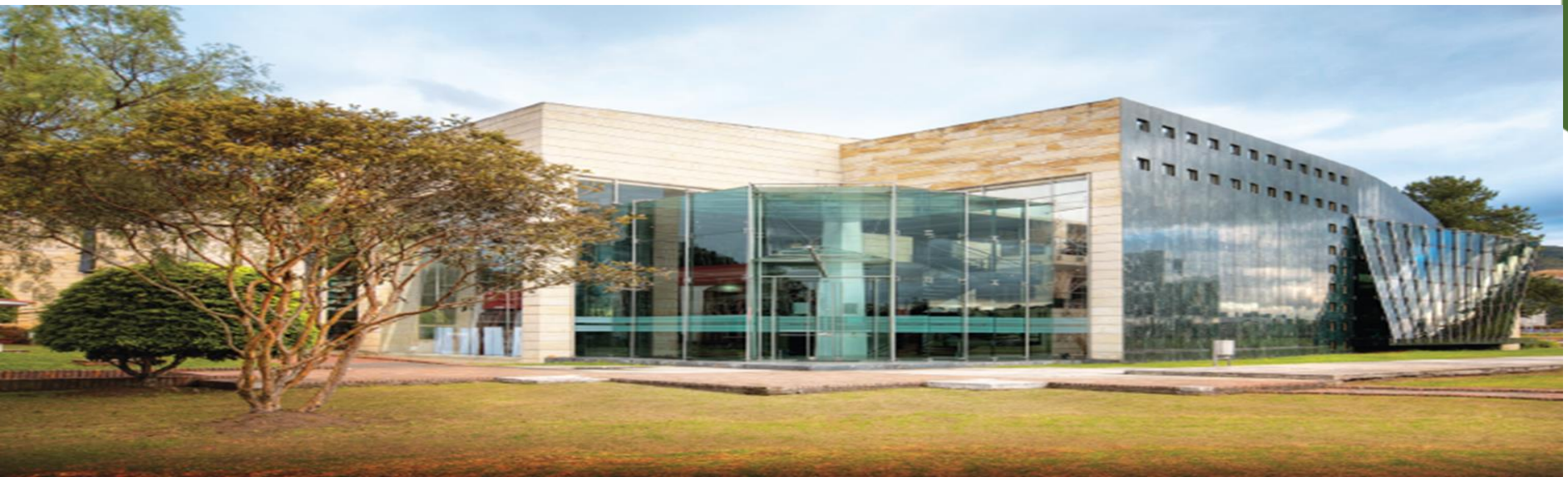


EVALUACIÓN DE LA CAPA DE ÓXIDO DE TITANIO (TiO_2) DE LIMAS HYFLEX CM Y EDM POR MEDIO DE DETECCIÓN DE ELECTRONES RETRODISPERSADOS (EDX)



