Jurado de Tesis Presidido por **MG. ROCÍO AYARZA FLOREZ** y los miembros de jurado **MG. CARMEN ROSA GARCÍA RUPAYA** y **ESP. CESAR GALLARDO GUTIERREZ**. El Asesor de la Tesis **MG. MIGUEL CABRERA IBERICO**. La **C.D. FABIOLA DEL PILAR MATUMAY SANTOS** autora de la tesis Titulada: **“EVALUACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA FLEXIÓN DE LIMAS ROTATORIAS PROTAPER GOLD, 2SHAPE, V-TAPER FANTA GOLD”** con el fin de optar el Título Profesional de Segunda Especialidad en **CARIELOGÍA Y ENDODONCIA**.

Concluida la exposición, se procedió a la evaluación y deliberación por parte del Jurado correspondiente, habiendo sido **APROBADO CON MENCIÓN MUY BUENA** con el calificativo de (17).

Se extiende la presente acta siendo las 22:30 horas, se da por concluido el Acto Académico de Sustentación.



Presidente  
**MG. ROCÍO AYARZA FLOREZ**  
DNI: 10005434



Miembro  
**MG. CARMEN ROSA GARCÍA RUPAYA**  
DNI: 09075393



Miembro  
**ESP. CESAR GALLARDO GUTIRREZ**  
DNI: 09647518



Asesor  
**MG. MIGUEL CABRERA IBERICO**  
DNI: 07968574

## RESUMEN

**Antecedentes:** Las limas rotatorias de níquel-titanio con tratamiento Gold se desarrollaron para permitir una mejor flexibilidad al instrumentar los canales radiculares. Los instrumentos permitieron a los operadores tratar las curvaturas de los conductos con mayor facilidad. Los fabricantes están investigando en la elaboración de limas que funcionen de manera más eficiente y segura. Comprender las características de las limas comercializadas es muy importante para escoger un sistema de lima adecuado. El objetivo de esta investigación fue evaluar la flexibilidad en tres limas distintas de níquel-titanio (NiTi) con tratamiento termomecánico en dos puntos diferentes. **Materiales y métodos:** Se midió la flexibilidad de tres limas NiTi con tratamiento termomecánico (ProTaper Gold, 2Shape y V-Taper Fanta Gold). Las limas fueron asegurada a 3 mm y 7 mm ( $n = 10/\text{longitud}/\text{lima}$ ), en la máquina de ensayo universal para doblarla a una fuerza máxima. La información fue examinada estadísticamente por el análisis de varianza de una vía y prueba de Tukey ( $p=0,05$ ) para determinar cualquier diferencia significativa. **Resultados:** En general las limas ProTaper Gold mostró los mayores valores de fuerza y deformación fue significativamente más flexible en comparación con las limas 2Shape y las limas V-Taper Fanta Gold ( $p < 0,05$ ). **Conclusión:** La mayor flexibilidad la presento el sistema ProTaper Gold en comparación con las limas 2Shape y V-Taper Fanta Gold.

**Palabras clave:** limas rotatorias NiTi Gold, ProTaper Gold, 2Shape, V-Taper Fanta Gold, flexibilidad, máquina de ensayo universal

## ABSTRACT

**Background:** Nickel-Titanium Rotary Files with Gold treatment were developed to allow better flexibility when instrumenting root canals. The instruments allowed operators to treat the curvatures of the ducts more easily. Manufacturers are trying to make files that work more efficiently and safely. Knowing the properties of commercialized files is very important because it helps to choose an appropriate file system. The objective of this research was to evaluate the flexibility in three different nickel-titanium (NiTi) files with thermomechanical treatment at two different points. **Materials and methods:** The flexibility of three NiTi files with thermomechanical treatment (ProTaper Gold, 2Shape and V-Taper Fanta Gold) was measured. Each file was clamped at 3mm and 7mm ( $n = 10 / \text{length} / \text{file}$ ) and a universal testing machine was used to bend at maximum force. All information was statistically examined by one-way analysis of variance and post hoc Tukey test ( $p = 0.05$ ) to determine any significant difference. **Results:** Statistical

significance was found ( $p < 0.05$ ). In general, V-Taper Fanta Gold was the stiffest, ProTaper Gold showed the highest force values and strain was significantly more flexible.

**Conclusion:** ProTaper Gold files showed greater flexibility compared to the other files studied.

**Keywords:** NiTi Gold rotary files, ProTaper Gold, 2Shape, V-Taper Fanta Gold, flexibility, universal testing machine

## INTRODUCCIÓN

En endodoncia, se han utilizado diferentes aleaciones metálicas para fabricar instrumentos que proporcionen una buena preparación biomecánica y respeten la anatomía del conducto radicular<sup>1-3</sup>.

