



COLEGIO ODONTOLÓGICO
COLOMBIANO

ANÁLISIS DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE CINCO TIPOS DE ALEACIONES DIFERENTES DE NITINOL

INVESTIGADORES

ASESOR (A) CIENTÍFICO (A)

Dra. Diana Isabel Pacheco.

ASESORA METODOLÓGICA

Dra. Luz Andrea Velandia Palacio.

ESTADÍSTICO (A)

Gerardo Ardila.

Daniela Jaramillo Botero

Ximena Medina Parrado

INTRODUCCIÓN

La primera etapa en un tratamiento de ortodoncia tiene como objetivo alinear y nivelar los dientes para ubicarlos en una posición correcta.

El Níquel Titanio es un material que gracias a su amplio rango de trabajo y a su aplicación de baja fuerza, proporciona al clínico una gran versatilidad de uso.

Los arcos de NiTinol se clasifican en dos tipos principales, super elástico austenítico y martensítico activada por calor.

Según Miura los NiTioles poseen dos propiedades fundamentales que los hace únicas en ortodoncia, memoria de forma y super elasticidad.

Los alambres de ortodoncia de níquel titanio en calibres 0.014 y 0.016 pulgadas son los más utilizados en esta etapa porque ellos liberan fuerzas ligeras y tienen un amplio rango de trabajo elástico y deflexión.

Gravina y cols, (2004) estudiaron las propiedades más relevantes y la aplicación clínica de los alambres de NiTinol que son llamados “superiores” por su efecto de memoria y superelasticidad.

Los NiTinol activados por calor tienen la ventaja de producir menores magnitudes de fuerza que los arcos super elásticos de NiTi del mismo diámetro y deflexión

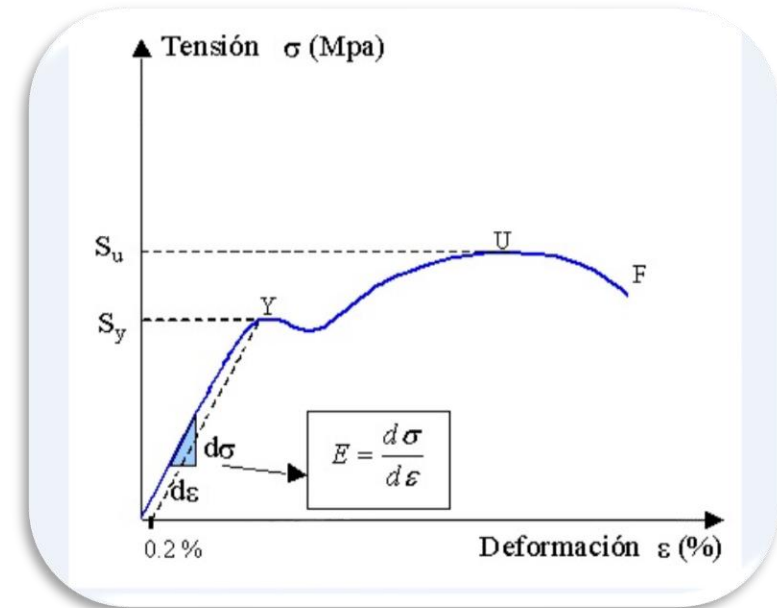
• Phernsang-ngarm P, Charoemratrote C. Tooth and bone changes after initial anterior dental alignment using preformed vs customized nickel titanium archwires in adults: A randomized clinical trial. The Angle Orthodontist. 2018 Mar 22;88(4):425–34.

• Teramoto A. Importancia clínica del punto austenítico final en la selección de las aleaciones de níquel-titanio para su aplicación en arcos utilizados en Ortodoncia. Rev. Odont. Mex. 2016 Sep ; 20(3): 166-173. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2016000300166&lng=es. <https://doi.org/10.1016/j.rodex.2016.08.003>

• Gravina M, Motta A, Almeida M, Quintão C. Fios ortodonticos: propriedades mecânicas relevantes e aplicação clínica. Revista Dental Press de Ortodontia e Ortopedia Facial. 2004 Jan;9:113–28.

Deformación

Es el cambio en el tamaño o forma de un cuerpo debido a tensiones internas producidas por una o más fuerzas aplicadas.