Residentes de Endodoncia

Nicole Gómez Beetar
Geraldine Monsalve Verjan

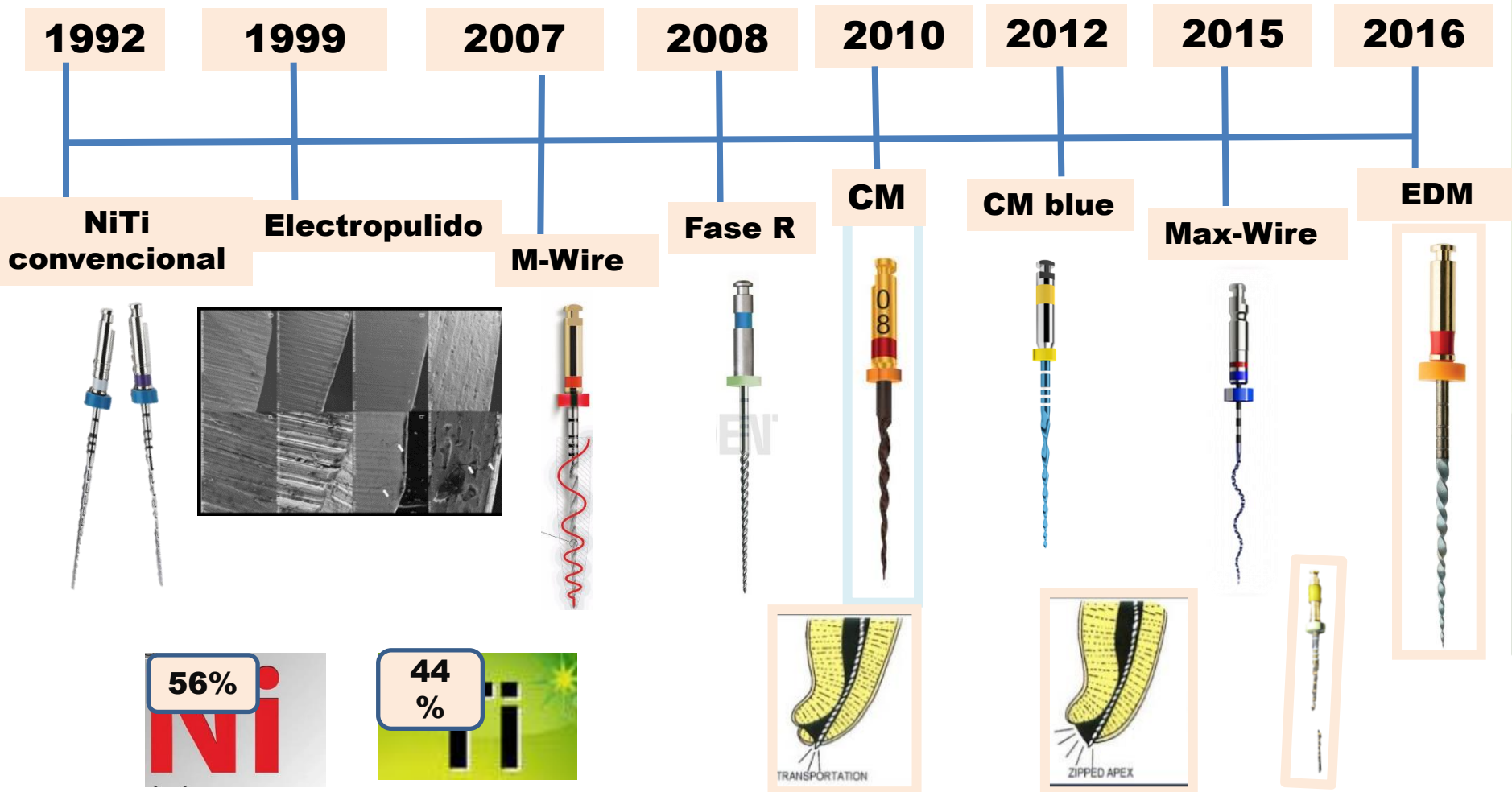
Asesora Científica

Dra. Patricia Paredes Paredes, DDS

Asesor Metodológico

Néstor Ríos Osorio, DDS, MSc

INTRODUCCIÓN



- Alfoqom Alazemi M., Bryant S. T., Dummer P. M. H. Deformation of HyFlex CM instruments and their shape recovery following heat sterilization. *International Endodontic Journal*. 2015; 48: 593-601
- Stern S, Patel S, Foschi F, Sherriff M, Mannocci F. Changes in centring and shaping ability using three nickel-titanium instrumentation techniques analysed by micro-computed tomography (ICT). *International Endodontic Journal*. 2012; 45: 514-523.
- Gavini G, Santos MD, Caldeira CL, Machado MEL, Freire LG, Iglecias EF, Peters OA, Candeiro GTM. Nickel-titanium instruments in endodontics: a concise review of the state of the art. *Braz Oral Res*. 2018; 32(1):67.

INTRODUCCIÓN

2007: ↑ la resistencia a la fractura



Tratamientos Térmicos



[The atomic level structure of the TiO_2 -NiTi interface

M. Nolan^{*a} and S. A. M. Tofail^b

Received 5th February 2010, Accepted 20th May 2010

DOI: 10.1039/c002562c



Reacción entre el oxígeno de la atmosfera y el titanio de la superficie de la aleación



Haciéndola permeable al oxígeno y más resistente a la corrosión

- Nolan M. and Tofail S. A. M. The atomic level structure of the TiO_2 -NiTi interface. *Phys. Chem. Chem. Phys.* 2010; 12: 9742-9750
- Iijima M., Endo K., Ohno H., Yonekura Y. and Mizoguchi I. Corrosion Behavior and Surface Structure of Orthodontic Ni-Ti Alloy Wires. *Dental Materials Journal*. 2001; 20 (1): 103-113.

INTRODUCCIÓN

Ventajas TiO₂



300 – 800% resistentes a la fractura

Aumenta la resistencia a la corrosión

Influence of clinical use on physical-structural surface properties and electrochemical potential of NiTi endodontic instruments

ESJ Pereira¹, CCF Amaral², JAP Gomes², OA Peters³, VTL Buono⁴, MGA Bahia⁵

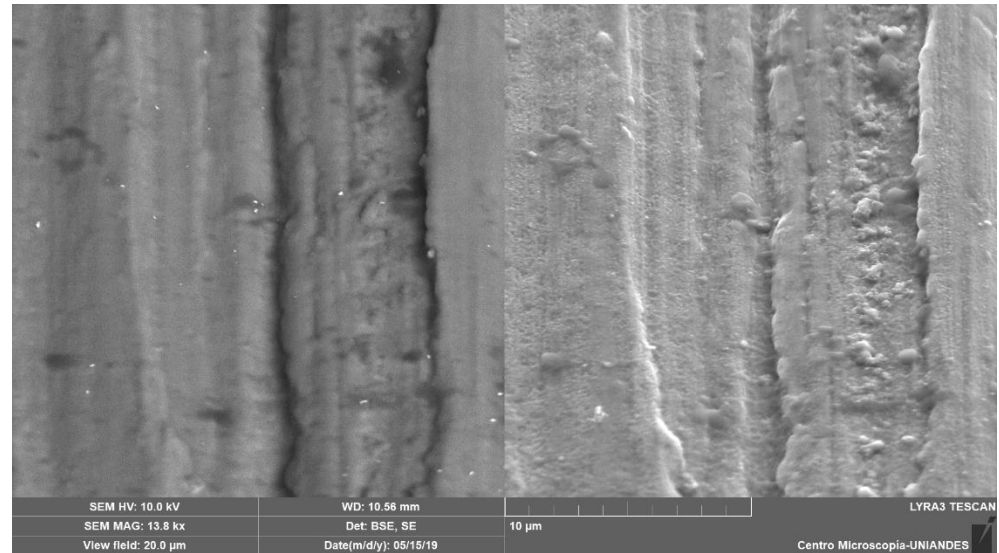
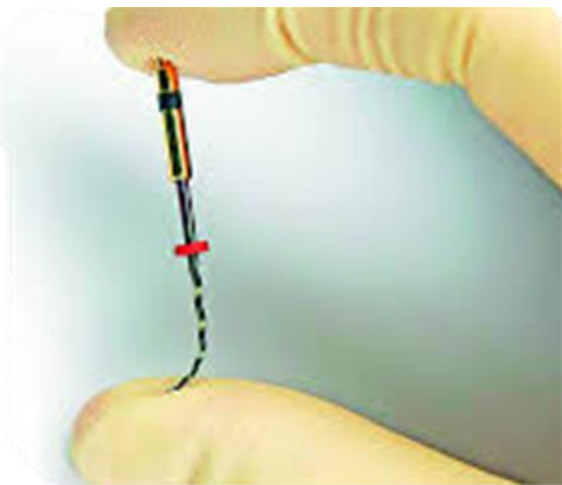
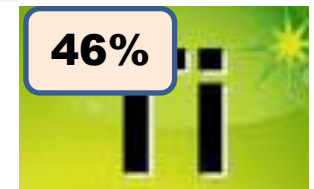
HYFLEX CM



2011 aleación NiTi con control de memoria



Proceso de fabricación: Termomecanico



- **Arruda Santos L., de Azevedo Bahia M.G., Barbosa de Las Casas E. and Tadeu Lopes Buono V. Comparison of the Mechanical Behavior between Controlled Memory and Superelastic Nickel-Titanium Files via Finite Element Analysis. J. Endod. 2013; 39: 1444-1447.**

HYFLEX CM

La temperatura de transición de Austenita / Martensita



Aproximadamente 50°C

se logra



Microestructura martensítica estable a la temperatura corporal

300% resistencia a la fractura



- Uslu G, Özyürek T, Yılmaz K. Comparison of Alterations in the Surface Topographies of HyFlex CM and HyFlex EDM Nickel-titanium Files after Root Canal Preparation: A Three-dimensional Optical Profilometry Study. J Endod. 2018 Jan;44(1):115-119.