En los últimos 30 años, se ha vuelto popular el uso de la aleación de níquel-titanio para fabricar instrumental rotatorio, material que ha sustituido gradualmente al acero inoxidable debido a su mayor flexibilidad y resistencia<sup>4-8</sup>. En la actualidad las limas rotatorias de níquel-titanio (NiTi) son muy utilizados en el uso diario del endodoncista y el odontólogo general, presentando variedades de instrumentos con diferentes secciones transversales, tapers y nuevas variaciones de la aleación original<sup>8,9</sup>.

Esta mayor flexibilidad de los instrumentos de NiTi hizo más fácil para los odontólogos instrumentar canales curvos, gracias a dos propiedades inherentes: memoria de forma y súper elasticidad, aliadas con una alta resistencia a la corrosión<sup>10, 13</sup>. Cuando un instrumento se deforma, se romperá fácilmente debido a la fatiga del material. Esta deformación, generalmente, no se puede detectar con una lupa o un microscopio, y mucho menos a simple vista, por lo que el especialista tratante no tiene la oportunidad de verificar el estado real de los instrumentos que usa, incluso cuando los emplea por única vez (si bien esto aumenta la seguridad de alguna manera).

Los instrumentos rotatorios NiTi, presentan ventajas en la preparación de conductos en las cuales aún son capaces de evitar la fractura ante la fatiga, la falla de torsión o una combinación de ambos<sup>14-17</sup>. Los fabricantes realizan investigaciones para promover nuevos tratamientos térmicos en la mejora de las propiedades mecánicas y minimizar los riesgos de separación de las limas, así dar eficiencia y seguridad al operador<sup>17-20</sup>. Según autores informan que las fracturas de los instrumentos de aleación NiTi están entre el 1,3%

y el 10,0% <sup>21, 22</sup>.

Dentsply Sirona en el 2012 ingreso un nuevo tratamiento térmico desarrollado en las aleaciones NiTi CM, por medio de que los instrumentos son tratados térmicamente y luego se enfrían, dando como efecto un color dorado de superficie que concierne al grosor de la capa de óxido de titanio <sup>23, 24</sup>.

Las limas del sistema ProTaper Gold son parecidas a las limas ProTaper Universal con relación a la morfología de las limas, incluidos los tamaños, la conicidad y la sección transversal. Se aplica en la fabricación un tratamiento térmico Gold para que las limas sean manejables y resistentes a la fatiga cíclica, asegurando una preparación más centrada de los conductos con curvatura, a una temperatura de preparación de 370 a 510 °C por un período de tiempo cambiante<sup>25</sup>. Las limas presentan dos etapas características: comportamiento de transformación y alta temperatura Af entorno de 50 °C <sup>26</sup>. Las limas ProTaper Gold tienen considerablemente menos memoria de forma que las NiTi, pues al retirarlas de un canal curvo se observa que siguen la anatomía del conducto radicular <sup>27-29</sup>.

Las limas rotatorias 2Shape (MicroMega, Besançon, Francia) son una secuencia de limas TS1 (25/.04) y TS2 (25/.06) tratadas térmicamente con la tecnología T-Wire, la cual aumenta de manera importante la renuencia a la fatiga cíclica en un 40% en relación con las limas One Shape (MicroMega). 2Shape tiene una última generación de sección transversal triangular asimétrica con dos filos de corte principal, para una mayor eficiencia de corte, y un filo secundario, para una mejor eliminación de los restos orgánicos e inorgánicos del conducto radicular <sup>30, 33</sup>.

Las limas V-Taper Fanta Gold (Fanta Dental, Shanghái, China) son nuevos instrumentos rotatorios con un proceso metalúrgico avanzado que se caracteriza por un control de memoria alta AF-H y una sección transversal triangular, lo que brinda un aumento en la flexibilidad y el corte, aunque hasta la fecha no hay estudios que evalúen estos instrumentos <sup>34</sup>.

El instrumental endodóntico con mejoría en la flexibilidad reduce la equivocación iatrogénica originada por alteración del canal, lo que aumenta la efectividad y la confianza en el acondicionamiento del canal dentario. No obstante, las cualidades favorables de los instrumentos de NiTi, se ha producido un aumento desfavorable en la aparición de instrumentos fracturados <sup>35</sup>.

En este estudio, las limas son evaluadas según las Normas ISO actuales, que miden la resistencia a la flexión del instrumento en el conducto radicular. Las limas se aseguraron a 3 mm de distancia de la punta, por ser el punto de fijación para limas sometidas a flexión de acuerdo con la especificación ISO 363101-1 y porque frecuentemente en los conductos radiculares la curvatura máxima se encuentra en este punto<sup>36</sup>.