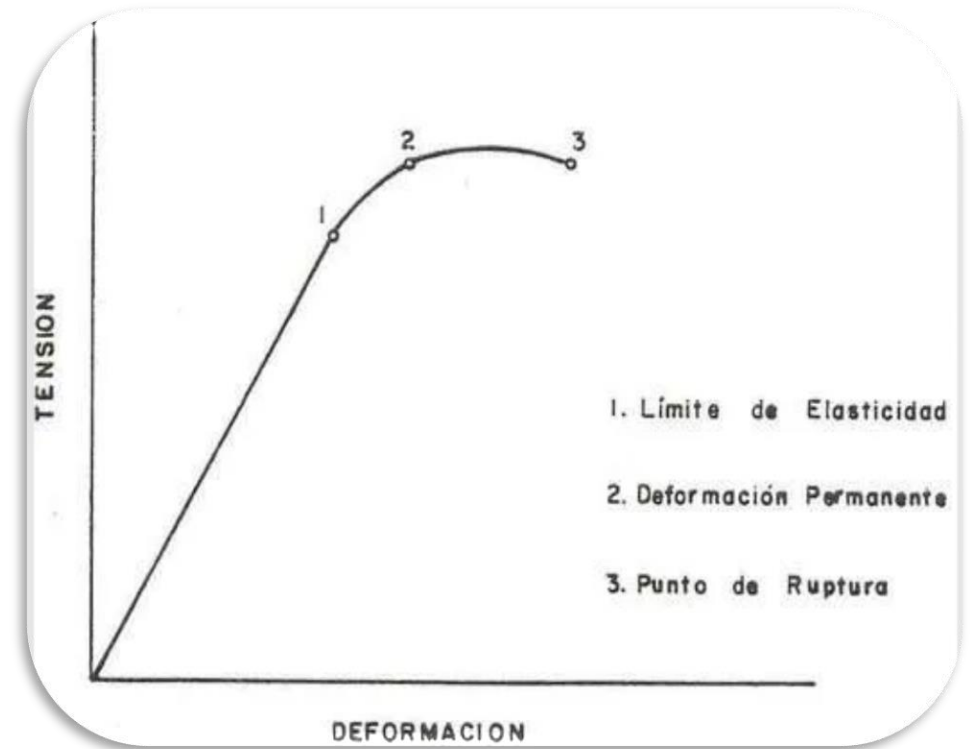
Resistencia tensil

Máxima tensión que puede soportar un material.



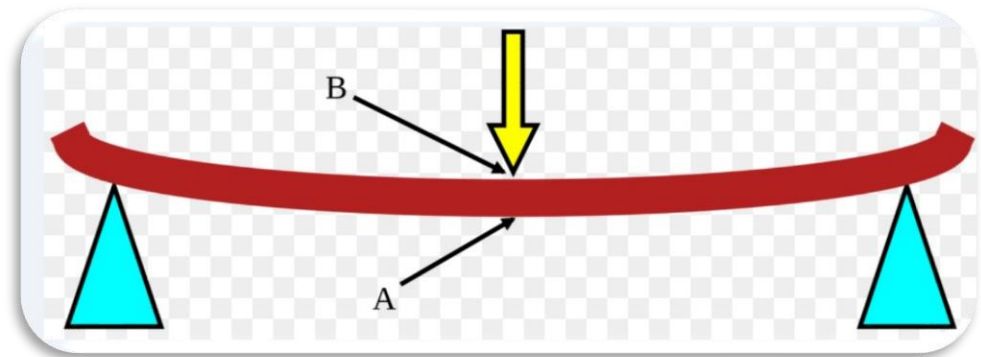
Límite de modulo elástico

Mayor esfuerzo que se puede aplicar a un material sin causar una deformación permanente.



Resistencia a la flexión

Resistencia a la deformación que presenta un elemento estructural alargado a una dirección perpendicular al eje longitudinal.



