

Estudio comparativo de los defectos superficiales de las limas Reciproc y Wave One Gold después de la instrumentación de conductos radiculares en molares extraídos mediante el uso de Microscopía Electrónica de Barrido

Comparative study of surface defects of Reciproc and Wave One Gold files after instrumentation of root canals in extracted molars using Scanning Electron Microscopy (SEM)

Recibido: 2017/05/12. Aceptado: 2017/07/15. Publicado: 2017/09/01

Cristina Nieto Salvador¹
Daniela Mendoza Pazmiño²

¹ Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias de la Salud, Escuela de Odontología, Clínica Odontológica, Campus Cumbayá, oficina CO 106, casilla postal 17-1200-841. Quito-Ecuador.
Correo electrónico: crisnietosal@gmail.com

² Universidad San Francisco de Quito, Colegio de Ciencias de la Salud, Escuela de Odontología, Clínica Odontológica, Campus Cumbayá, oficina CO 106, casilla postal 17-1200-841. Quito-Ecuador.
Correo electrónico: piadanielle@yahoo.com.mx





Resumen

En la presente investigación se compararon los defectos superficiales encontrados en las limas de movimiento recíprocante, Reciproc 25.08 y Wave One Gold Primary 25.07, antes y después de usarlas por 3, 6 y 9 oportunidades en la instrumentación de conductos radiculares con curvaturas moderadas de molares humanos extraídos, bajo observación de MEB. Las fotografías del tercio apical a 500x y de los tercios medio y cervical a 200x fueron calificadas por 4 expertos endodoncistas, quienes identificaron defectos como microfisuras, deformación de estrías, cráteres, deformación de superficies cortantes, bordes romos, presencia de barrillo dentinario y fractura del instrumento. Los resultados se sometieron a análisis estadísticos Kruskal Wallis, χ^2 , ANOVA y de t student, dada la estructura de las variables, obteniendo conclusiones como, que la lima Reciproc presenta menos defectos superficiales que la Wave One Gold; sin embargo, no se encontró una relación directa de éstos con la fractura, puesto que la lima Reciproc se rompió más que la Wave One Gold, pero estadísticamente ninguno de los dos sistemas mostró un índice de fractura significativo para poder concluir que lima se separa más. Se encontró una relación directa entre la cantidad de defectos superficiales y el número de usos del instrumento, por lo tanto, se puede definir que, entre menos usos habrá menos defectos superficiales y menos riesgo de fractura, determinando como recomendación que se pueden usar este tipo de limas rotatorias recíprocantes máximo por tres oportunidades.

Palabras clave: Movimiento Recíprocante, Reciproc, Wave One Gold.

Abstract

In the present investigation, the surface defects found in reciprocating files, Reciproc 25.08 and Wave One Gold Primary 25.07, were compared before and after using 3, 6 and 9 opportunities in the instrumentation of root canals with moderate curves of extracted human molars, under observation of MEB. Photographs of the apical third at 500x and of the middle and cervical thirds at 200x were rated by four endodontic experts, who identified defects such as microcracks, stretch marks, craters, deformation of sharp surfaces, blunt borders, presence of a smear layer and fracture of the instrument. The results were submitted to a Kruskal Wallis, χ^2 , ANOVA and t student statistical analysis, given the structure of the non-parametric variables, obtaining conclusions such as, that the Reciproc file has fewer surface defects than Wave One Gold; however, a direct relationship of these to the fracture was not found, since the Reciproc file broke more than the Wave One Gold, but statistically none of the two systems showed a significant fracture index in order to conclude that lime is more separated. A direct relationship was found between the number of surface defects and the number of uses of the instrument, therefore, it can be defined that fewer uses will have less surface defects and less risk of fracture, determining as a recommendation that this type of reciprocating rotary files can be used maximum for three opportunities.

Key words: Reciprocating Movement, Reciproc, Wave One Gold.

Introducción

La endodoncia tiene como objetivo la limpieza y conformación de los conductos radiculares ², para ello es necesario la utilización de limas endodóncicas con características físicas y metalúrgicas óptimas, por lo que en este trabajo se utilizaron dos sistemas rotatorios actuales con aleaciones termo-tratadas muy flexibles, Reciproc (VDW) con aleación M-Ware y Wave One Gold (Dentsply) con aleación Gold, dichas limas se obtienen por procesos termo-mecánicos a la aleación base de níquel-titanio (NiTi). El M-Ware se obtiene por una serie de ciclos térmicos patentados por la casa comercial para lograr un alambre superelástico que está en fase cristalográfica de martensita estable ¹. La aleación Gold también se logra por ciclos predeterminados de enfriamiento y calentamiento a temperaturas patentadas por el fabricante entre las fases austenita y martensita, que producen en la aleación una capa superficial de Óxido de Titanio dándole un color dorado por lo que recibe el nombre de "oro"; además el tallado del instrumento Gold se realiza antes del tratamiento térmico, a diferencia del Reciproc que se fabrica con el M-Ware constituido. Estos procesos modifican la matriz cristalográfica del NiTi, creando instrumentos más flexibles, resistentes a la fatiga cíclica y con mayor capacidad de deformación, características adecuadas para la instrumentación de conductos radiculares curvos, reduciendo el riesgo de fracturas de las limas ².

Es imposible anticiparse a la separación de un instrumento rotatorio, sin embargo, si se hace una minuciosa exploración visual o mejor aún amplificada con lupas o microscopio se pueden hallar defectos superficiales que serán indicios, aunque no definitivos de una futura fractura. Los defectos superficiales pueden ser macroscópicos y microscópicos, siendo la fractura el único defecto visible sin ayuda de amplificación ⁴.

Aunque estas limas termo-tratadas están indicadas para un solo uso, la realidad Latinoamericana es otra; los especialistas utilizan por más de una oportunidad las limas, razón por la cual ha sido el interés de esta investigación determinar aproximadamente la cantidad de veces que se las puede utilizar previo a su fractura y que tipo de lima reciprocante presenta mayores defectos superficiales y es más resistente a la fractura después de la instrumentación de canales radiculares con curvaturas moderadas.

Métodos

Molares humanos extraídos fueron recolectados de diversos centros odontológicos de la ciudad de Quito, preservados en suero fisiológico y posteriormente lavados con agua corriente y cepillo. Se estableció como muestra del estudio los conductos radiculares mesiales de molares inferiores y los conductos vestibulares de molares superiores, con curvaturas moderadas con ángulos de curvatura entre 10° y 30° establecidas por el método de Schneider. Se tomaron radiografías individuales de cada diente con radiovisiógrafo para descartar calcificaciones, endodoncias previas y curvaturas no moderadas identificadas por mediciones con un graduador en el ángulo de curvatura.



Figura 1. Grupos de estudio clasificación de limas.



Figura 2. Instrumentación Reciprocante.

Se hicieron accesos endodóncicos con turbina de alta velocidad y fresas, redonda y Endo Z; luego se localizaron los conductos con explorador endodónico DG16 y se establecieron las longitudes de trabajo, introduciendo una lima

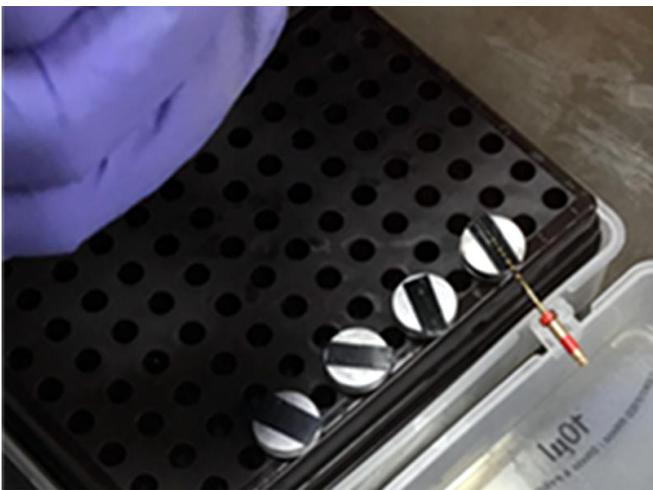


Figura 3. Microscopio electrónico de barrido de ESPE (Universidad de las Fuerzas Armadas).

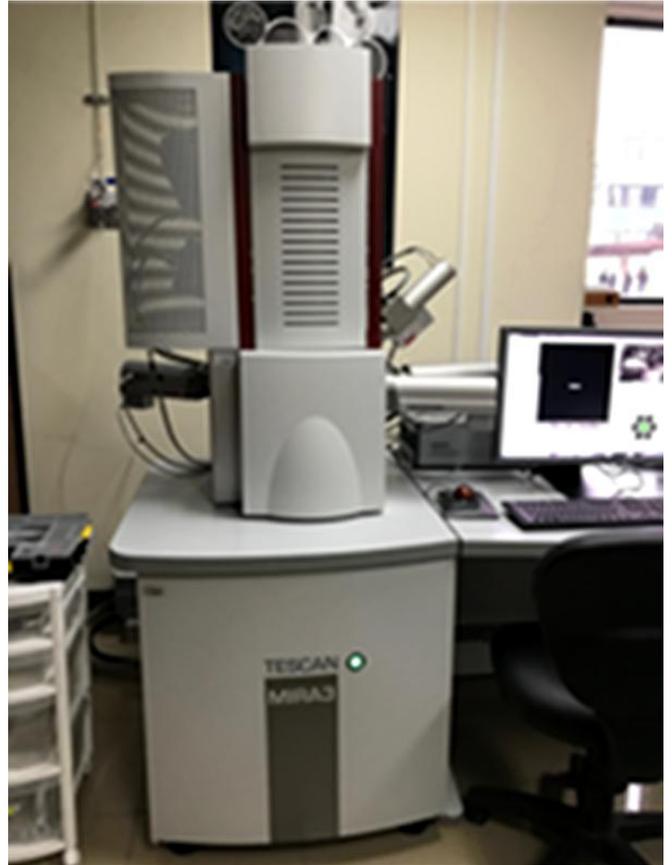


Figura 4. Montaje de muestras en microscopio.