La importancia de este estudio, desde el aspecto práctico-clínico, radica en tener una aproximación de la resistencia a la flexión mediante la fuerza y la deformación de los instrumentos rotatorios ProTaper Gold, 2Shape y V-Taper Fanta Gold, a 3 mm y 7 mm de la punta, ya que sus resultados brindarían cierto grado de seguridad a los operadores al ejecutar los procedimientos durante la preparación biomecánica como alternativa en los tratamientos, al evaluar la flexión de los instrumentos mediante la aplicación de fuerzas para las cuales estas limas no han sido diseñadas.

El objetivo fue evaluar la resistencia a la flexión de tres instrumentos rotatorios: ProTaper Gold, 2Shape y V-Taper Fanta Gold, mediante una máquina de ensayo universal computarizada a un nivel de corte de 3 mm y 7 mm.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

El comité institucional de ética en investigación de la Universidad Científica del Sur aprobó el proyecto registrado con el código N.º 234-2019-POS8.

El diseño fue experimental, con las limas de níquel titanio con tratamiento termomecánico como el universo. Se determinó el tamaño de la muestra a partir de la fórmula de comparación de media a un nivel de confianza del 95% y con un margen de error del 5%. Estuvo conformada por 5 limas rotatorias por cada grupo y la muestra final incluyó 60 limas rotatorias con tratamiento termomecánico de tres marcas: ProTaper Gold ® F2 (Dentsply Maillefer Switzerland, Nueva York), 2Shape ® TS2 (Micro Mega, Besançon, Francia), V-Taper Fanta Gold™ F2 (Fanta Dental Materials, Shanghái, China), las cuales fueron observadas a los 3 mm y 7 mm.

Los criterios de selección incluyeron limas NiTi CM con tratamiento térmico nuevas y con empaque sellado, compradas en casas dentales de garantía, y los criterios de exclusión fueron limas con defecto de fábrica, con estuches abiertos o sin tratamiento térmico.

Las pruebas de la resistencia a la flexión fueron tomadas por la máquina digital de ensayo universal marca LG, modelo CMT-5L serie 7419, con fecha de calibración 27 de agosto

del 2019. El equipo fue programado a una velocidad de 2 mm por minuto, a temperatura ambiente y con una humedad relativa del 57%.

Las limas rotatorias con tratamiento termomecánico fueron codificadas y se dividieron en tres grupos, según la marca utilizada. Además, se conformaron dos subgrupos de cada grupo a 3 mm (10 limas) y 7 mm (10 limas), que fueron medidas desde la punta utilizando un calibrador digital (figura 1) y marcadas con un marcador para metal <sup>37, 38</sup>. Los subgrupos de cada tipo de lima fueron medidos y señalados a 20 mm desde la punta (figura 2) para representar el punto de deflexión <sup>37, 38</sup>. El ingeniero colocó al azar las muestras seleccionadas y codificadas de cada grupo, respectivamente. Las limas estuvieron sujetas entre dos placas de metal a 3 mm y otro grupo a 7 mm desde la punta (figura 3). Con un punzón metálico, se aplicó la fuerza en sentido perpendicular sobre cada lima a una distancia desde la punta de 20 mm (figura 4). En el laboratorio a temperatura ambiente, se dobló las limas a una fuerza máxima y una velocidad de 2 mm/minuto <sup>37, 38</sup> (figura 5). Se obtuvieron los resultados en gramos de la fuerza de flexión reflejados en las limas hasta producir la máxima fuerza y deformación. Los datos se recopilaron electrónicamente a través del programa Smart Test y transferidos a Excel 2010 (Microsoft Corporation, Redmond, EE. UU.).

En el plan de análisis, se procedió a exportar los datos al programa SPSS (versión 25, IBM, Nueva York, EE. UU.). Se aplicó estadística descriptiva para obtener medias y desviación estándar. Las pruebas se trabajaron a 0,05 de significancia y las comparaciones entre los grupos fueron realizadas a través de la prueba de ANOVA de un factor con corrección por la prueba de Tukey.

## RESULTADOS

La mayor resistencia a la flexión (fuerza y deformación) la presentaron las limas ProTaper Gold, a un nivel de corte de 3 mm y 7 mm, mientras que las limas V-Taper Fanta mostraron la menor resistencia (tablas 1 y 2).

El análisis de varianza (Anova) reveló diferencias en el nivel de significancia ( $p < 0,05$ ) entre los tres tipos de limas con tratamiento termomecánico, tanto en la fuerza como en la deformación (tablas 3 y 4). El análisis de comparaciones múltiples de Tukey mostró diferencias entre las medias de los tres tipos de limas a nivel de corte de 3 mm y 7 mm, con una mayor resistencia a la flexión tanto en fuerza como deformación por parte de las

limas ProTaper Gold ( $p < 0,05$ ). Las limas V-Taper Fanta Gold, por su parte, presentaron la menor resistencia a la flexión tanto en fuerza como en deformación ( $p > 0,05$ ) (tablas 5 y 6).