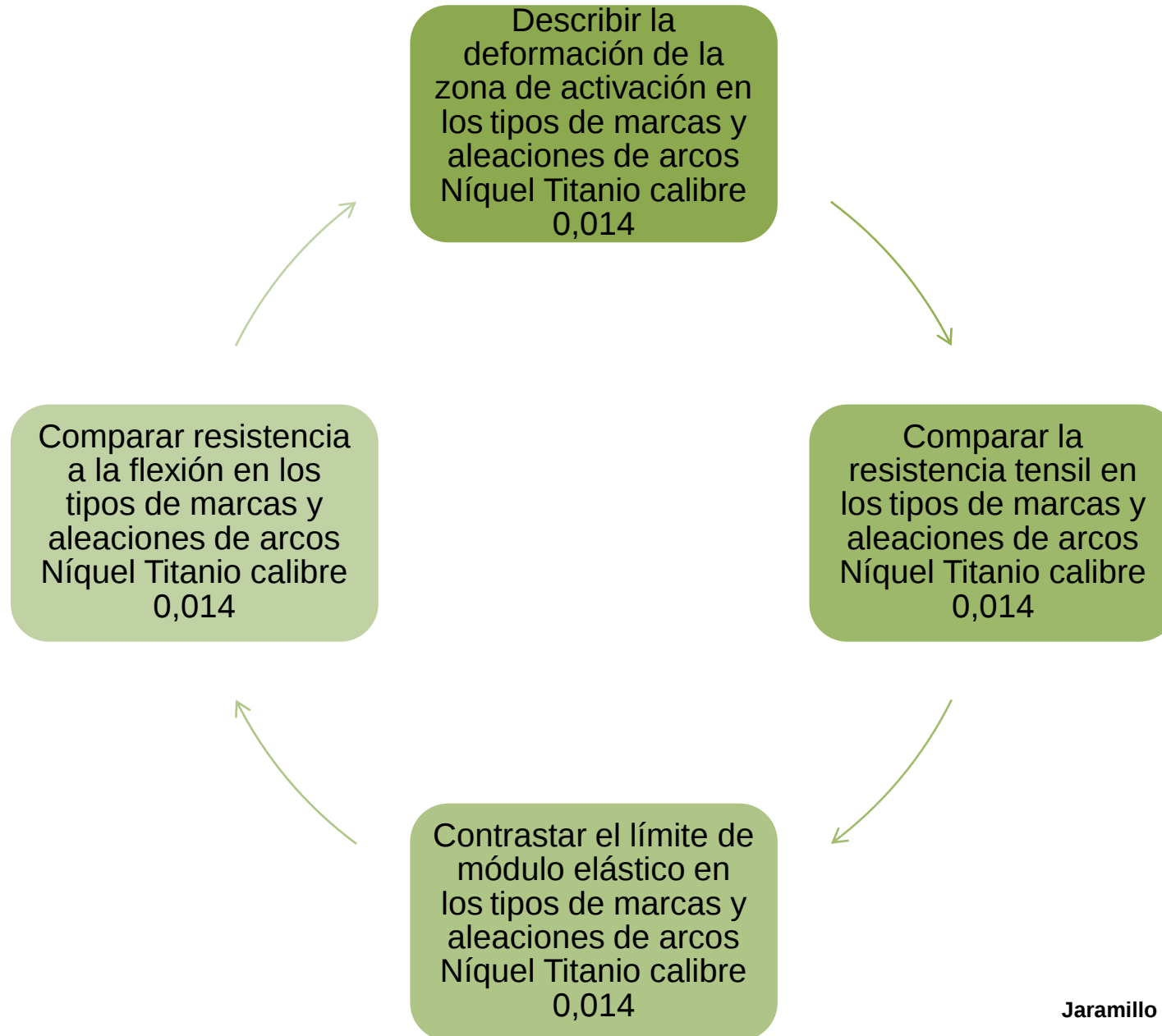
PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Existen diferencias entre las propiedades físicas y mecánicas de cinco tipos de aleaciones diferentes de arcos
Níquel Titanio disponibles en el mercado?

OBJETIVO GENERAL

Comparar las propiedades físicas y mecánicas de cinco aleaciones diferentes de arcos Níquel Titanio calibre 0,014 como son BioStarter (Forestadent), Ni-Ti Wire Series (MEM Dental), Ni-Ti Cuper (Ormco), Ni-Ti Termoactivado (3M), Ni-Ti Superelastic (Meite Dental).

OBJETIVOS ESPECIFICOS



CONSIDERACIONES ÈTICAS

CONSIDERACIONES ÈTICAS

**RESOLUCIÓN
N°008430 DE 1993**

- Investigación sin riesgo por ser estudio in-vitro.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO



Experimental In-vitro

OBJETO DE ESTUDIO



Propiedades físicas y mecánicas de cinco tipos aleaciones diferentes de arcos NiTinol calibre 0,014 BioStarter (Forestadent), Ni-Ti Wire Series (MEM Dental), Ni-Ti Cuper (Ormco Ni-Ti Termoactivado (3M), Ni-Ti Superelastic (Meite Dental).

MUESTRA

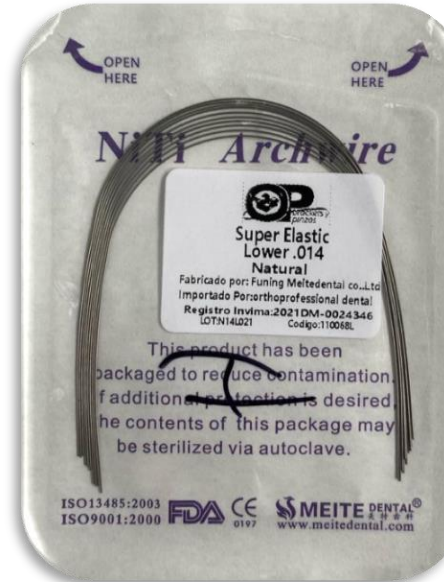
MUESTREO NO PROBABILISTICO POR CONVENIENCIA

- 8 arcos Ni-Ti BioStarter (Forestadent)
- 8 arcos Ni-Ti Wire Serie (MEM Dental)
- 8 arcos Ni-Ti Cuper (Ormco)
- 8 arcos Ni-Ti Termoactivado (3M),
- 8 arcos Ni-Ti Superelastic (Meite Dental).