10K en los conductos radiculares hasta que la punta del instrumento se evidenció por el forámen apical, tomando esta medida como longitud aparente. A esta medida aparente se restó 0.5 mm determinando la longitud de

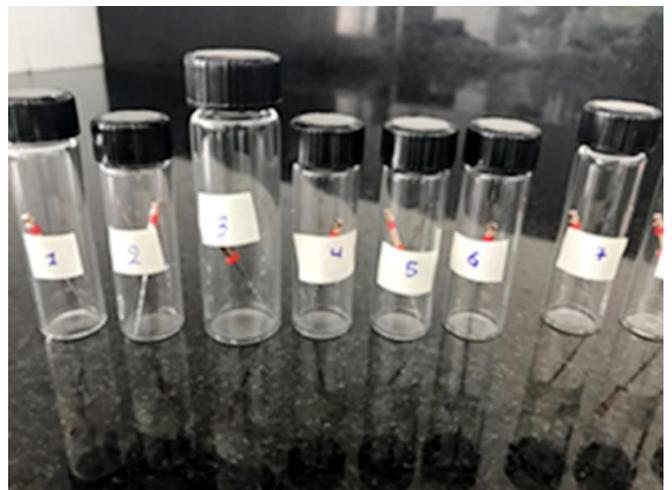
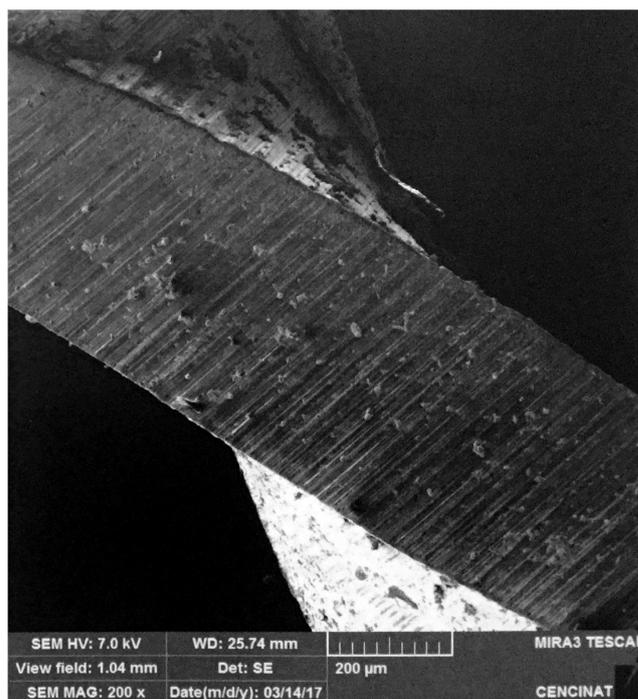
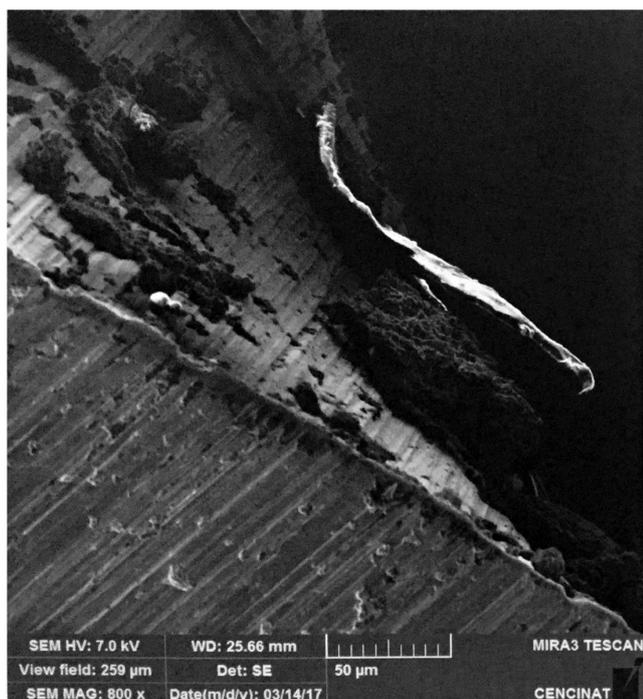


Figura 5. Clasificación de las limas en grupos de estudio.



W0G4/ 3 usos/cervical	MICROFISURAS	DEFORMACIÓN DE ESTRÍAS	CRÁTERES	BORDES ROMOS	DEFORMACIÓN DE SUPERFICIES CORTANTES	PUNTA DEFORMADA	PRESENCIA DE BARRILLO DENTINARIO	FRACTURA COMPLETA
			X		X		X	

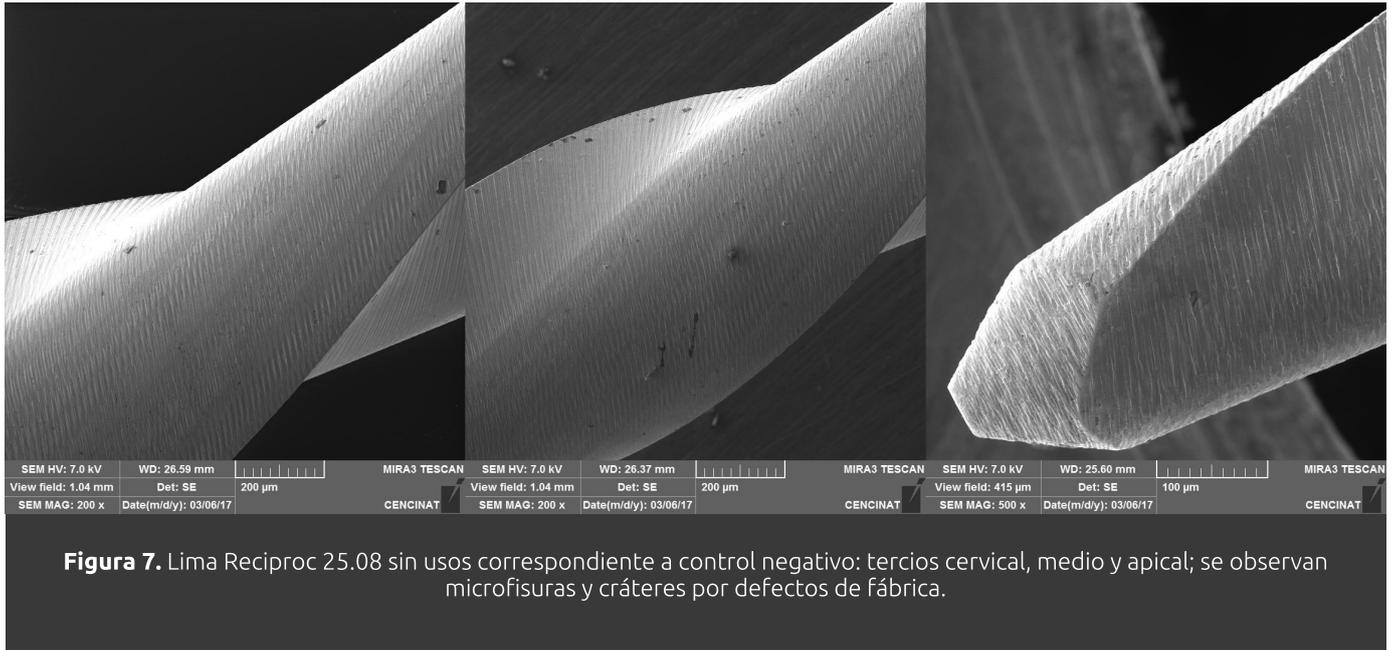
Figura 6. Calificación de los defectos superficiales de los especialistas en endodoncia.

trabajo definitiva y con cada una de ellas se instrumentaron los diferentes grupos de estudio de la investigación.

Con el objetivo de representar la práctica clínica de una manera más real se posicionaron los dientes en pantomas individuales de acrílico de acuerdo a su localización en una arcada dental humana, para lo cual, se aisló el foramen apical con cera base calentada con un mechero de alcohol evitando el taponamiento del conducto con el acrílico.

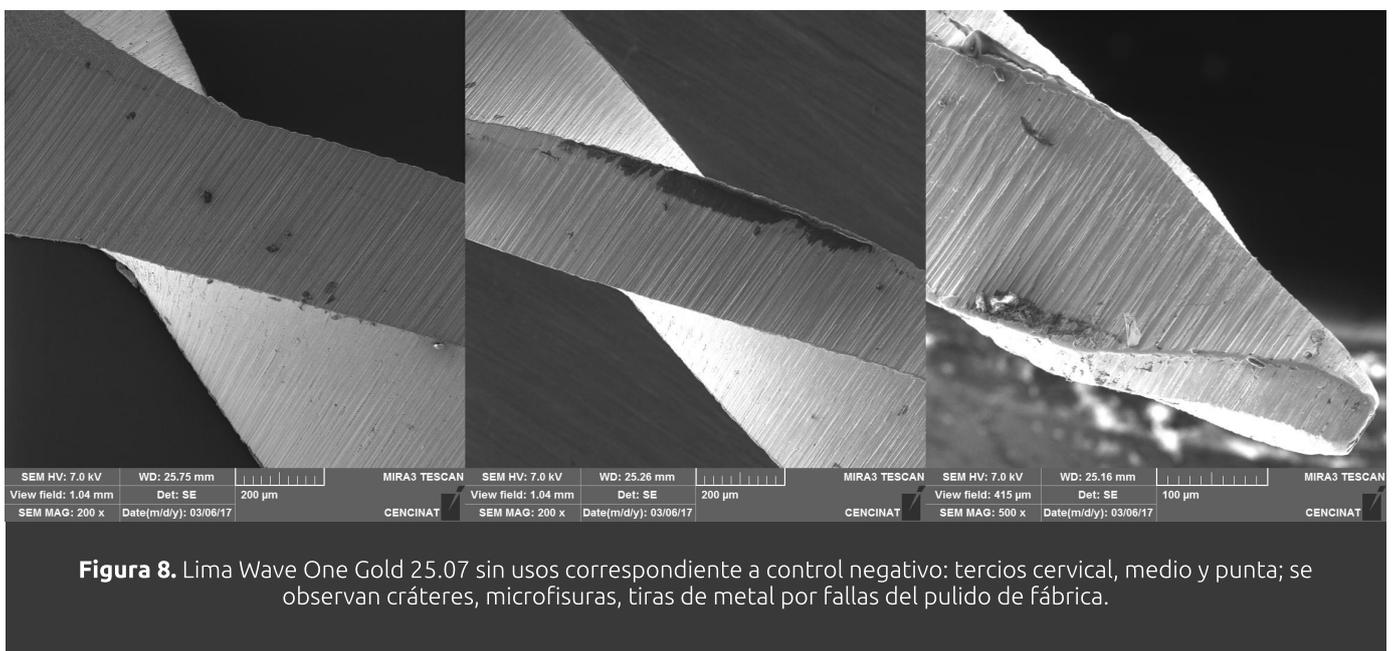
La muestra fue dividida en 6 grupos de estudio y dos grupos control. Las limas rotatorias Reciproc R25 y Wave One Gold Primary sin someterlas a trabajo mecánico fueron el grupo control negativo y los grupos de estudio se conformaron con las limas que se sometieron a instrumentación, clasificadas de acuerdo al tipo de lima, al número de usos y por tercios de la

parte activa del instrumento. Así el grupo R corresponde a 9 limas Reciproc, el grupo W a 9 limas Wave One Gold y estos subdivididos en grupos R3, R6, R9, W3, W6 y W9 correspondiente a que cada lima trabajó por 3, 6, y 9 oportunidades los conductos radiculares. La técnica de instrumentación rotatoria fue corono apical con movimiento recíprocante según las recomendaciones del fabricante. Se trabajó con motor Silver Reciproc a 300 rpm y 4.1 N para el sistema Reciproc y a 350 rpm y 4.1N para el sistema Wave One Gold. Cada conducto instrumentado se patentizó con una lima 10k y se irrigó con hipoclorito de sodio al 5.25% después del uso de cada lima rotatoria dentro del conducto. Todos los canales se prepararon por el mismo operador. Las limas fueron lavadas y esterilizadas después de los 3, 6 y 9 usos respectivamente.