Tabla 1. Descripción de los resultados de fuerza en los tipos de limas y nivel de corte

Nivel de corte	Tipo de lima	n.º	Media	DE	Mínimo	Máximo
3 mm	ProTaper Gold	10	23,25	2,67	19,37	27,53
	2Shape	10	21,82	6,21	15,30	32,63
	V-Taper Fanta Gold	10	8,36	1,97	6,12	11,22
7 mm	ProTaper Gold	10	108,50	15,31	76,48	129,50
	2Shape	10	96,67	13,43	76,48	122,37
	V-Taper Fanta Gold	10	35,69	6,34	28,55	45,89

Tabla 2. Descripción de los resultados de la deformación en los tipos de limas y nivel de corte

Nivel de corte	Tipo de lima	n.º	Media	DE	Mínimo	Máximo
3 mm	ProTaper Gold	10	8,14	2,12	6,09	13,21
	2Shape	10	6,17	0,89	4,78	7,00
	V-Taper Fanta Gold	10	6,11	1,29	4,23	8,48
7 mm	ProTaper Gold	10	7,39	0,70	6,38	8,89
	2Shape	10	6,11	0,74	4,56	6,91
	V-Taper Fanta Gold	10	5,60	0,55	4,68	6,34



Tabla 3. Comparación de la fuerza entre los tipos de lima y según el nivel de corte.

Nivel de corte	Tipo de lima	n	Media	DE	p
3 mm	ProTaper Gold	10	23,25	2,67	<0,001
	2Shape	10	21,82	6,21	
	V-Taper Fanta Gold	10	8,36	1,97	
7 mm	ProTaper Gold	10	108,50	15,30	<0,001
	2Shape	10	96,67	13,43	
	V-Taper Fanta Gold	10	35,69	6,34	

Prueba Anova

Tabla 4. Comparación de la deformación entre los tipos de lima y según el nivel de corte

Nivel de corte	Tipo de lima	n	Media	DE	p
3 mm	ProTaper Gold	10	8,14	2,12	0,008
	2Shape	10	6,17	0,89	
	V-Taper Fanta Gold	10	6,11	1,29	
7 mm	ProTaper Gold	10	7,39	0,70	<0,001
	2Shape	10	6,11	0,74	
	V-Taper Fanta Gold	10	5,60	0,55	

Prueba Anova

Tabla 5. Comparación de la fuerza entre todas las limas según el nivel de corte

Nivel de corte	Limas	Sig.	
3 mm	ProTaper Gold	2Shape	0,716
		V-Taper Fanta Gold	< 0,001
	2Shape	ProTaper Gold	0,716
		V-Taper Fanta Gold	< 0,001
	V-Taper Fanta Gold	ProTaper Gold	< 0,001
		2Shape	< 0,001
7 mm	ProTaper Gold	2Shape	0,099
		V-Taper Fanta Gold	< 0,001
	2Shape	ProTaper Gold	0,099
		V-Taper Fanta Gold	< 0,001
	V-Taper Fanta Gold	ProTaper Gold	< 0,001
		2Shape	< 0,001

Prueba de comparaciones múltiples Tukey

Tabla 6. Comparación de la deformación entre todas las limas según nivel de corte

Nivel de corte	Lima	Sig.	
3 mm	ProTaper Gold	2Shape	0,019
		V-Taper Fanta Gold	0,016
	2Shape	ProTaper Gold	0,019
		V-Taper Fanta Gold	0,996
	V-Taper Fanta Gold	ProTaper Gold	0,016
		2Shape	0,996
7 mm	ProTaper Gold	2Shape	0,001
		V-Taper Fanta Gold	< 0,001
	2Shape	ProTaper Gold	0,001
		V-Taper Fanta Gold	0,226
	V-Taper Fanta Gold	ProTaper Gold	< 0,001
		2Shape	0,226

Prueba de comparaciones múltiples Tukey

## DISCUSIÓN

Se han desarrollado nuevas limas endodónticas de NiTi con propiedades superiores, a

través de un procesamiento termomecánico que le brinda mayor resistencia a la fatiga por flexión que las fabricadas con aleación convencional de NiTi. Los procesos termomecánicos están protegidos por la propiedad intelectual de las empresas que lo fabrican por tal motivo se evalúa indirectamente como influencia en las propiedades mecánicas en un análisis de su comportamiento de cambio de fase de la aleación<sup>39, 40</sup>. Los resultados del avance en el proceso de materiales ofrecen beneficios sustanciales en la eficacia, eficiencia, durabilidad y seguridad de los instrumentos de endodoncia en la actualidad. Sin embargo, el avance tecnológico en la metalurgia ofrece la posibilidad de mejorarlos aún más, y uno de los procesos más prometedores es el tratamiento térmico posterior al mecanizado<sup>41, 42</sup>. El tratamiento termomecánico mejora las propiedades mecánicas y la flexibilidad de las limas NiTi<sup>43, 44</sup>.