POBLACIÓN DE ESTUDIO

Arcos ortodóncicos calibre 0,014 de Níquel Titanio de las marcas comerciales:

BioStarter (Forestadent), Ni-Ti Wire Series (MEM Dental), Ni-Ti Cuper (Ormco), Ni-Ti Termoactivado (3M), Ni-Ti Superelastic (Meite Dental).



UNIDAD DE MEDIDA

- Resistencia tensil, resistencia a la flexión y límite de modulo elástico Mpa.
- Deformación %
- Pulgadas 0,014

INSTRUMENTO DE MEDICIÓN

- Maquina universal de ensayos mecánicos marca Shimadzu, modelo: AG-IS 5KN
- Equipo estereomicroscopio marca: NIKON, modelo: SMZ800

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Arcos Ni-Ti calibre 0.014.
- Paquetes sellados de fabrica del mismo lote.
- Arcos adquiridos del mismo proveedor.
- Arcos con registro Invima.
- Arcos que vengan de proveedores reconocidos.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de inclusión

- Arcos NiTi BioStarter de la casa Forestadent.
- Arcos NiTi Wire serie de la casa comercial MEM Dental.
- Arcos NiTi Cooper de la casa comercial ORMCO.
- Arcos NiTi Termo activado de la casa comercial 3M.
- Arcos NiTi Super Elastic de la casa comercial Meite Dental.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Criterios de exclusión

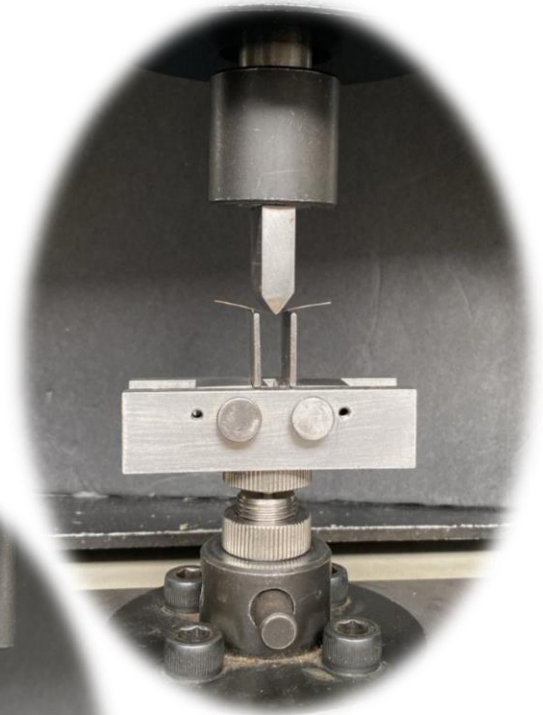
- Arcos que tengan deformación previa sin ser utilizados
- Arcos en los que su fecha de caducidad se encuentra próxima a culminar
- Arcos que presenten alteraciones físicas observables

PROCEDIMIENTO

Para el ensayo de tensión, se mantuvo una velocidad constante de 1.5 mm/min, con una "longitud calibrada" de 20 mm (considerando una longitud adicional de al menos 20 mm en cada extremo para la sujeción del alambre en las mordazas, totalizando 60 mm).