Se llevaron las muestras de estudio al microscopio electrónico para tomar las imágenes de los defectos superficiales hallados en los tres tercios de la parte activa del instrumento. Las fotografías del tercio apical a 500x y de los tercios medio y cervical a 200x fueron calificadas por 4 expertos endodoncistas, quienes identificaron defectos como microfisuras, deformación estrías, cráteres, deformación de superficies cortantes, bordes romos, presencia de barrillo dentinario y la fractura del instrumento.

Una fotografía de cada grupo de análisis y del grupo control, junto con una tabla de valoración se entregaron a 4 expertos endodoncistas para que identifiquen la presencia o no de defectos superficiales. Las calificaciones de los especialistas se cuantificaron y procesaron, dada la estructura de las variables, con el análisis estadístico Kruskal Wallis, χ^2 , T-Student y ANOVA, obteniendo algunos resultados estadísticamente significativos.



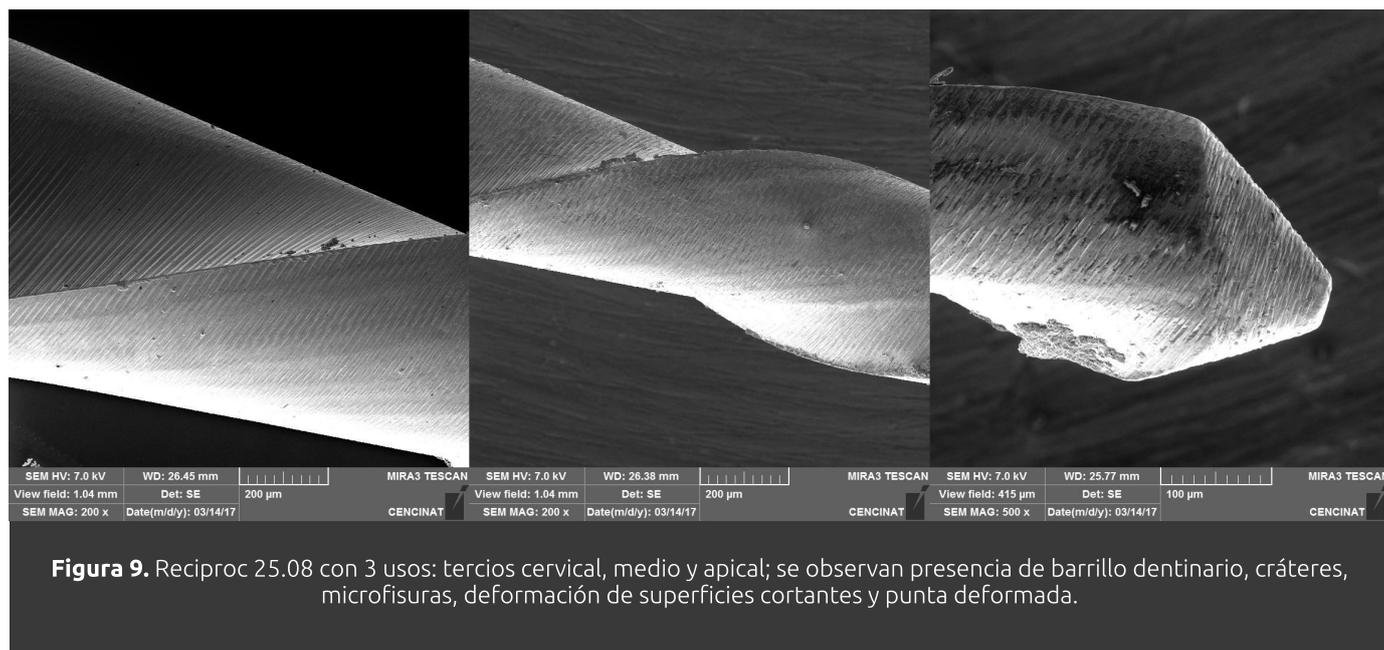


Figura 9. Reciproc 25.08 con 3 usos: tercios cervical, medio y apical; se observan presencia de barrillo dentinario, cráteres, microfisuras, deformación de superficies cortantes y punta deformada.

Resultados

Las fotografías resultantes del análisis microscópico a 200x y 500x se presentan a continuación:

Una vez cuantificadas las tablas de calificación de los expertos, los resultados mostraron una distribución no paramétrica, por lo que se aplicó la prueba alternativa a la ANOVA, la prueba de Kruskal Wallis, por medio de la cual se contabilizaron todos los defectos superficiales encontrados en los dos tipos de limas analizadas

y en sus respectivos tercios; sacando una media de cada uno de los defectos para determinar cuál marca es estadísticamente significativa y mediante una prueba T-Student se verificaron los resultados.

Se realizó adicionalmente el análisis ANOVA, para encontrar diferencias estadísticamente significativas en el número de usos de cada lima. Encontrándose únicamente dichas diferencias en la lima Wave One Gold entre 0 y 3 usos y entre 0 y 9 usos, como se muestra en la tabla #26.

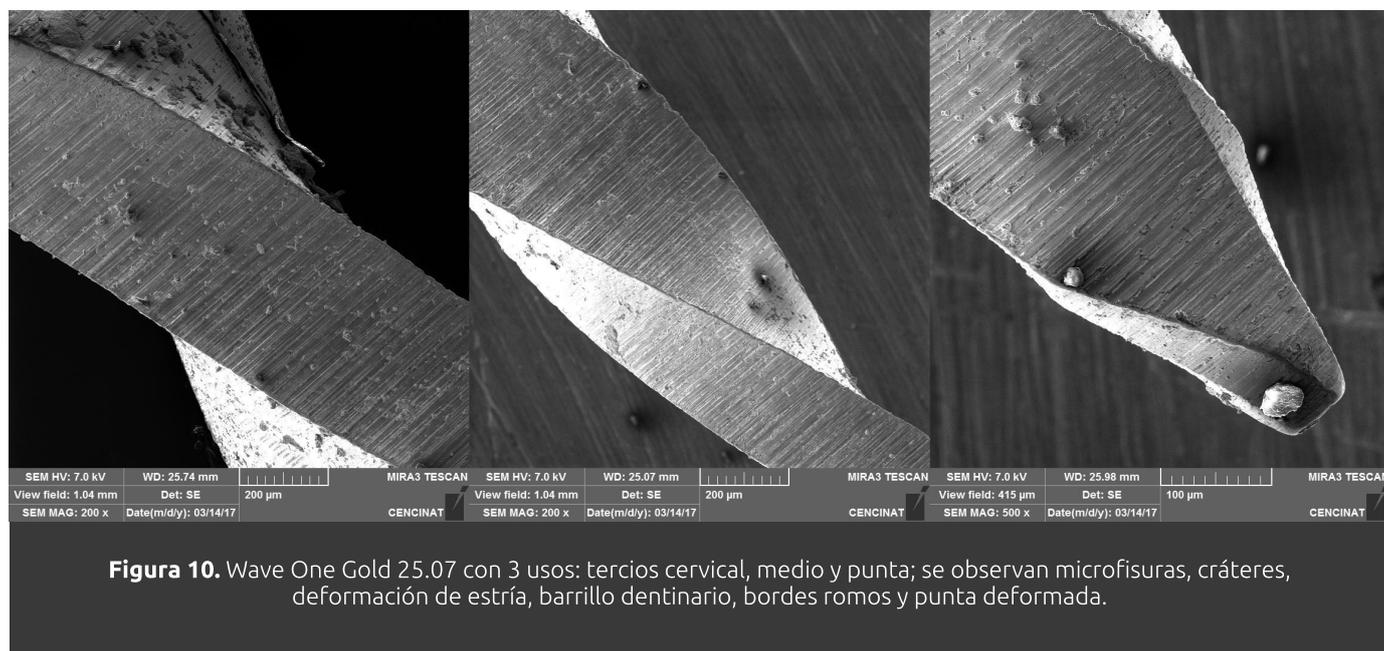


Figura 10. Wave One Gold 25.07 con 3 usos: tercios cervical, medio y punta; se observan microfisuras, cráteres, deformación de estría, barrillo dentinario, bordes romos y punta deformada.

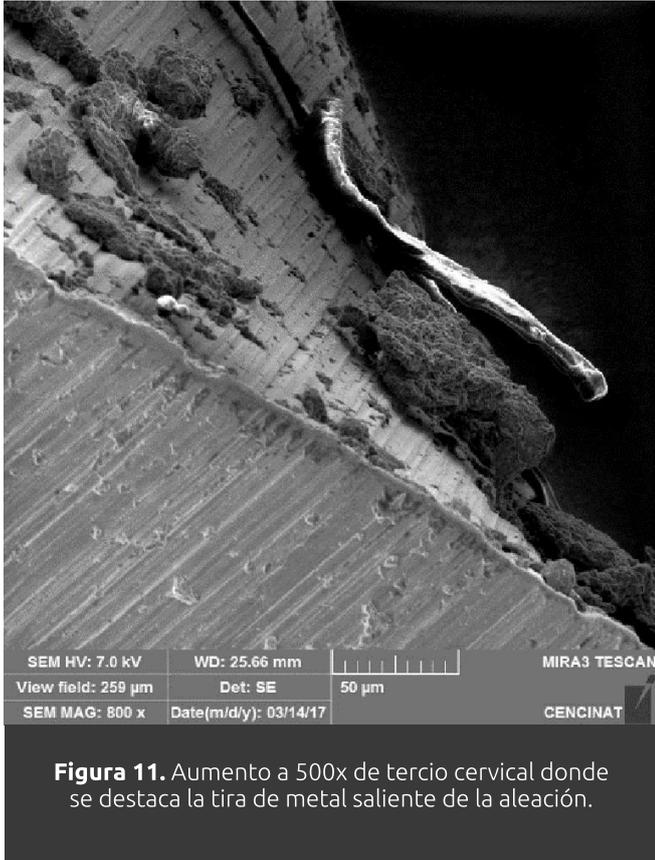


Figura 11. Aumento a 500x de tercio cervical donde se destaca la tira de metal saliente de la aleación.