El presente estudio consideró el comportamiento mecánico a la flexión de tres instrumentos utilizados para realizar preparación biomecánica en endodoncia con tratamiento termomecánico: ProTaper Gold, 2Shape y V-Taper Fanta Gold. Con la idea de evaluar la resistencia a la flexión, se programó un análisis por medio de la máquina computarizada de ensayo universal; así se consiguió analizar la flexibilidad relacionada con la aleación de la cual están hechas.

Según Hieawy<sup>45</sup>, el tratamiento termomecánico especial les confiere a las limas ProTaper Gold, además de su coloración dorada, una mayor resistencia a la fractura por fatiga cíclica y un comportamiento martensítico. Esto es debido a que la temperatura de transformación de fase está aumentada respecto al NiTi convencional.

Así mismo, Plotino<sup>23</sup> explica que el sistema ProTaper Gold es el principal representante de la aleación Gold, con una forma precisa a las limas ProTaper Universal, según su fabricante con mayor resistencia a la flexión y fatiga cíclica, por su metalurgia avanzada mediante procesos de fabricación y tratamiento patentados, interviniendo en sus temperaturas de transformación. Las curvas del escáner de calorimetría diferencial de la aleación Gold mostraron una elevada temperatura de transformación de la austenita (Af), semejante de la aleación CM-Wire. Por consiguiente, las limas ProTaper Gold están en fase de martensita durante su uso clínico; los tratamientos termomecánicos otorgan mejor suavidad, ductilidad y deformabilidad en relación con las limas ProTaper Universal estas se encuentran en fase austenita que le da fuerza y dureza<sup>28</sup>.

Según los hallazgos de este estudio, la resistencia a la flexión de las limas rotatorias ProTaper Gold fue estadísticamente mayor (Anova  $p < 0,05$ ) a la de las otras limas NiTi

con tratamiento termomecánico, probadas a 3 mm y 7 mm desde la punta. A partir de estos resultados, se acepta la hipótesis del estudio, la cual estimaba diferencias en la resistencia a la flexión entre los instrumentos ProTaper Gold, 2Shape y V-Taper Fanta Gold cuando son evaluados con la máquina computarizada de ensayo universal.

La presente investigación concuerda con Uygun<sup>26</sup>, ya que demuestra que la lima ProTaper Gold tiene una mejor resistencia a la flexión en comparación con otras limas.

Uslu<sup>46</sup> da como resultado que la resistencia a la fatiga cíclica de las limas 2Shape a temperatura intracanal fue mayor que las limas Twisted File y EndoSequence Xpress. Asimismo, concluye el análisis metalúrgico de 2Shape el cual podría contribuir a perfeccionar la resistencia a la fatiga cíclica en el uso de este tipo de lima rotatoria.

En el estudio de Özyürek<sup>47</sup>, al tomarse en consideración los valores del número de ciclos de fractura, las limas HyFlex EDM presentaron una resistencia a la fatiga cíclica significativamente mayor que 2Shape en las dos curvaturas analizadas del canal ( $P < 0,05$ ).

El fabricante de las limas V-Taper Fanta Gold<sup>34</sup> refiere que es un alambre especial tratado con calor, inoxidable en ductilidad, fatiga, deformación recuperable, biocompatibilidad y resistencia a la corrosión, y que ofrece 3 niveles de flexibilidad para elegir, lo cual depende de sus fases cristalográficas presentes en la aleación AF-H. Las limas F2 con una sección transversal triangular son extremadamente flexibles con un control de memoria alto. Pero, en esta investigación, los resultados reflejan una mínima resistencia a la flexión, tanto a los 3 mm como a los 7 mm desde la punta, al ser comparados con las limas ProTaper Gold y 2Shape.

Se podrían realizar otras investigaciones futuras para evaluar otras características de estas nuevas limas, desde el punto de vista de sus propiedades físicas y mecánicas, así como análisis metalográficos, pues las propiedades de los metales empleados probablemente son las responsables de la resistencia a la deformación.

Esta investigación ha encontrado que, frente a las limas 2Shape y V-Taper Fanta Gold, las limas ProTaper Gold muestran una mayor resistencia a la flexión debido al tratamiento térmico del fabricante, basado en dos etapas de transformación y alta temperatura que modifican la respuesta mecánica de la aleación.

La importancia de este estudio radica en dar a conocer las características físicas de las diferentes limas para endodoncia, especialmente la flexión, para prevenir fracturas

durante la práctica clínica por una inadecuada manipulación y desconocimiento de estas. Así, desde el aspecto práctico-clínico, se tiene una aproximación de la resistencia al ejecutar los procedimientos durante la preparación biomecánica como alternativa en los tratamientos; por lo tanto, se recomienda el uso de las limas ProTaper Gold porque presentan mayor resistencia a la flexión al ser sometidas a fuerza máxima y produce una mayor deformación de la lima, lo que disminuye el porcentaje de fractura por torsión y fatiga cíclica en los conductos radiculares a nivel del tercio apical. Será motivo de otra evaluación determinar el rendimiento de estas limas en zonas de máxima curvatura del conducto.