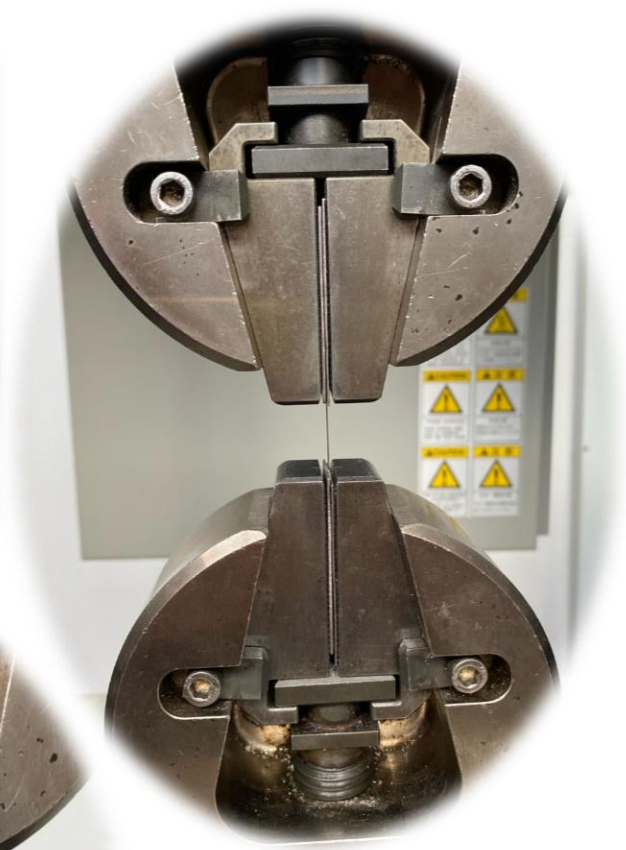
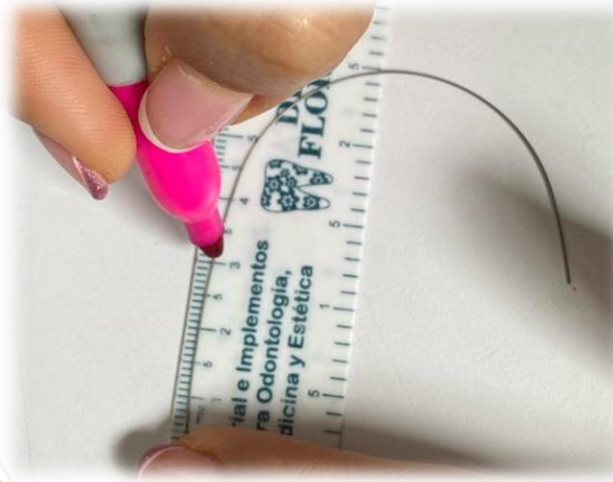


UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



PROCEDIMIENTO

En cuanto al ensayo de flexión, se implementó una velocidad de 7.5 mm/min y la distancia entre soportes se ajustó a 14 mm (54 mm en total, sumando la distancia entre soportes y las longitudes adicionales en los extremos).