Discusión

Las industrias que manufacturan las limas endodóncicas constantemente realizan mejoras en el diseño, en la aleación y en la cinemática de los instrumentos rotatorios, con el objetivo de que brinden una preparación de conductos radiculares más eficiente y más segura,

reduciendo los riesgos de percances como transportaciones o fractura de las limas, sobre todo tomando en cuenta que la anatomía radicular es frecuentemente compleja y con curvaturas pronunciadas ¹. Las limas de activación mecánica Reciproc y Wave One Gold, utilizadas para esta investigación son fabricadas con tecnología actualizada, con mejoramiento de su diseño, de aleaciones termo-tratadas más flexibles, usadas con movimiento recíprocante y muy comercializadas en el mercado ecuatoriano, razones por las que se seleccionaron para compararlas en el presente estudio. ^{1,2,3}

Al contrario de las limas manuales, las limas rotatorias no se fabrican bajo ninguna normativa, ni son estandarizadas por las normas ISO. De esta manera las casas fabricantes poseen libertad en cuanto a cambiar sus diseños y características físicas-metalúrgicas, permitiendo que el perfeccionamiento en la elaboración de las limas sea continuo. Sin embargo, la lima Reciproc 25.08 y la Wave One Gold Primary 25.07 son comparables entre ellas, porque son confeccionadas con aleaciones de memoria de forma (Shape Memory Alloy SMA), que son aleaciones metálicas que tienen la capacidad de recordar una forma o volver a su forma original después de retirar una presión y de someterlas a calor. También los dos tipos de limas son

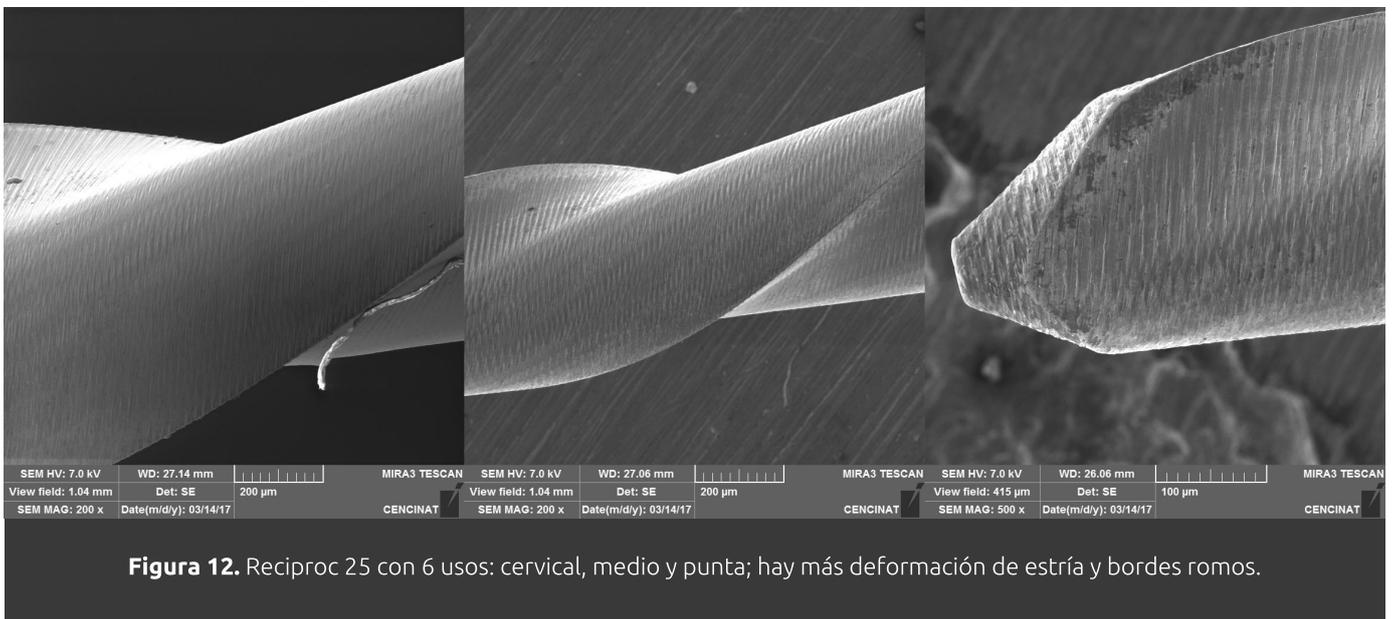


Figura 12. Reciproc 25 con 6 usos: cervical, medio y punta; hay más deformación de estría y bordes romos.

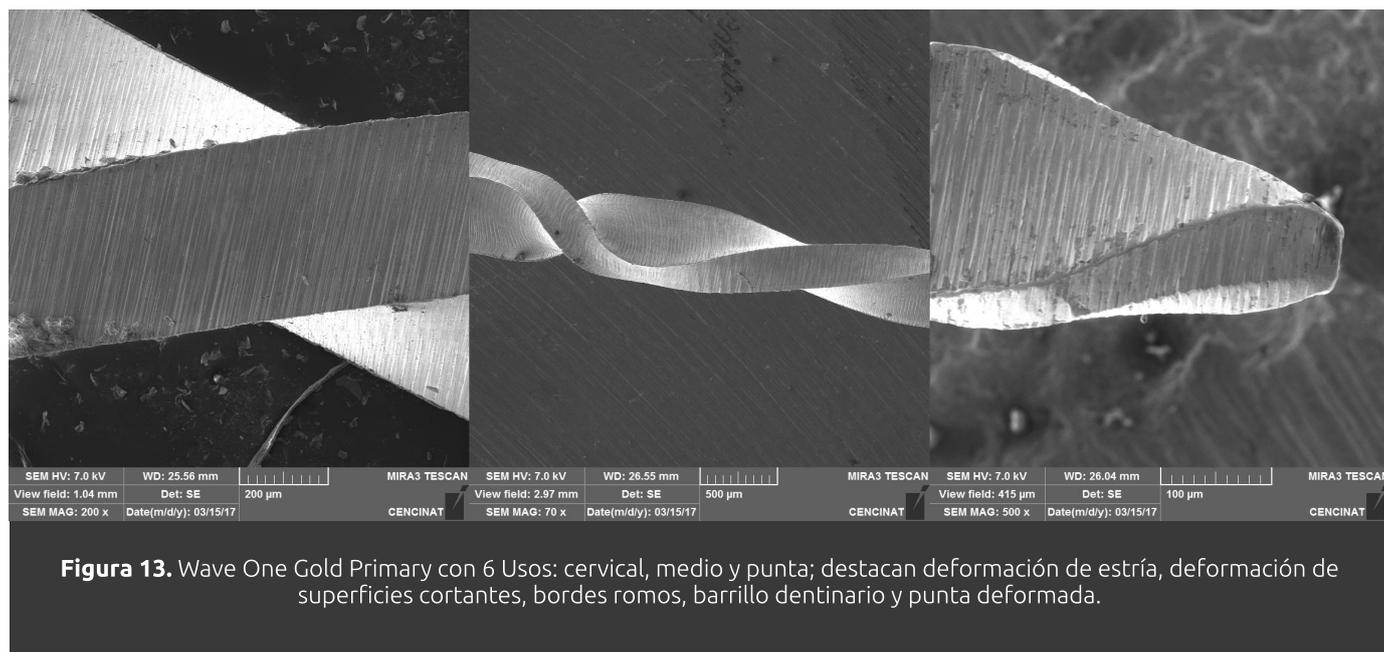


Figura 13. Wave One Gold Primary con 6 Usos: cervical, medio y punta; destacan deformación de estría, deformación de superficies cortantes, bordes romos, barrillo dentinario y punta deformada.

comparables por tener el mismo tamaño (0.025) de la punta, ambas tienen punta inactiva, presentan superficies radiales, áreas de escape, secciones transversales con formas no tradicionales y presentan a lo largo de la parte activa conicidad incrementada y variables. Además, estos sistemas rotatorios tienen igual cinemática recíproca con movimientos de giros alternos en sentido horario y antihorario; y son considerados instrumentos de cuarta generación indicados para utilizarlos solamente por una ocasión en la instrumentación radicular lo que se denomina "lima única". ^{2,4,5,6}

Un factor importante en la técnica de instrumentación rotatoria es la pericia y experiencia del operador, quien debe conocer y practicar con las limas antes de utilizarlas en la clínica. Por esta razón en la investigación, los conductos radiculares fueron preparados por el mismo operador entrenado y con la misma técnica de instrumentación corono-apical sin forzar el instrumento en el canal en todos los grupos del estudio, técnica de instrumentación indicada por los fabricantes de las limas recíprocas y también aplicada por Caballero y col. en su investigación del 2014 "Defectos

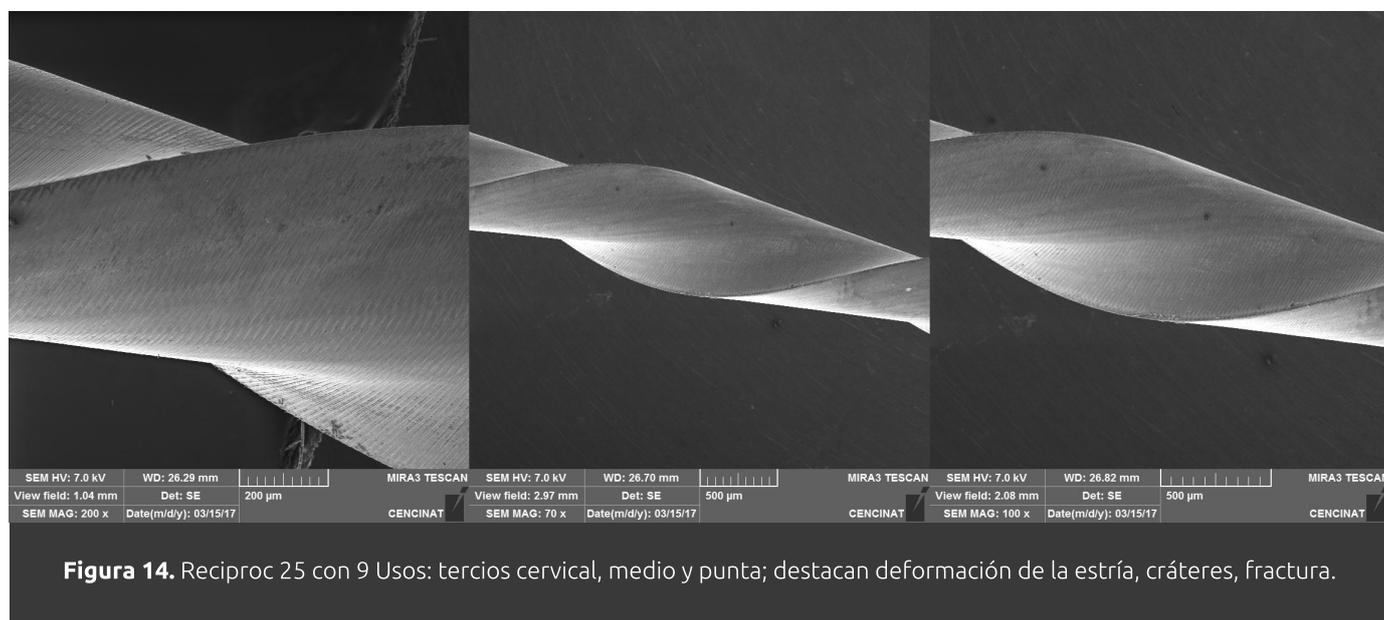


Figura 14. Recíproc 25 con 9 Usos: tercios cervical, medio y punta; destacan deformación de la estría, cráteres, fractura.