## **CONCLUSIONES**

Las limas ProTaper Gold presentan mejor resistencia a la flexión. Al comparar los tres tipos de lima, según su fuerza y deformación en los dos niveles de cortes evaluados, las ProTaper Gold ocupan el primer lugar, seguidas por las 2Shape y V-Taper Fanta Gold. El proceso termomecánico de cada fabricante sería la causa de estas diferencias.

## **CONTRIBUCIÓN DEL AUTOR**

Fabiola del Pilar Matumay y Miguel Ángel Cabrera han participado en la concepción, la recolección de datos, la redacción y la aprobación de la versión final del artículo.

## **FUENTE DE FINANCIAMIENTO**

Autofinanciado.

## **CONFLICTO DE INTERESES**

El autor declara no tener conflictos de intereses.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. Soares I, Goldberg F. Endodoncia. Técnica y fundamentos. 2.<sup>a</sup> ed. Madrid: Médica Panamericana; 2002.
2. Vadhana S, Saravana Karthikeyan B, Nandini S. Cyclic fatigue resistance of RaCe and Mtwo rotary files in continuous rotation and reciprocating motion. J Endod. 2014; 40 (7): 995-9. doi: 10.1016/j.joen.2013.12.010
3. Shen Y, Zhou H, Zheng Y, Peng B, Haapasalo M. Current challenges and

- concepts of the thermomechanical treatment of nickel-titanium instruments. *J Endod.* 2013; 39 (2): 163-72. doi: 10.1016/j.joen.2012.11.005
4. El-Anwar M, Mandorah A, Yousief S, Soliman T, El-Wahab T. A finite element study on the mechanical behavior of reciprocating endodontic files. *Braz J Oral Sci.* 2015; 14 (1): 52-9. doi.org/10.1590/1677-3225v14n1a11
  5. Cohen S, Burns R. *Vías de la pulpa*. 7.<sup>a</sup> ed. Madrid: Harcourt; 1999.
  6. Vineet A, Sonali K, Mukesh P. Ultrasonic technique to retrieve a rotary nickel-titanium file broken beyond the apex and a stainless steel file from the root canal of a mandibular molar: a case report. *J Dent (Tehran).* 2015; 12 (7): 532-6.
  7. Choi J, Oh S, Kim Y, Jee K, Kum K, Chang S. Fracture resistance of K3 nickel-titanium files made from different thermal treatments. *Bioinorg Chem Appl.* 2016; 1-7. doi: 10.1155/2016/6374721
  8. Santos M, De Azevêdo M, Da Silveira C. Separation of nickel-titanium rotary and reciprocating instruments: a mini-review of clinical studies. *Open Dent J.* 2018; 12: 864-72. doi: [10.2174/1745017901814010864](https://doi.org/10.2174/1745017901814010864)
  9. Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang Z, Shen Y. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper gold and ProTaper universal instruments. *J. Endod.* 2015; 41 (7): 1134–11. doi: 10.1016/j.joen.2015.02.030
  10. Grande NM, Plotino G, Silla E, Pedullá E, De-Deus G, Gambarini G, et al. Environmental temperature drastically affects flexural fatigue resistance of nickel-titanium rotary files. *J Endod.* 2017; 43: 1157-60. doi: 10.1016/j.joen.2017.01.040
  11. Kaval M, Capar I, Ertas H. Evaluation of the cyclic fatigue and torsional resistance of novel nickel-titanium rotary files with various alloy properties. *J Endod.* 2016; 42: 1840-3. doi: 10.1016/j.joen.2016.07.015
  12. Thompson S. An overview of nickel-titanium alloys used in dentistry. *Int Endod J.* 2000; 33 (4): 297-310. doi: 10.1046/j.1365-2591.2000.00339.x
  13. Lopes H, Lopes W, Vieira V, Elias C, Cunha R. Evaluation of the flexibility, cyclic fatigue, and torsional resistance of rotary endodontic files made of different nickel-titanium alloys. *Int J Dentistry Oral Sci.* 2016; S8:001: 1-5. doi: 10.19070/2377-8075-SI08001
  14. Lopes H, Vieira M, Elias C, Siqueira J, Mangelli M. Fatigue life of WaveOne and ProTaper instruments operated in reciprocating or continuous rotation movements