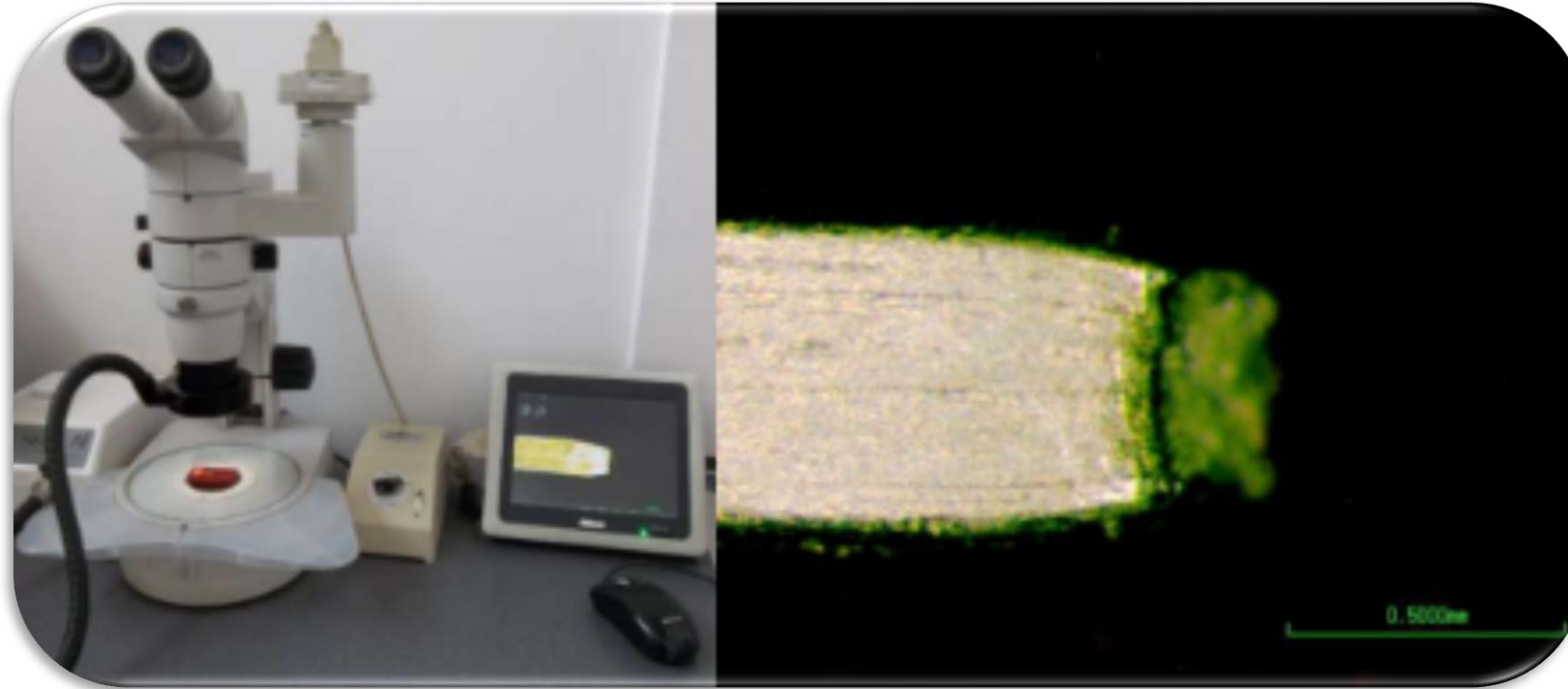




**Maquina universal de ensayos
mecánicos marca Shimadzu,
modelo: AG-IS 5KN**



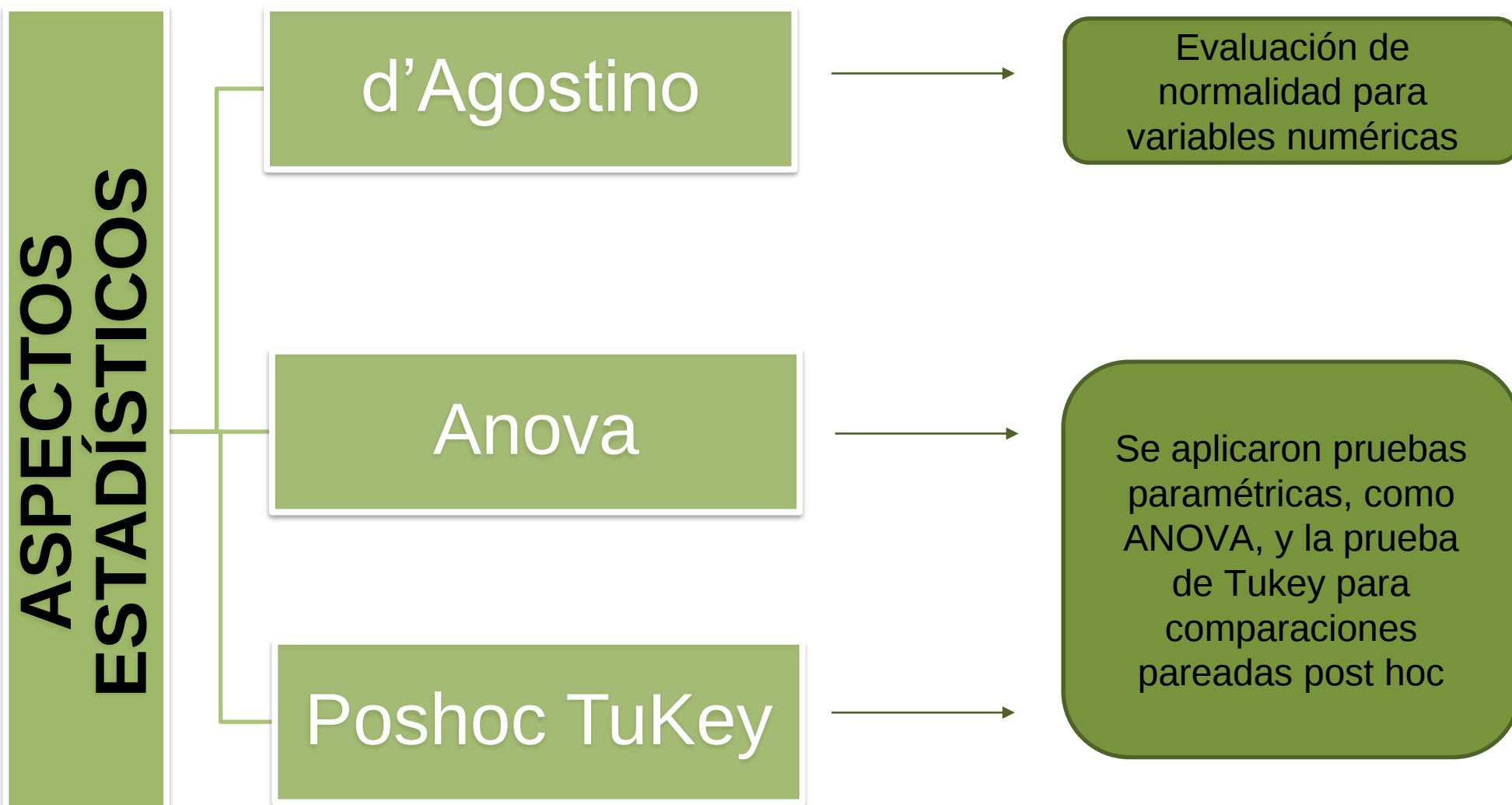
Con este equipo se puede obtener la resistencia tensil, límite de modulo elástico, resistencia a flexión y deformaciones del material.