HYFLEX EDM



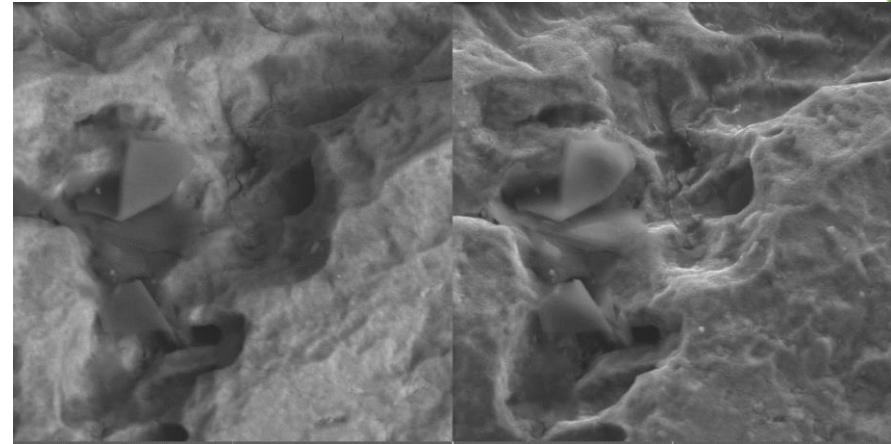
**Aleación de control
de memoria**

Compuestas
por

**Níquel: 55%.
Titanio: 45%
Oxígeno: 10 a 20%.**

**Proceso de fabricación: Por
descarga eléctrica y su
superficie maquinada.**

**Fases cristalográficas: Fase R
prolongada y martensita**



- Pirani C., Iacono F., Generali L., Sassatelli P., Nucci C., Lusvarghi L., Gandolfi M. G., Prati C. HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. *International Endodontic Journal*. 2016; 49: 483-493.
- Theisen W., Schuermann A. Electro discharge machining of nickel-titanium shape memory alloys. *Materials Science and Engineering A*. 2004; 378: 200-204.

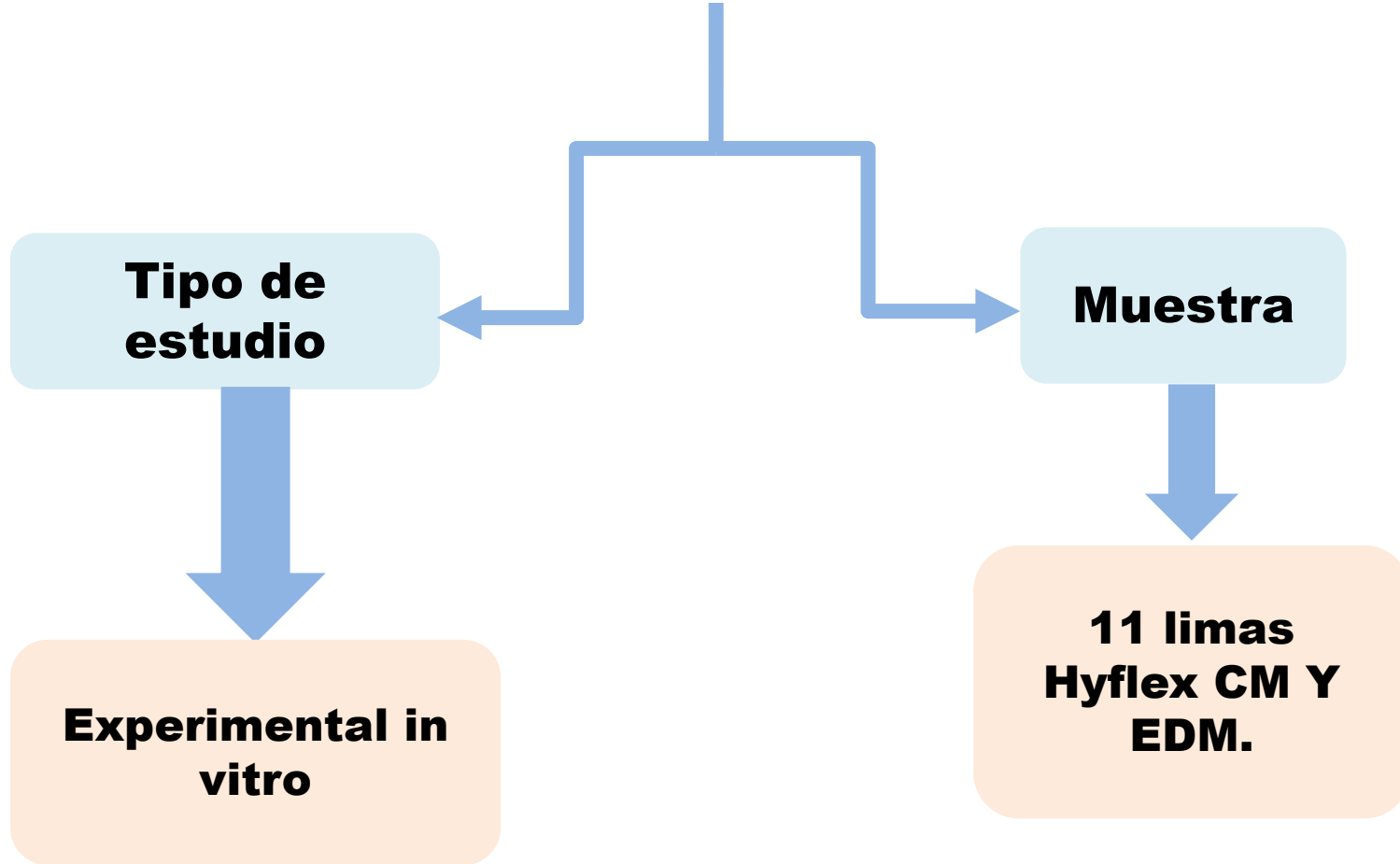
OBJETIVO GENERAL

Evaluar la capa de óxido de titanio de las limas HyFlex CM y EDM después de la preparación biomecánica en conductos radiculares estrechos y con curvas severas; esterilización y reuso con detector de electrones retrodispersados (EDX).