- and subjected to dynamic and static tests. *Int Endo J.* 2013; 7 (3): 217-22. doi: 10.1016/j.joen.2012.11.048
15. Gavini G, Dos Santos M, Caldeira C, Machado M, Gonzales L, Faga E. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state. *Braz Oral Res.* 2018; 32 (3): 44-65. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0067
  16. Nayak A, Kankar P, Jain P, Jain N. Force and vibration generated in apical direction by three endodontic files of different kinematics during simulated canal preparation: An in vitro analytical study. *Proc Inst Mech Eng H.* 2019; 233 (8): 839-48. doi: 10.1177/0954411919854574
  17. Shim K, Oh S, Kum K, Kim Y, Jee K, Chang S. Mechanical and metallurgical properties of various nickel-titanium rotary instruments. *Biomed Res Int* 2017; 2017 (11): 1-13. doi.org/10.1155/2017/4528601
  18. Gu Y, Kum K, Perinpanayagam H, Kim C, Kum D, Lim S, Chang S, Baek S, Zhu Q, Yoo Y. Various heat treated nickel-titanium rotary instruments evaluated in simulated resin channels in the form of S. *J Dent Sci.* 2017; 12: 14. doi: 10.1016/j.jds.2016.04.006
  19. De-Deus G, Silva E, Vieira V, Belladonna F, Elias C, Plotino G, Grande N. Blue thermomechanical treatment optimizes fatigue resistance and flexibility of the reciproc files. *J Endod.* 2017; 43: 462-6. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.039
  20. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. *Int Endod J.* 2018; 51: 1088-1103. doi.org/10.1111/iej.12924
  21. Adl A, Shahravan A, Farshad M, Honar S. Success rate and time for bypassing the fractured segments of four niti rotary instruments. *Iran Endod J.* 2017; 12 (3): 349-53. doi: [10.22037/iej.v12i3.16866](https://doi.org/10.22037/iej.v12i3.16866)
  22. Tewari R, Kapoor B, Kumar A, Mishra S, Mukhtar-Un-Nisar-Andrabi S. Fracture of rotary nickel titanium instruments. *J Oral Res Rev* 2017; 9: 37-44. doi: 10.4103/jorr.jorr\_40\_16.
  23. Plotino G, Grande N, Bellido M, Testarelli L, Gambarini G. Influence of temperature on cyclic fatigue resistance of ProTaper Gold and ProTaper Universal rotary files. *J. Endod.* 2017; 43: 200-2. doi: 10.1016/j.joen.2016.10.014
  24. Algahtani F, Huang X, Haapasalo M, Wang Z, Hieawy A, Zhang D, Aleksejuniene J, Shen Y. Fatigue resistance of ProTaper gold exposed to high-concentration sodium hypochlorite in double curvature artificial canal. *Bioact Mater.* 2019; 4: 245-8. doi: 10.1016/j.bioactmat.2019.07.003

25. Zupanc J, Vahdat-Pajouh N, Schäfer E. New thermomechanically treated NiTi alloys – a review. *Int Endod J.* 2018; 51: 1088-1103. doi: 10.1111/iej.12924
26. Uygun A, Kol E, Topcu M, Seckin F, Ersoy I, Tanriver M. Variations in cyclic fatigue resistance among ProTaper Gold, ProTaper Next and ProTaper Universal instruments at different levels. *Int Endod J.* 2016; 49: 494-9. doi: 10.1111/iej.12471
27. Gagliardi J, Versiani M, De Sousa-Neto M, Plazas-Garzon A, Basrani B. Evaluation of the shaping characteristics of ProTaper Gold, ProTaper NEXT, and ProTaper universal in curved canals. *J Endod.* 2015; 41 (10): 1718-24. doi: 10.1016/j.joen.2015.07.009
28. Khalil W, Natto Z. Cyclic fatigue, bending resistance, and surface roughness of ProTaper Gold and EdgeEvolve files in canals with single- and double-curvature. *Restor Dent Endod.* 2019; 44 (2): e19. doi: 10.5395/rde.2019.44.e19
29. Gavini G, et al. Nickel–titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res.* 2018; 32: 44-65. doi: 10.1590/1807-3107bor-2018.vol32.0067
30. Elnaghy A, Elsaka S. Cyclic fatigue resistance of one curve, 2Shape, ProFile Vortex, Vortex Blue, and RaCe Nickel-Titanium rotary instruments in single and double curvature canals. *J Endod.* 2018; 44 (11): 1725-30. doi: 10.1016/j.joen.2018.07.023
31. Singh S, Gupta T, Pandey V, Singhanian H, Pandey P, Gangavane S. Shaping ability of 2Shape and ProTaper Gold files by using cone-beam computed tomography. *J Contemp Dent Pract.* 2019; 20 (3): 330-4. doi: 10.5005/jp-journals-10024-2518
32. Singh S, Mirdha N, Shilpa P, Tiwari R, Abdul M, Sainudeen S. Shaping ability of 2Shape and WaveOne Gold Files using cone-beam computed tomography. *J Int Soc Prev Community Dent.* 2019; 9 (3): 245-9. doi: 10.4103/jispcd.JISPCD\_411\_18
33. Olcay K, Eyuboglu T, Erkan E. Cyclic fatigue resistance of waveone gold, protaper next and 2Shape nickel titanium rotary instruments using a reliable method for measuring temperature. *Niger J Clin Pract.* 2019; 22 (10): 1335-40. doi: 10.4103/njcp.njcp\_655\_18
34. Shanghai Fanta catalogue 2018-2019. <http://www.fanta-dental.com/>
35. Pedullà E, et al. Cyclic fatigue comparison among endodontic instruments with