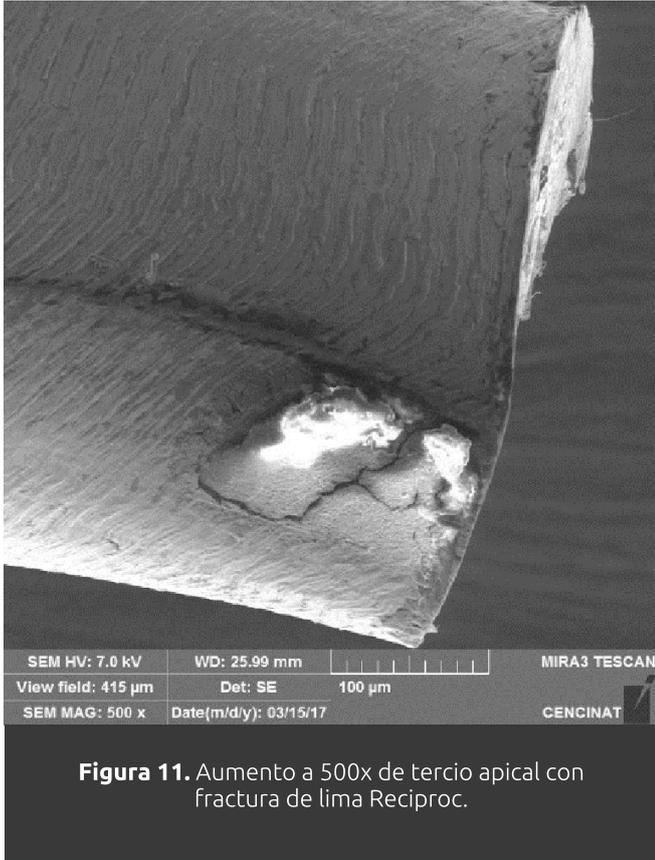


Figura 11. Aumento a 500x de tercio apical con fractura de lima Reciproc.

superficiales de MEB en limas Twisted (TF) y Reciproc (R) después de usarlas en molares extraídos”, que consiste en movimientos suaves de intrusión y tracción sin presión hasta llegar a longitud de trabajo en constante combinación con el irrigante intracanal. ⁷

A pesar de la adecuada instrumentación y de la flexibilidad de las nuevas aleaciones, los instrumentos endodóncicos mantienen un riesgo de fractura sin encontrarse alteraciones visibles cerca del punto de fractura como nos indica Gutiérrez y col. (2015) ¹², por lo que es recomendable hacer una exploración magnificada con microscopio o lupas de la superficie de la lima antes de utilizarla, como fue la metodología de este estudio, con MEB a aumentos de 200x y 500x; en concordancia con otras investigaciones similares como las de Eggert et al. 1999, Tripi et al. 2001, Troian et al. 2006, Luzi et al. 2010 y Caballero et al. 2014; en las que, se evaluaron defectos superficiales de las limas antes y después de la instrumentación radicular con magnificaciones de microscopio electrónico de barrido. ⁷

En el trabajo de Caballero (2014), se reconocieron defectos superficiales en las limas TF y R usadas en instrumentación radicular como bordes romos, microfisuras, cráteres y presencia de barrillo dentinario, resultados que coinciden totalmente con la presente investigación en la que la evaluación microscópica de las limas R y Wave One Gold usadas, revelaron 4 defectos superficiales estadísticamente relevantes, que son, bordes romos, deformación de punta,

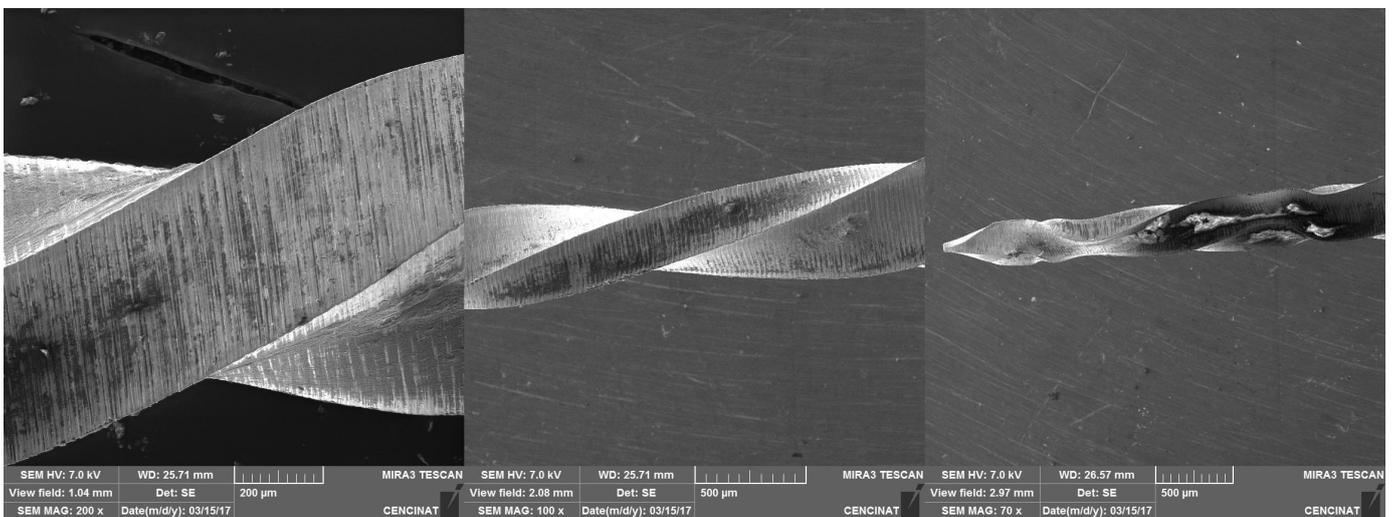


Figura 12. Wave One Gold con 9 usos: tercios cervical, medio y punta, se puede observar deformación de superficies cortantes, microfisuras, bordes romos, punta deformada, presencia de barrillo dentinario.

	Microfisuras	Deformación de Estrías	Cráteres	Bordes Romos	Deformación de superficies cortantes	Punta deformada	Presencia de barrillo dentinario
Chi-cuadrado	5.058	36.026	6.140	11.553	4.402	10.095	37.165
Gl	3	3	3	3	3	3	3
p.	0.168	0.000	0.105	0.009	0.221	0.018	0.000

Tabla 1. Prueba Kruskal Wallis entre defectos superficiales encontrados y tiempo de uso.

	N Válido	Media
Microfisuras Wave one Gold	132	0.265
Microfisuras Reciproc	132	0.242
Deformación de estrías Wave one Gold	132	0.341
Deformación de estrías Reciproc	132	0.152
Cráteres Wave one Gold	132	0.402
Cráteres Reciproc	132	0.348
Bordes Romos Wave One Gold	132	0.417
Bordes Romos Reciproc	132	0.167
Deformación superficies cortantes Wave one Gold	132	0.667
Deformación de superficies cortantes Reciproc	132	0.152
Punta deformada Wave one Gold	132	0.144
Punta deformada Reciproc	132	0.045
Presencia de barrillo dentinario Wave one Gold	132	0.288
Presencia de barrillo dentinario Reciproc	132	0.235
Fractura completa Wave One Gold	132	0.068
Fractura completa Reciproc	132	0.068

Tabla 2. Medias de los defectos encontrados por marca.

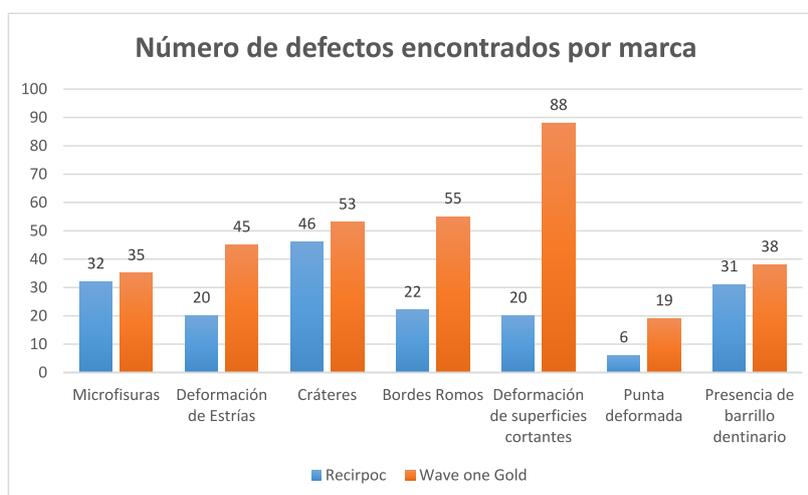


Tabla 3. Comparativa entre Número de defectos encontrados y las marcas de limas.

	Microfisuras	Deformación de Estrías	Cráteres	Bordes Romos	Deformación de superficies cortantes	Punta deformada	Presencia de barrillo dentinario
Chi-cuadrado	0.179	12.708	0.789	19.891	72.181	7.439	0.958
Gl	1	1	1	1	1	1	1
p.	0.672	0.000	0.374	0.000	0.000	0.006	0.328

Tabla 4. Estadísticos de prueba Kruskal Wallis entre defectos encontrados y la marca del instrumento.

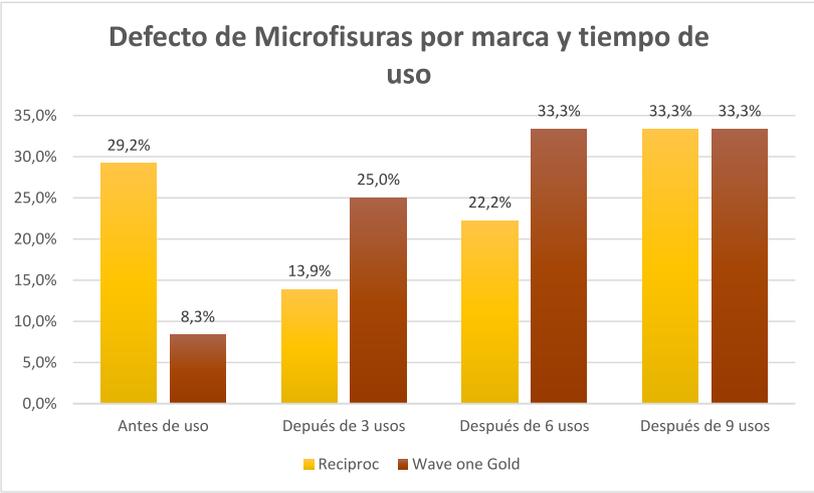


Tabla 5. Comparativa entre Defecto de Microfisuras por marca y tiempo de uso.