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- **Evaluar los principales componentes de la capa de oxido de titanio de las HyFlex CM y EDM antes y después de su uso en la preparación biomecánica y esterilización a través de EDX.**
- **Determinar el comportamiento de la capa de óxido de titanio de las HyFlex CM y EDM antes y después de la preparación biomecánica y después de cada proceso de esterilización y su reuso con EDX.**
- **Comparar las diferencias que hay en las características metalúrgicas de las limas HyFlex CM y HyFlex EDM.**

ASPECTOS METODOLÓGICOS



ASPECTOS METODOLÓGICOS

INCLUSIÓN



- **Ápices completamente formados con curvaturas severas de 30-40° (Pruett),**
- **sin signos de caries, fracturas o grietas;**
- **ausencia de reabsorción de raíz interna o externa;**
- **conductos viables.**

EXCLUSIÓN



- **Dientes con fracturas o grietas.**
- **Reabsorción radicular interna o externa.**
- **Calcificación de los conductos.**

ASPECTOS METODOLÓGICOS

Hipotesis Nula: No se presentan diferencias en la composición y comportamiento de la capa de TiO_2 de las limas HyFlex CM y EDM antes y después de la preparación biomecánica, después de la esterilización y reuso.

Hipótesis alterna: Se presentan diferencias en la composición y comportamiento de la capa de TiO_2 de las limas HyFlex CM y EDM antes y después de la preparación biomecánica, después de la esterilización y reuso.

DISEÑO GRÁFICO DE LAS VARIABLES

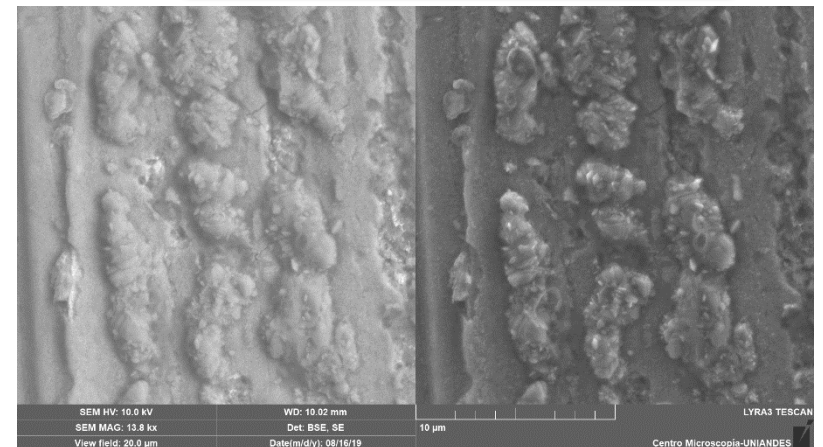
**VARIABLE
DEPENDIENTE**

Tipo de lima.



**VARIABLE
INDEPENDIENTE**

Capa de óxido



CONSIDERACIONES ÉTICAS

**Resolución 8430 -1993
Min. Salud**

**El estudio se clasifica en una
investigación sin riesgo**

ya que



**No perjudica las
variables biológicas,
fisiológicas, psicológicas
o sociales de los
individuos**

INSTITUCION UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA
COLEGIO ODONTOLÓGICO COLOMBIANO

FORMATO PARA DONACION DE DIENTES Y TEJIDOS

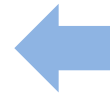
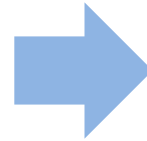
Fecha:			Folio:		
Día			Mes		Año
Datos personales (Res. 3200 de 1998) Apellido paterno Apellido materno Nombre(s)					
Fecha de nacimiento		Documento de Identidad		Número:	
Día	Mes	Año	Clase:		
		Cédula de Ciudadanía		Cédula de Extranjería / Pasaporte	
Dirección			Barrio		Teléfono(s)
Municipio			Departamento		País
Edad			Sexo		Ocupación
Estado Civil			Escolaridad		Religión

Yo, _____
Dono con fines Educativos y de Investigación (Dec. 2493 de 2004)
Los siguientes tejidos u órganos _____
Destino _____
Condiciones Personales (el donador puede registrar si presenta alguna alteración sistémica)

Dejo constancia escrita que la donación se hace en pleno uso de mis facultades mentales, en forma libre y consiente.

Firma del donador voluntario

MATERIALES Y MÉTODOS



HyFlex CM

25/.08



20/.04



25/.04



HyFlex EDM

25/.12



10/.05



25/ ∞



500 RPM / 2.5 Ncm.
Movimiento de cepillado
y ligera presión apical

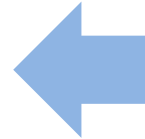
MATERIALES Y MÉTODOS



**Jabón enzimático
por 15 minutos (25
gr en 5 litros de
agua)**



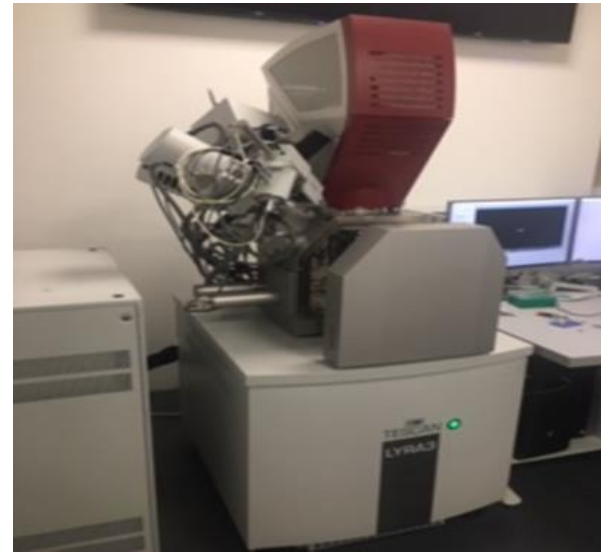
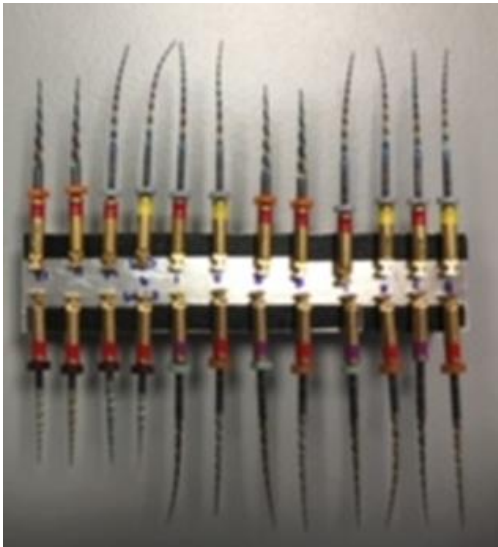
**1ml x 5.25% entre cada
instrumento = 5ml**