**Equipo estereomicroscopio
marca: NIKON, modelo: SMZ800**

Para observar la zona de la
deformación

PRUEBAS ESTADÍSTICAS



La confiabilidad del estudio se estableció con un nivel del 95%, una potencia del 80%, y un efecto de error del 0,97188947

RESULTADOS

GRUPO	TIPO DE ALEACION	DISTRIBUIDOR	GAMA
MEM (Mem dental)	NiTi Termo (cobre niquel titanio)	Ixion	Baja 7.500/ud
OR (Ormco)	Cooper NiTi 35°	Damon	Alta 21.000/ud
MD (Meite Dental)	NiTi Natural Superelastic	China	Baja 5.000/pq
FOR (Forestadent)	N/A	Forestadent	Alta 19.000/ud
3M	NiTi termo activado	3M	Media 11.000/ud

d'Agostino y ANOVA

	GRUPO	n	Mean	Standard Error	Median	Maximum	Minimum	IQR	d'Agostino-Pearson p-value	ANOVA: Single Factor p-value
RESISTENCIA TENSIL (F/mm2=Mpa)	(Forestadent)	8	1224,94	10,80	1224,90	1271,95	1188,90	47,28	0,595	0,000
	(Ormco)	8	1300,16	8,16	1303,04	1337,96	1264,12	24,64	0,979	
	(MEM)	8	1110,98	3,62	1111,77	1125,20	1089,28	5,60	0,042	
	(Meite Dental)	8	1312,13	19,12	1313,55	1380,63	1210,39	53,00	0,443	
	(3M)	8	1184,86	7,03	1182,15	1220,22	1152,68	13,23	0,607	
RESISTENCIA A LA FLEXION (F/mm2=Mpa)	(Forestadent)	8	541,89	6,90	541,92	567,63	517,83	34,37	0,276	0,000
	(Ormco)	8	568,19	6,55	562,51	591,51	546,91	31,83	0,202	
	(MEM)	8	553,88	6,35	557,91	576,59	530,70	30,91	0,295	
	(Meite Dental)	8	833,91	7,61	832,64	862,53	805,82	30,59	0,432	
	(3M)	8	710,11	8,88	700,75	754,48	687,54	37,25	0,483	
LIMITE DE MODULO ELASTICO (N/mm2=Mpa)	(Forestadent)	8	15667,83	768,52	15724,20	18676,10	12559,50	3540,05	0,559	0,000
	(Ormco)	8	22976,76	1571,90	21405,20	29129,80	18336,90	8060,00	0,218	
	(MEM)	8	25101,04	1125,53	25074,60	31232,30	20955,70	2914,88	0,384	
	(Meite Dental)	8	29115,85	2154,16	31084,20	36593,00	19549,40	8223,30	0,577	
	(3M)	8	25086,55	1236,71	24253,65	30889,10	21491,40	4940,45	0,580	

d'Agostino y ANOVA

	GRUPO	n	Mean	Standard Error	Median	Maximum	Minimum	IQR	d'Agostino-Pearson p-value	ANOVA: Single Factor p-value
DEFORMACION A TENSION (%)	(Forestadent)	8	23,29	0,80	23,50	26,47	20,29	2,58	0,837	0,953
	(Ormco)	8	23,03	0,48	23,45	24,45	20,49	1,71	0,372	
	(MEM)	8	23,48	0,36	23,74	24,95	21,49	0,78	0,220	
	(Meite Dental)	8	22,90	0,73	23,43	25,19	18,42	1,17	0,013	
	(3M)	8	22,95	0,55	23,50	24,60	20,79	2,85	0,206	
DEFORMACION A FLEXION (%)	(Forestadent)	8	5,44	0,20	5,39	6,23	4,64	0,95	0,527	0,968
	(Ormco)	8	5,56	0,19	5,71	6,17	4,65	0,58	0,535	
	(MEM)	8	5,49	0,16	5,58	6,05	4,65	0,57	0,532	
	(Meite Dental)	8	5,46	0,19	5,41	6,40	4,65	0,57	0,797	
	(3M)	8	5,60	0,15	5,55	6,12	4,93	0,50	0,845	