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.242		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Microfisuras Wave one Gold	0.589	131	0.557	0.023	-0.05	0.10
Microfisuras Reciproc	0.000	131	0.997	0.000	-0.07	0.07

Tabla 6. Prueba t student para relacionar el defecto Microfisuras por marca.

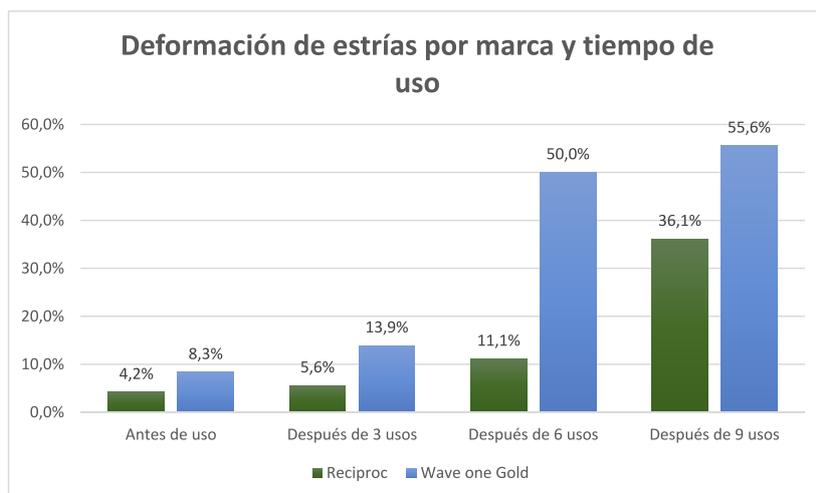


Tabla 7. Comparativa entre Deformación de estrías y tiempo de uso.

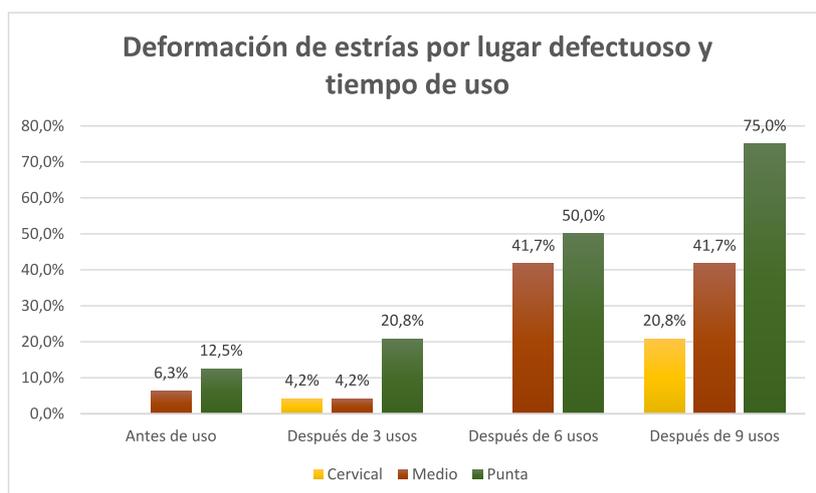


Tabla 8. Deformación de estrías por lugar defectuoso y tiempo de uso.

	T	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.151		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Deformación de estrías Wave one Gold	4.586	131	0.000	0.190	0.11	0.27
Deformación de estrías Reciproc	0.016	131	0.987	0.001	-0.06	0.06

Tabla 9. Prueba t student para relacionar el defecto Deformación de estrías por marca.

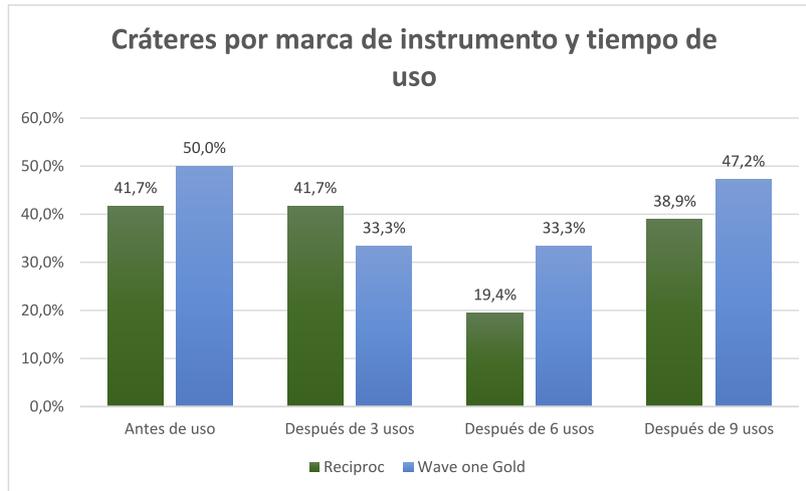


Tabla 10. Comparativa entre Cráteres por marca de instrumento y tiempo de uso.

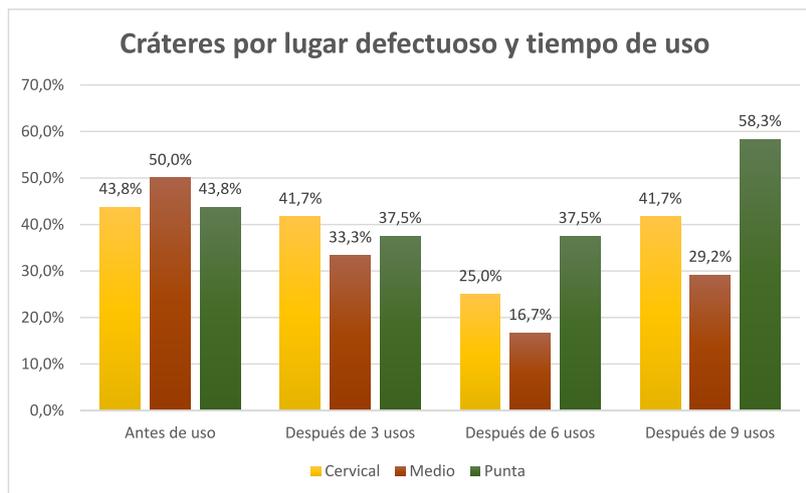


Tabla 11. Cráteres por lugar defectuoso y tiempo de uso.

	T	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.348 Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Cráteres Wave one Gold	1.249	131	0.214	0.054	-0.03	0.14
Cráteres Reciproc	0.012	131	0.991	0.000	-0.08	0.08

Tabla 12. Prueba t student para relacionar el defecto Cráteres por marca.

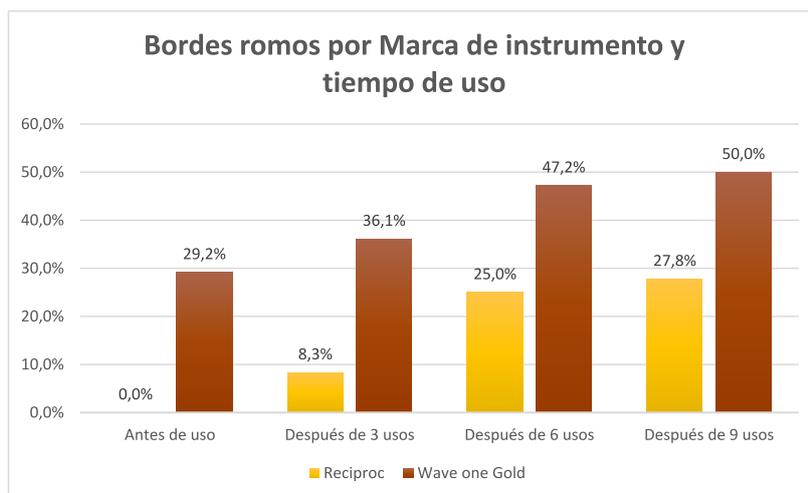


Tabla 13. Comparativa entre Bordes romos por marca de instrumento y tiempo de uso.

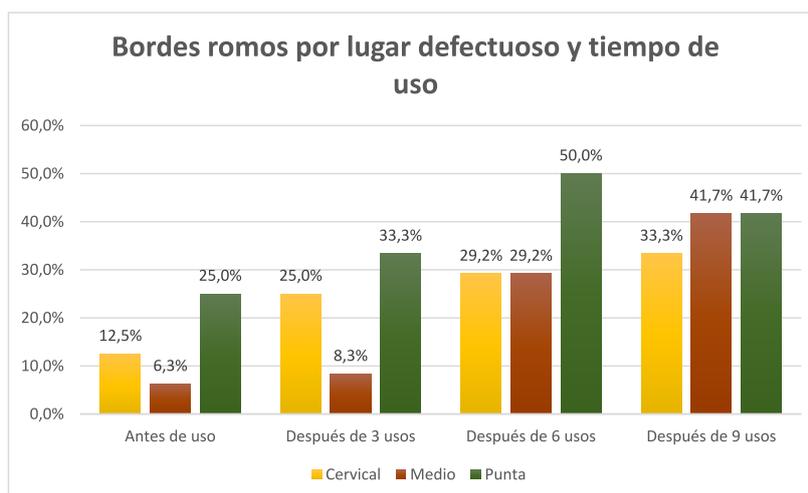


Tabla 14. Bordes romos por lugar defectuoso y tiempo de uso.

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.167		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Bordes Romos Wave One Gold	5.796	131	0.000	0.250	0.16	0.33
Bordes Romos Reciproc	-0.010	131	0.992	0.000	-0.06	0.06

Tabla 15. Prueba t student para relacionar el defecto Bordes Romos por marca.

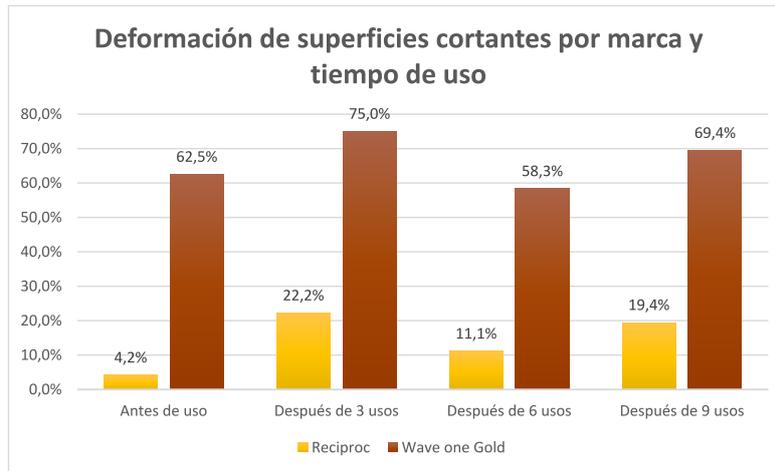


Tabla 16. Comparativa entre Deformación de superficies cortantes por marca y tiempo de uso.