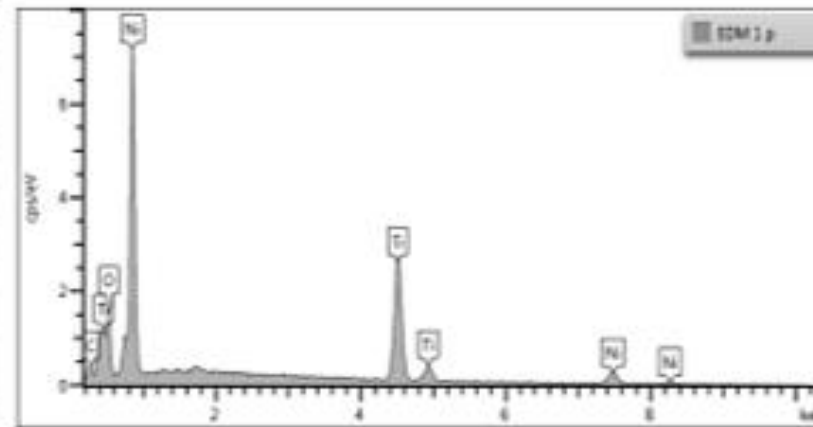
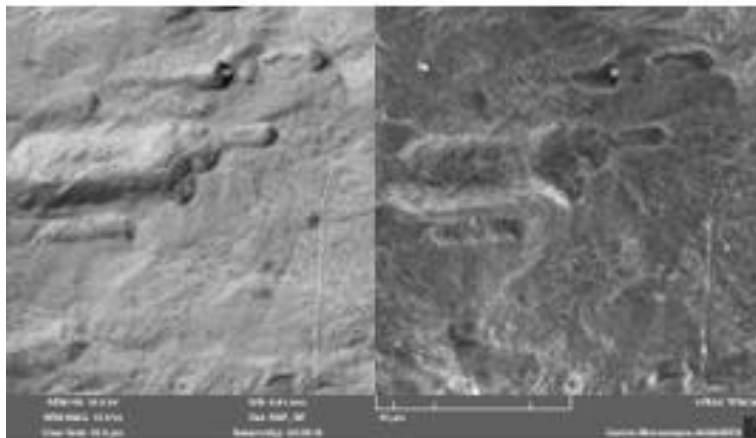
**A 134° C, 30 libras de presión
con una duración de 1 hora.**



MATERIALES Y MÉTODOS



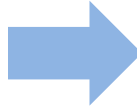
Microscopio Tescan Lyra 3



ANÁLISIS ESTADÍSTICO

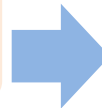
**Estadística descriptiva,
análisis de varianza y
gráficos**

con el



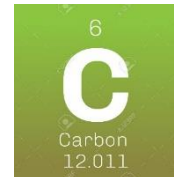
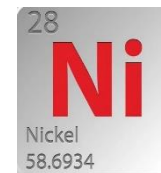
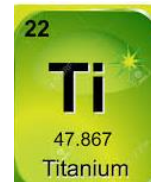
**Software Excel y
SPSS 20**

**Test de Kolmogorov-
Smirnov**



**Distribución normal
estándar**

**El 2% : el Si, P, Ca, Cl y
Na**



Estadístico de prueba KS ($p > 0.05$)

**Comparación de medias
Tukey B**

**WT% promedio y desviación
estándar**

RESULTADOS

WT% HyFlex CM Y EDM NUEVAS

Componentes Lima/longitud	Ni	Ti	O	C
CM - 3mm	25,26	36,88	32,53	4,56
CM - 6mm	25,15	33,93	29,52	5,57
EDM - 3mm	39,30	38,16	16,43	5,42
EDM - 6mm	41,75	39,89	16,32	1,96

WT% HyFlex CM Y EDM 1° PREPARACION

Componentes Lima/longitud	Ni	Ti	O	C
CM - 3mm	16,38	39,95	38,32	4,35
CM - 6mm	11,43	42,80	41,64	3,64
EDM - 3mm	40,11	40,49	16,57	2,58
EDM - 6mm	38,86	39,84	16,47	4,41

RESULTADOS

WT% HyFlex CM Y EDM 2° PREPARACION

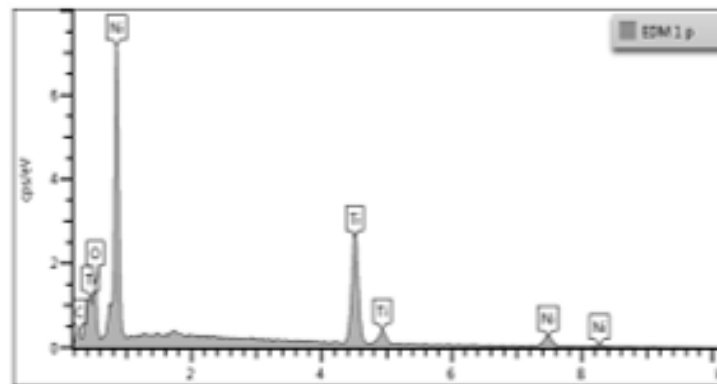
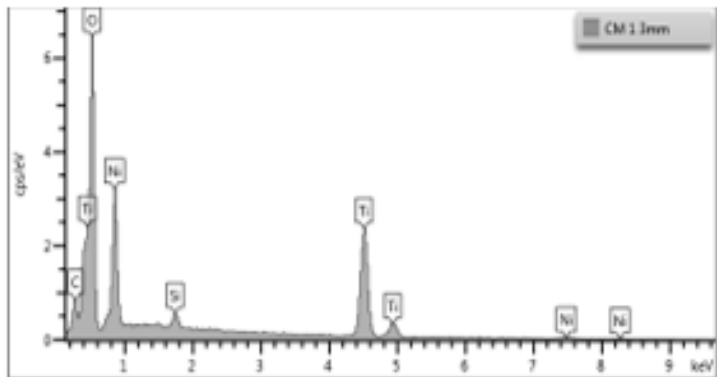
Componentes Lima/longitud	Ni	Ti	O	C
CM - 3mm	16,04	41,31	35,63	5,36
CM - 6mm	13,78	41,72	38,91	4,74
EDM - 3mm	35,80	36,18	19,20	5,32
EDM - 6mm	38,23	37,42	18,95	3,76