- similar cross section and different surface coating. *Minerva Stomatol.* 2019; 68 (2): 67-73. doi: 10.23736/S0026-4970.17.04009-2
36. ISO 3630-3631:2008. Dentistry - Root canal instruments - Part 1: General requirements and test methods.
  37. Chelsea S. Flexibility of various nickel-titanium rotary endodontic files. Master's Theses 2014; Paper 259.
  38. Kingma C. Influence of taper on the flexibility of nickeltitanium rotary files. Master's Theses. 2014; Paper 249.
  39. Sirisvastaba S, Abdurhman A, Alotheem A. Current strategies in metallurgical advances of rotary NiTi instruments: a review. *J Dent Health Oral Disord Ther.* 2018; 9 (1): 75-80. doi: 10.15406/jdhodt.2018.09.00333
  40. Velmurugan N, Sathish S, Vishnupriya K. Retrieval of fractured Ni-Ti rotary instrument using ultrasonics and file braiding technique under surgical operating microscope. *Endodontology.* 2017; 29: 65-8. doi: 10.4103/endo.endo\_116\_16
  41. 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.* 2016; 42: 782-7. doi: 10.1016/j.joen.2016.01.025
  42. Elnaghy A, Elsaka S. Mechanical properties of ProTaper Gold nickel-titanium rotary instruments. *Int Endod J.* 2016; 49: 1073-8. doi: 10.1111/iej.12557
  43. Shen Y, Hieawy A, Huang X, Wang Z, Maezono H, Haapasalo M. Fatigue resistance of a 3-dimensional conforming nickel-titanium rotary instrument in double curvatures. *J Endod.* 2016; 42 (6): 961-4. doi: 10.1016/j.joen.2016.02.012
  44. Capar I, Kaval M, Ertas H, Sen B. Comparison of the cyclic fatigue resistance of 5 different rotary pathfinding instruments made of conventional nickel-titanium wire, M-wire, and controlled memory wire. *J Endod.* 2015; 41: 535-8. doi: 10.1111/aej.12067
  45. Hieawy A, Haapasalo M, Zhou H, Wang Z, Shen Y. Phase transformation behavior and resistance to bending and cyclic fatigue of ProTaper Gold and ProTaper Universal instruments. *J Endod.* 2015; 41: 1134-8. doi: 10.1016/j.joen.2015.02.030
  46. Uslu G, Özyürek T, Gündoğar M, Yılmaz K. Cyclic fatigue resistance of 2Shape, twisted file and EndoSequence Xpress nickel-titanium rotary files at intracanal temperature. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospect* 2018. 12 (4): 283-7.

doi.org/10.1111/iej.12846

47. Özyürek T, et al. Cyclic fatigue resistances of Hyflex EDM, WaveOne gold, Reciproc blue and 2Shape NiTi rotary files in different artificial canals. *Odontology*. 2018; 106 (4): 408-13. doi: 10.1007/s10266-018-0340-y

### LEYENDA DE FIGURAS

Figura 1

Medición de la lima a 3 mm y 7 mm desde la punta con el calibrador Vernier.

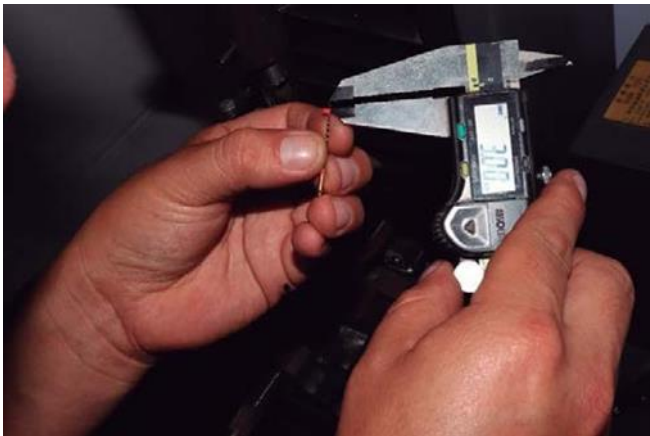


Figura 2

Medición con el calibrador Vernier a 20 mm desde la punta de la lima.



Figura 3

Colocación de la lima entre dos placas a 3 mm y 7 mm desde la punta de la lima.



Figura 4  
Punzón de la máquina computarizada de ensayo universal a 20 mm de la punta de la lima.



Figura 5  
Fuerza máxima ejercida por el punzón sobre la lima.