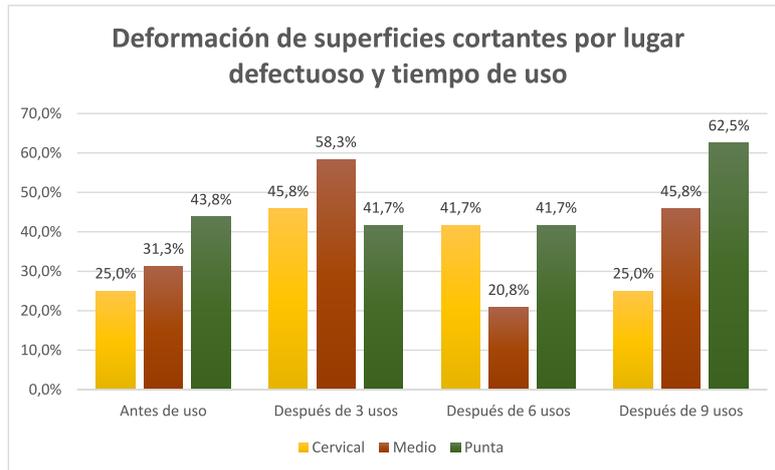


Tabla 17. Deformación de superficies cortantes por lugar defectuoso y tiempo de uso.

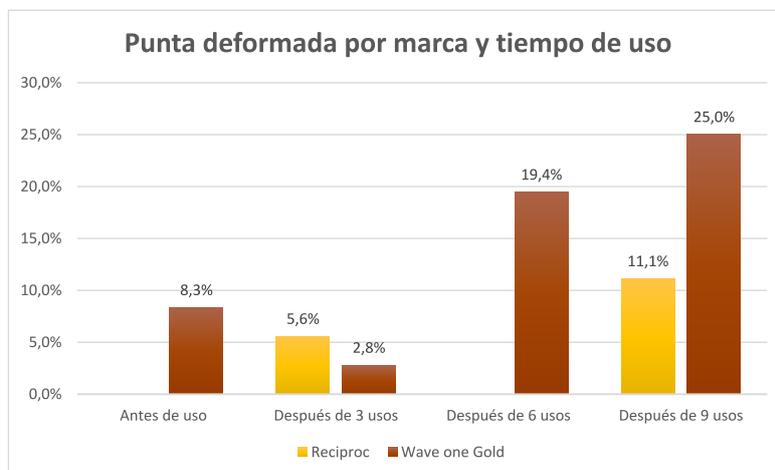


Tabla 18. Comparativa entre Punta deformada por marca y tiempo de uso.

	T	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.152 Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Deformación superficies cortantes Wave one Gold	12.496	131	0.000	0.515	0.43	0.60
Deformación de superficies cortantes Reciproc	-0.015	131	0.988	0.000	-0.06	0.06

Tabla 19. Prueba t student para relacionar el defecto Deformación de superficies cortantes por marca.

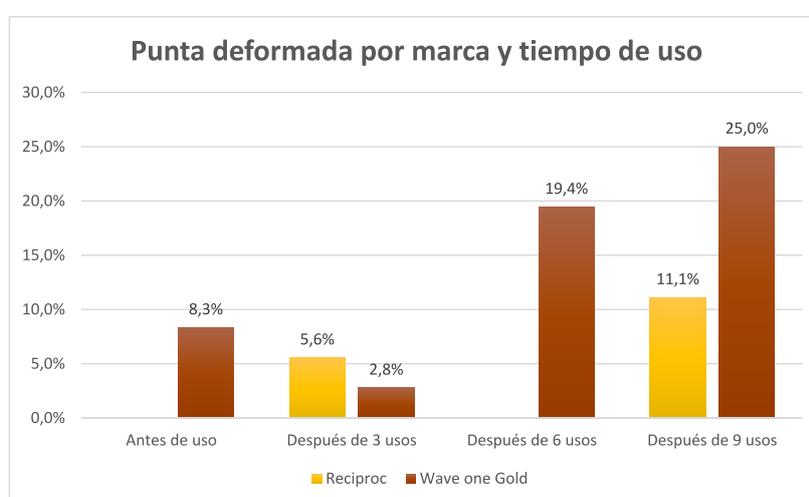


Tabla 20. Punta deformada por marca y tiempo de uso.

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.045 Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Punta deformada Wave one Gold	3.226	131	0.002	0.099	0.04	0.16
Punta deformada Reciproc	0.025	131	0.980	0.000	-0.04	0.04

Tabla 21. Prueba t student para relacionar el defecto Punta deformada por marca.

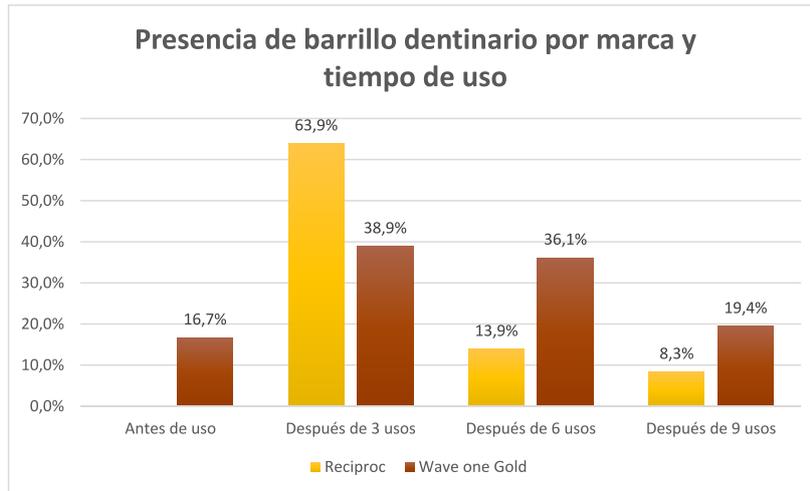


Tabla 22. Comparativa entre Presencia de barrillo dentinario por marca y tiempo de uso.

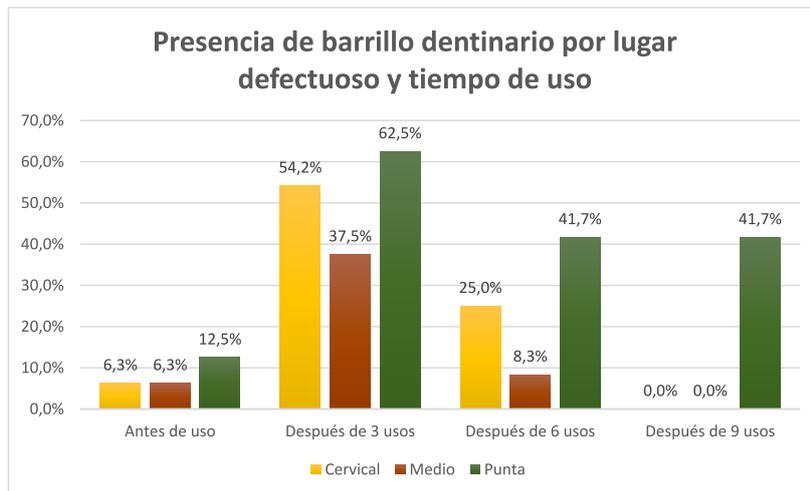


Tabla 23. Presencia de barrillo dentinario por lugar defectuoso y tiempo de uso.

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.235		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
				Inferior	Superior	
Presencia de barrillo dentinario Wave one Gold	1.337	131	0.184	0.053	-0.03	0.13
Presencia de barrillo dentinario Reciproc	-0.004	131	0.997	0.000	-0.07	0.07

Tabla 24. Prueba t student para relacionar el defecto Presencia de barrillo por marca.

	t	gl	Sig. (bilateral)	Valor de prueba = 0.068		
				Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
Fractura completa Wave One Gold	0.008	131	0.993	0.000	-0.04	0.04
Fractura Completa Reciproc	0.008	131	0.993	0.000	-0.04	0.04

Tabla 25. Prueba t student para relacionar el defecto Fractura completa por marca.

Tipo De Lima	Tiempo De Uso	Tiempo De Uso	Diferencia de medias (I-J)	Error t _{íp.}	Sig. ^a	para la diferencia ^a Límite inferior	superior
1 Reciproc	0 USOS	2	-14,857	9,228	,951	-50,505	20,791
		3	-11,700	9,493	1,000	-48,373	24,973
		4	-20,814	10,896	,628	-62,906	21,278
	3 USOS	1	14,857	9,228	,951	-20,791	50,505
		3	3,157	10,158	1,000	-36,083	42,398
		4	-5,957	5,042	1,000	-25,434	13,520
	6 USOS	1	11,700	9,493	1,000	-24,973	48,373
		2	-3,157	10,158	1,000	-42,398	36,083
		4	-9,114	9,605	1,000	-46,218	27,989
	9 USOS	1	20,814	10,896	,628	-21,278	62,906
		2	5,957	5,042	1,000	-13,520	25,434
		3	9,114	9,605	1,000	-27,989	46,218
2 Wave one Gold	0 USOS	2	-24,986 *	4,999	,015	-44,296	-5,675
		3	-10,314	3,827	,215	-25,097	4,469
		4	-28,171 *	6,901	,039	-54,829	-1,514
	3	1	24,986 *	4,999	,015	5,675	44,296
		3	14,671	5,874	,280	-8,019	37,362
		4	-3,186	3,763	1,000	-17,723	11,352
	6 USOS	1	10,314	3,827	,215	-4,469	25,097
		2	-14,671	5,874	,280	-37,362	8,019
		4	-17,857	6,028	,151	-41,144	5,430
	9 USOS	1	28,171 *	6,901	,039	1,514	54,829
		2	3,186	3,763	1,000	-11,352	17,723
		3	17,857	6,028	,151	-5,430	41,144

a. Ajuste para comparaciones múltiples: Bonferroni.

Tabla 26. Estadísticos de prueba ANOVA entre defectos encontrados en los mismos grupos RECIPROC y WAVE ONE GOLD.

cráteres y barrillo dentinario, aunque cabe notar que se encontraron otros defectos aunque no estadísticamente significativos como microfisuras, deformación de la estría, deformación de superficies cortantes y fracturas completas.⁷

En cuanto a la cantidad de defectos encontrados, la lima Reciproc R25.08 presenta menos que la lima Wave One Gold Primary 25.07, coincidiendo con Caballero (2014) que reportó menos defectos superficiales en Reciproc que en Twisted File.⁷

Al analizar en el presente estudio la cantidad de defectos superficiales en relación al número de usos, el Sistema Reciproc no obtuvo diferencias significativas entre 0, 3, 6, y 9 usos, a diferencia del sistema Wave One Gold que tuvo diferencias estadísticas importantes entre 0 y 3 usos y entre 0 y 9 usos, lo que puede reflejar que la aleación no es tan resistente a medida que la instrumentación avanza, es decir no es lo mismo usar una lima Wave One nueva que usarla después de 9 usos, la significancia estadística demuestra que la tendencia es a que tenga un número mayor de defectos lo cual podría afectar su rendimiento en la práctica clínica.