WT% HyFlex CM Y EDM 3° PREPARACION

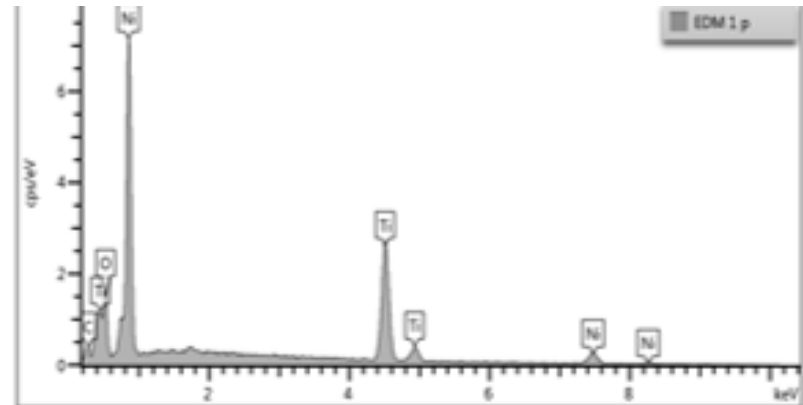
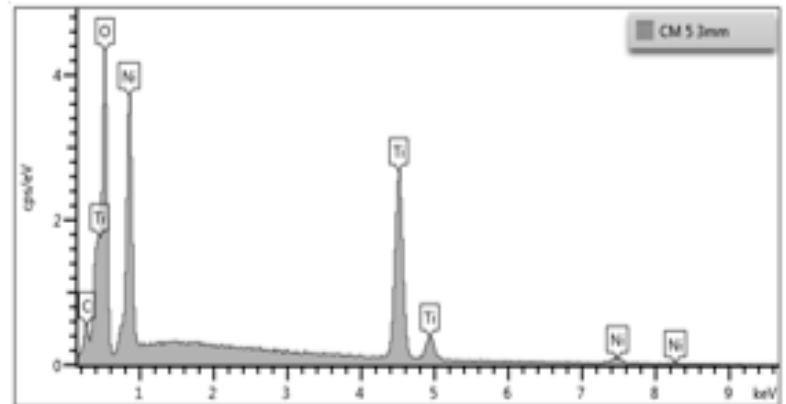
Componentes Lima/longitud	Ni	Ti	O	C
CM - 3mm	21,67	47,46	28,30	2,55
CM - 6mm	19,10	48,96	29,48	2,18
EDM - 3mm	39,46	39,21	17,04	3,69
EDM - 6mm	34,46	37,70	19,81	6,51

RESULTADOS

NUEVAS



3° PREPARACION



DISCUSIÓN

Propiedades de la aleación NiTi

determinadas por

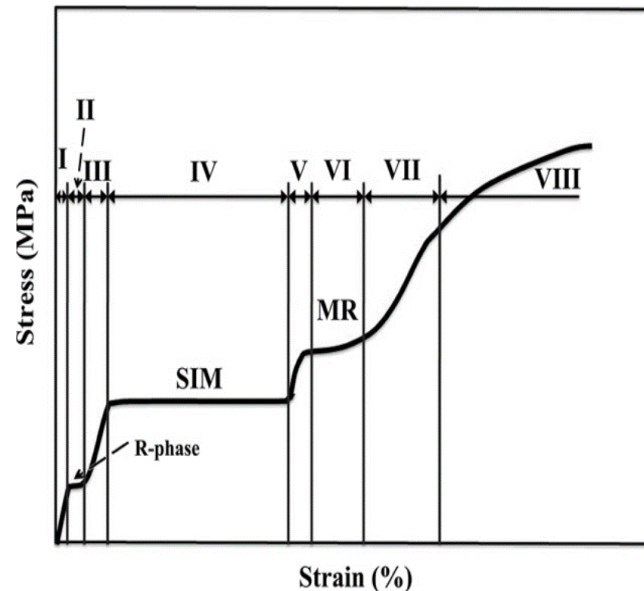
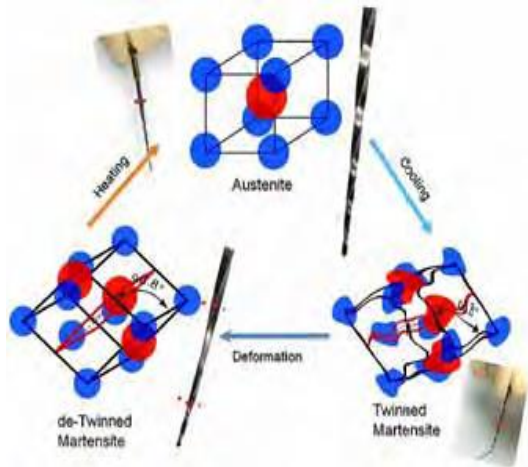


Temperaturas de transformación

se manipulan



Ajuste en la composición química y condiciones de tratamiento térmico

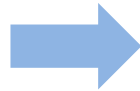


DISCUSIÓN

HYFLEX CM



Fase Martensítica



Deformación con poca fuerza.



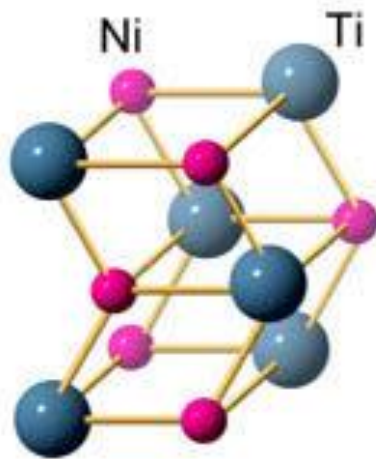
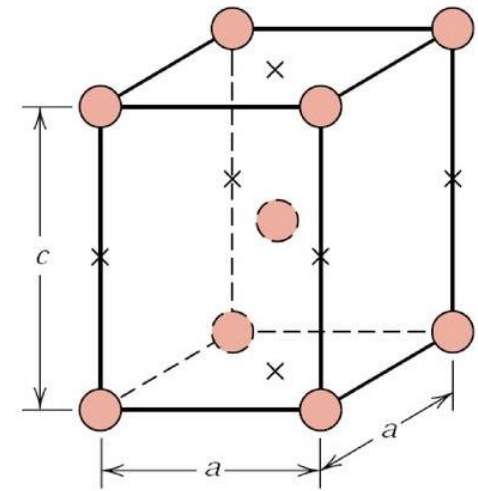
Recuperan su forma



Más flexibles.



↓ Riesgo de fractura por alto estrés



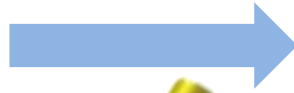
Martensite

DISCUSIÓN

HYFLEX EDM



Fase R más larga



**Temperatura y
estrés**



**Cambian muy poco
sus propiedades**

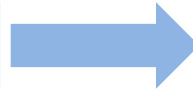


**Memoria de forma y
superelasticidad**



DISCUSIÓN

COMPOSICIÓN QUÍMICA



**NiTi convencional: Ni: 56%
Ti: 44%**



**CM : Ni: 52%
Ti: 46%**

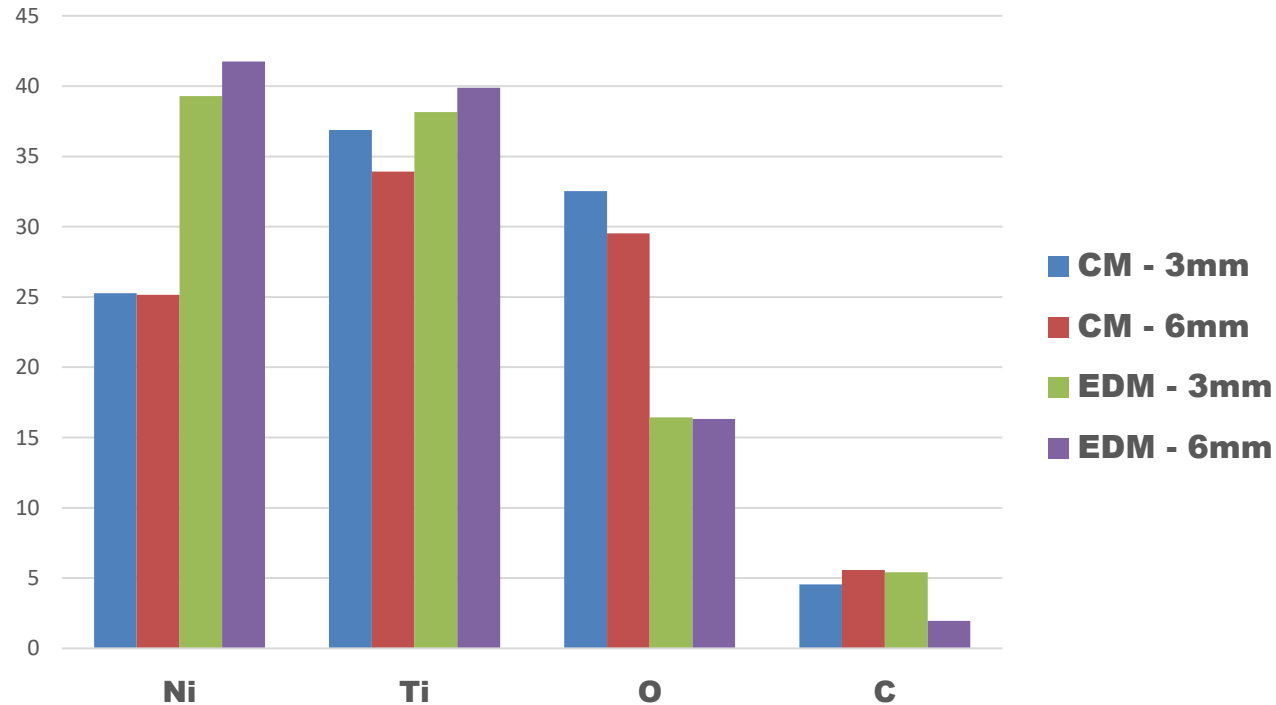
**EDM : Ni: 55%
Ti: 45%**

Iijima et al. (2001): Capa de TiO₂ contiene $> \text{Ti}$ y $< \text{Ni}$, haciéndola permeable al O.

- Iijima M., Endo K., Ohno H., Yonekura Y. and Mizoguchi I. Corrosion Behavior and Surface Structure of Orthodontic Ni-Ti Alloy Wires. Dental Materials Journal. 2001; 20 (1): 103-113.
- Arruda Santos L., de Azevedo Bahia M.G., Barbosa de Las Casas E. and Tadeu Lopes Buono V. Comparison of the Mechanical Behavior between Controlled Memory and Superelastic Nickel-Titanium Files via Finite Element Analysis. J. Endod. 2013; 39: 1444-1447.
- Pirani C., Iacono F., Generali L., Sassatelli P., Nucci C., Lusvarghi L., Gandolfi M. G., Prati C. HyFlex EDM: superficial features, metallurgical analysis and fatigue resistance of innovative electro discharge machined NiTi rotary instruments. International Endodontic Journal. 2016; 49: 483-493.

DISCUSIÓN

Limas nuevas



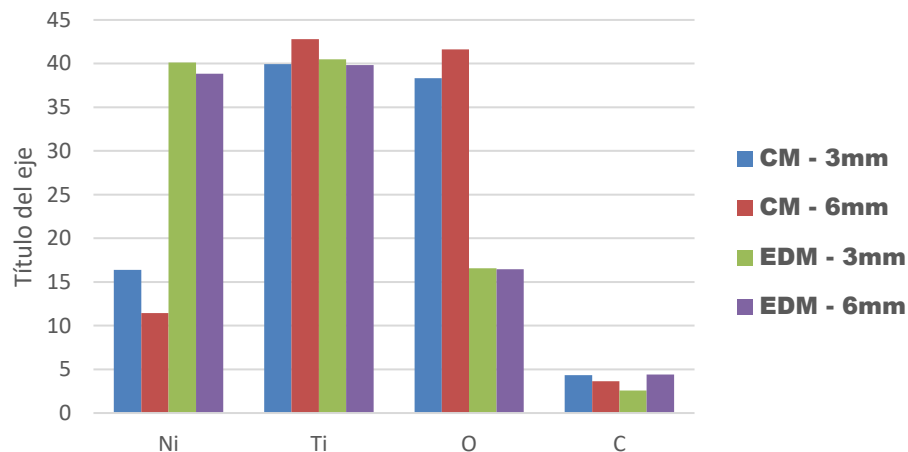
Ni: < CM, afectando la dureza.