Sin embargo, cabe notar que todos estos defectos aumentaron a medida que se incrementaba el uso de las limas; aunque algunos valores no revelen estadísticamente significancia como en Reciproc. Éste hallazgo se ha reportado frecuentemente con anterioridad (Gambarini-Dell'Agola 1998, Tripi et al. 2001), por lo que se sugiere un menor número de usos de las limas, sobre todo porque la presencia de ciertos tipos de defectos superficiales podrían conducir a la fractura en cualquier momento, como lo revelan los resultados del presente trabajo, en los que se produjeron más fracturas cuando previamente se hallaron deformación de estrías, bordes romos y deformación de bordes cortantes. Por el contrario, los resultados de este estudio mostraron que las microfisuras y los cráteres son

totalmente independientes del tiempo de uso de las limas y de las fracturas, ya que se encontraron inclusive antes de ser utilizadas en la instrumentación de los conductos radiculares; pero no se puede dejar de considerar lo reportado por Pruett et al. (1997) y Gambarini et al. (2008) sobre el hecho que si se encuentran microfisuras cerca del borde cortante de la lima, que es el área de mayor deformación plástica después de la instrumentación, puede indicar una débil resistencia del metal, lo que llevaría a una rápida propagación de las grietas resultando en la fractura del instrumento.^{6,7,8}

Llamó mucho la atención, la presencia de ciertos defectos en limas nuevas retiradas de su presentación estéril. Lo que nos sugirió que el pulido en la fabricación de las limas no es ideal, recalcando una diferencia entre los dos tipos de limas; el acabado superficial de Reciproc previa la instrumentación es más uniforme en toda su superficie a diferencia de Wave One Gold que es menos regular. Esta particularidad se había reportado antes en la publicación realizada por De Deus en el año 2001^{9,10}; quién reveló que, bajo observación microscópica de los instrumentos rotatorios antes de ser usados, se encontraban defectos tipo hendiduras compatibles con fallas del proceso de fabricación, asociando esto, a que no existe una normativa ISO que regule a la industria de los instrumentos rotatorios. También en el estudio de Caballero (2014)⁷ se identificaron en la superficie de las limas rotatorias TF y R algunos defectos de manufacturación antes de su uso como microcráteres, escombros y tiras de metal que en efecto también se encontraron en ciertos especímenes de la muestra del estudio investigativo.

Otro hallazgo microscópico de importancia fue la considerable presencia de barrillo dentinario, pues a pesar de tratarse de limas lavadas, sometidas a una inspección visual al ojo humano sin encontrar barrillo y esterilizadas, al ser llevarlas a observación microscópica magnificada

sí se lo encontró. Al analizar la cantidad de barrillo dentinario se debe acotar que fue mayor en el tercio cervical y en los primeros tres usos de ambos tipos de limas, debido al diseño de los instrumentos con mayores conicidad en este tercio y a su mayor trabajo inicial al instrumentar las paredes dentinarias; y en limas Reciproc se encontró más barrillo que en Wave One Gold, esto puede atribuirse a que el pitch es mayor en Reciproc.⁵

Debido a esto, se debe recomendar la incorporación del lavado ultrasónica en el protocolo de limpieza de las limas antes de su esterilización, pues, aunque a nuestra vista estén limpias, microscópicamente siempre habrá limalla dentinaria que sólo se podrá retirar con este equipo.

Al analizar la presencia de los defectos superficiales por tercios de la parte activa de los instrumentos R25 y WOG Primary, todos los defectos menos el barrillo, se encontraron en mayor proporción en apical y tercio medio, demostrando que son más susceptibles a sufrir daños a estos niveles por ser más delgados, tener menos cantidad de metal y sobre todo por estar más sometidas a estrés por las curvaturas y estrechamientos de los conductos, al igual que se encontró en el trabajo de Caballero (2014) en los que se observaron alta prevalencia de defectos en apical y tercio medio de R y TF, y ningún defecto en cervical.⁷

Otro defecto superficial a analizar son los cráteres presentes en ambos tipos de limas, encontrando una diferencia significativa en las limas Wave One Gold después del noveno uso. En el año 2013 Fayyad sugirió que existe una relación directa entre la presencia de cráteres y el uso del hipoclorito de sodio al 5,25% debido a que esta sustancia corroe la aleación metálica, basado en trabajos anteriores de Sonntag & Peters (2007), Topuz (2008), y Sag Lam (2012)¹¹. En la presente investigación se encontró un número considerable de cráteres en los dos

sistemas rotatorios, pero no se pueden atribuir al uso del hipoclorito debido a que este se utilizó como irrigante en ambos y se encontraron cráteres antes de la instrumentación e irrigación.

Un defecto superficial de mucha importancia clínica es el desgaste de los bordes cortantes de las limas, el cual fue significativo para ambos sistemas rotarios, siendo Wave One Gold, el que presentó más desgaste a medida que se incrementaba el número de usos, resultando en un ineficiente corte de dentina. Adicionalmente las mismas limas WOG, tuvieron mayor incidencia de punta deformada al compararlas con Reciproc esto puede atribuirse a que la aleación de tipo Gold es menos resistente que aleación M Wire tradicional.⁴

La fractura que es el defecto macroscópico de mayor preocupación no reveló una diferencia estadística de importancia, pero las limas Reciproc fueron las que más se fracturaron a partir de los 3 usos en comparación con la Wave One Gold. Esto coincide con los estudios realizados por De Deus quien menciona que WaveOne presentó una resistencia a la flexión significativamente mayor que Reciproc después de la instrumentación en molares extraídos.⁹ Caballero también mencionó que ninguna lima TF o Reciproc tuvieron una fractura completa, reflejando su flexibilidad y alta resistencia a la fatiga cíclica.⁷

De las limas que se fracturaron fue la marca Reciproc la que obtuvo la mayor cantidad de limas separadas. Esto podría coincidir con los estudios realizados por De Deus en el que menciona que WaveOne presentó una resistencia a la flexión significativamente mayor que Reciproc después de la instrumentación en molares extraídos.⁹

La resistencia a la fatiga cíclica de limas se relaciona con la conicidad, así, en un estudio sobre limas Profile, Gambarini observó que los instrumentos con conicidad pequeñas eran significativamente más resistentes a su



separación que aquellos de mayor conicidad. Schäfer y cols., por su parte, en un estudio en el que compararon cinco tipos diferentes de instrumentos rotatorios, sugirieron que aquellos con una conicidad mayor a 0.04 no debían ser usados para ensanchar el tercio apical de conductos curvos, pues son limas considerablemente más rígidas que aquellas de 0.02 o de 0.04. Del mismo modo, en 1997, Pruett y cols. mostraron que un aumento del diámetro del instrumento en el punto de máxima curvatura, reducía el tiempo a la fractura. Otros autores, como Ulmann y cols., encontraron que limas con gran conicidad, como las limas Protaper F3, eran menos resistentes a fatiga cíclica que otras de menor conicidad como F1 y F2.⁶

Sin embargo, en la actualidad las limas rotatorias presentan conicidades aumentadas por sus ventajas en la limpieza y conformación cónica de los conductos, por lo que la resistencia a la fractura está dada por las innovaciones en la aleación y en la reducción de sus usos; razones para continuar con la línea investigativa del presente trabajo con nuevas limas de aleación "blue.

Conclusiones

- Ambos sistemas rotatorios presentaron defectos superficiales, destacando deformación de bordes, presencia de barrillo dentinario, cráteres y deformación de punta.
- El sistema Wave One Gold presentó más defectos superficiales que Reciproc.
- La cantidad de defectos superficiales aumentó en relación directa al número de usos en ambos casos, sin embargo, únicamente en el grupo Wave One Gold hubo diferencias estadísticamente significativas entre 0 y 3 usos y entre 0 y 9 usos. $p = 0.005$

- La fractura, que es el defecto superficial de mayor preocupación clínica no presentó una diferencia estadísticamente significativa entre los dos sistemas para poder concluir que lima se rompe más. Cabe notar que la lima que más se fracturó fue la Reciproc en comparación con Wave One Gold, presumiblemente debido a la aleación Gold más flexible.
- No se pudo establecer un límite de usos antes de una fractura por fatiga cíclica o por torsión, sin embargo, sí se relacionó el hecho de que exista mayor índice de fractura cuando se utiliza en más ocasiones el instrumento; por lo que se sugiere reducir el número usos que se reutiliza hasta un límite de 3 usos.
- El defecto superficial que fue más representativo en este estudio fue la deformación de superficies cortantes en el Sistema Wave One Gold, por lo que se pierde la efectividad de corte de este instrumento, entre más se utilice menor cantidad de tejido podrá remover.
- Se sugiere seguir con esta línea de investigación con sistemas rotatorios de nuevas aleaciones como la aleación "Blue".

Bibliografía

1. Satish A. Metallurgical Characterization of a New Nickel-Titanium Wire for Rotary Endodontic Instruments. JOE, 1589-1593. 2009.
2. Moscoso. Sistema Reciprocante de Instrumentación. Lima única RECIPROC.122-16. 2014
3. Aguilera F. Seminario Instrumental rotatorio: Pro Taper, Race, Reciprocantes. Universidad Valparaíso de Chile. 2013

4. Arranguren. Wave One Gold Surfea el conducto radicular con confianza. Dentsply, 234-237. 2014
5. Steinfort. Wave One Gold: La nueva apuesta de Dentsply Sirona. Canal Abierto. 2017
6. Pruett, JP.; Clement, DJ.; Carnes, DL. "Cyclic fatigue testing of nickel-titanium endodontic instruments". J Endod. 23:77-85, 1997
7. Caballero. Scanning electron microscopy of superficial defects in Twisted files and Reciproc nickel-titanium files after use in extracted molars. International Endodontic Journal. 2014
8. Gambarini G." Rationale for the use of low-torque endodontic motors in root canal instrumentation". Endodo. Den. Traumatol., Vol. 16, p.95-100, 2000.
9. De Deus G, Reis C, Fidel S, Fidel K, Paciornik S. Wave one vs. Reciproc Int Endod J 2008;41:279-87.
10. Lumi, Marco Antonio, Resistencia a la torsión de instrumentos rotatorios, Seminario Instrumental Rotatorio, Buenos Aires. 2001
11. Fayyad DM(1), Elhakim Elgendy AA., Cutting efficiency of twisted versus machined nickel-titanium. NCBI, Maryland. 2013
12. Gutiérrez, Medina, Navas. Alteraciones de la estructura de la lima primaria posterior a su uso. Dossier endodoncica. Terapia pulpar. Universidad Odontológica Javeriana. Colombia. 2015