Ti: Flexibilidad y resistencia a la corrosión

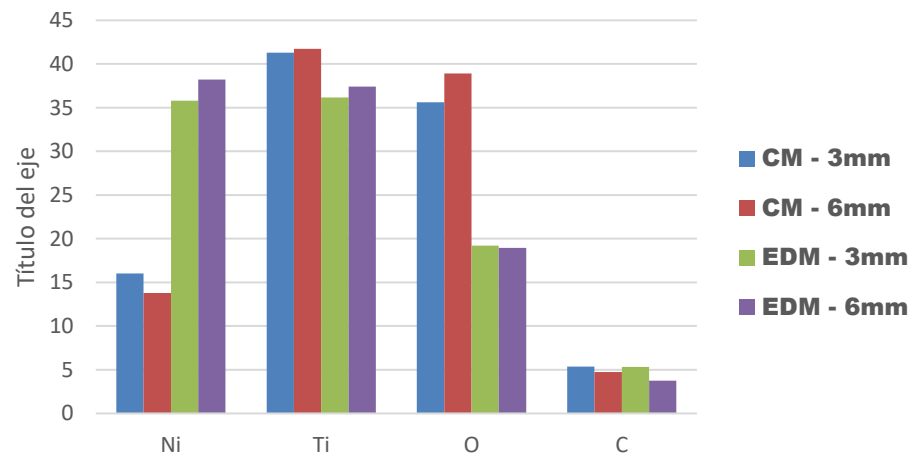
O: > cantidad CM

DISCUSIÓN

Primera preparacion



Segunda preparacion



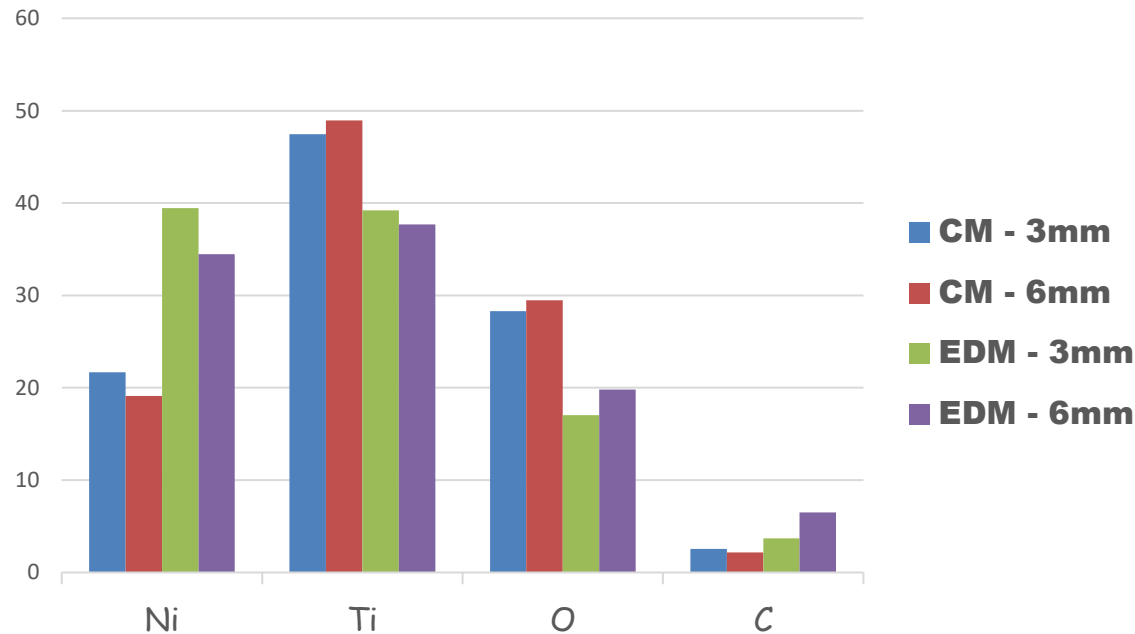
Pedulla et al. (2018): NaOCl y esterilización, las CM presentan $> O$ y $< Ni$ en su superficie.

Mize et al. (1998), Alexandrou et al. (2006) y Valois et al. (2008): Mayores ciclos de esterilización: $> O$ y Ti en la superficie de los instrumentos esterilizados.

- Pedulla E., Benites A., La Rosa G.M., Plotino G., Grande N.M., Rapisarda E. and Generali L. Cyclic Fatigue Resistance of Heat-treated Nickel titanium Instruments after Immersion in Sodium Hypochlorite and/or Sterilization. J Endod. 2018:1-6.
- Mize SB, Clement DJ, Pruett JP, Carnes DL Jr. Effect of sterilization on cyclic fatigue of rotary nickel-titanium endodontic instruments. Journal of Endodontics.1998; 24: 843-837.
- Alexandrou GB, Chrissafis K, Vasiliadis LP, Pavlidou E, Polychroniadis EK SEM observations and differential scanning calorimetric studies of new and sterilized nickel titanium rotary endodontic instruments. Journal of Endodontics. 2006; 32, 675-679.
- Valois CR, Silva LP, Azevedo RB. Multiple autoclave cycles affect the surface of rotary nickel-titanium files: an atomic force microscopy study. Journal of Endodontics. 2008; 34: 859-862.

DISCUSIÓN

Tercera preparacion



**Pereira et al. (2018): Capa de oxido de titanio se va desgastando por la fricción durante la instrumentación del conducto radicular, presentandose > Ni.
< O.**

CONCLUSIONES

- **Las limas HyFlex CM presentan una mayor inestabilidad de los componentes en su superficie especialmente del níquel, mientras que en las EDM se observa una mayor estabilidad de sus componentes en la superficie.**
- **La capa de óxido de titanio se modifica con el reuso de los instrumentos y puede llegar a afectar la dureza, flexibilidad y resistencia clínica especialmente en las Hyflex CM.**
- **La composición de fase diferente, la dureza mejorada y el proceso de fabricación puede afectar el comportamiento mecánico de los instrumentos.**

RECOMENDACIONES

Se recomienda para una futura investigación verificar la estructura de los instrumentos HyFlex CM y EDM antes y después de su uso y poder así relacionarlo con el comportamiento de la capa de óxido y el de las grietas dentro del sustrato de la aleación de NiTi y como esto afecta la fatiga cíclica para estos instrumentos.



GRACIAS