group 1	group 2	RESISTENCIA TENSIL (F/mm2=Mpa)		RESISTENCIA FLEXION (F/mm2=Mpa)		LIMITE DE MODULO ELASTICO A TENSION (N/mm2=Mpa)		DEFORMACION A TENSION (%)		DEFORMACION A FLEXION (%)	
		mean	p-value	mean	p-value	mean	p-value	mean	p-value	mean	p-value
(Forestadent)	(Ormco)	75,22	0,000	26,30	0,104	7308,94	0,009	0,26	0,998	0,26	0,998
(Forestadent)	(MEM)	113,96	0,000	11,99	0,774	9433,21	0,000	0,19	0,999	0,19	0,999
(Forestadent)	(Meite Dental)	87,19	0,000	292,02	0,000	13448,03	0,000	0,39	0,991	0,39	0,991
(Forestadent)	(3M)	40,08	0,100	168,23	0,000	9418,73	0,000	0,34	0,994	0,34	0,994
(Ormco)	(MEM)	189,18	0,000	14,31	0,642	2124,28	0,837	0,45	0,984	0,45	0,984
(Ormco)	(Meite Dental)	11,97	0,939	265,73	0,000	6139,09	0,038	0,13	1,000	0,13	1,000
(Ormco)	(3M)	115,30	0,000	141,93	0,000	2109,79	0,840	0,08	1,000	0,08	1,000
(MEM)	(Meite Dental)	201,15	0,000	280,03	0,000	4014,81	0,307	0,58	0,960	0,58	0,960
(MEM)	(3M)	73,87	0,000	156,24	0,000	14,49	1,000	0,53	0,970	0,53	0,970
(Meite Dental)	(3M)	127,27	0,000	123,80	0,000	4029,30	0,303	0,05	1,000	0,05	1,000

DISCUSIÓN

Yu JM
(2021)

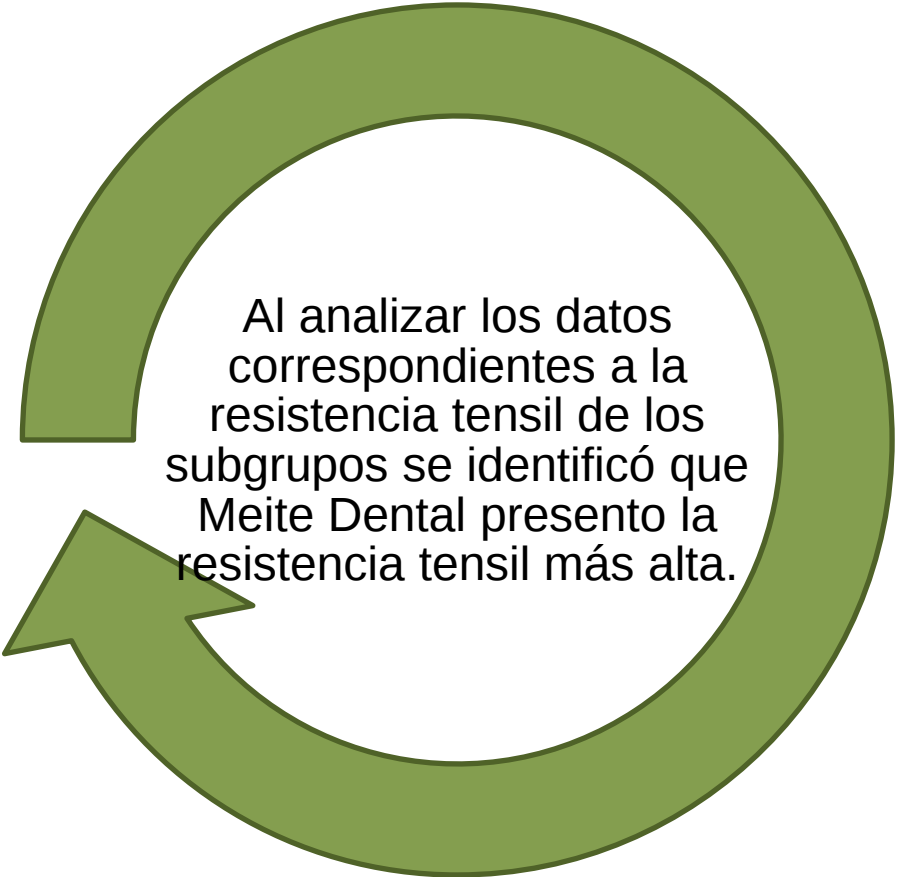
- Explica que conocer las aleaciones y sus propiedades es fundamental para comprender como los arcos de ortodoncia se comportan en el ámbito clínico.

El
presente
estudio

- Tuvo como propósito comparar las propiedades mecánicas y físicas de cinco tipos de variedades de NiTinol.



Sarul 2013 observo que la aleación de NiTi natural presenta menor flexibilidad al ser comparada con NiTi termo, NiTi cooper y NiTi termoactivado.



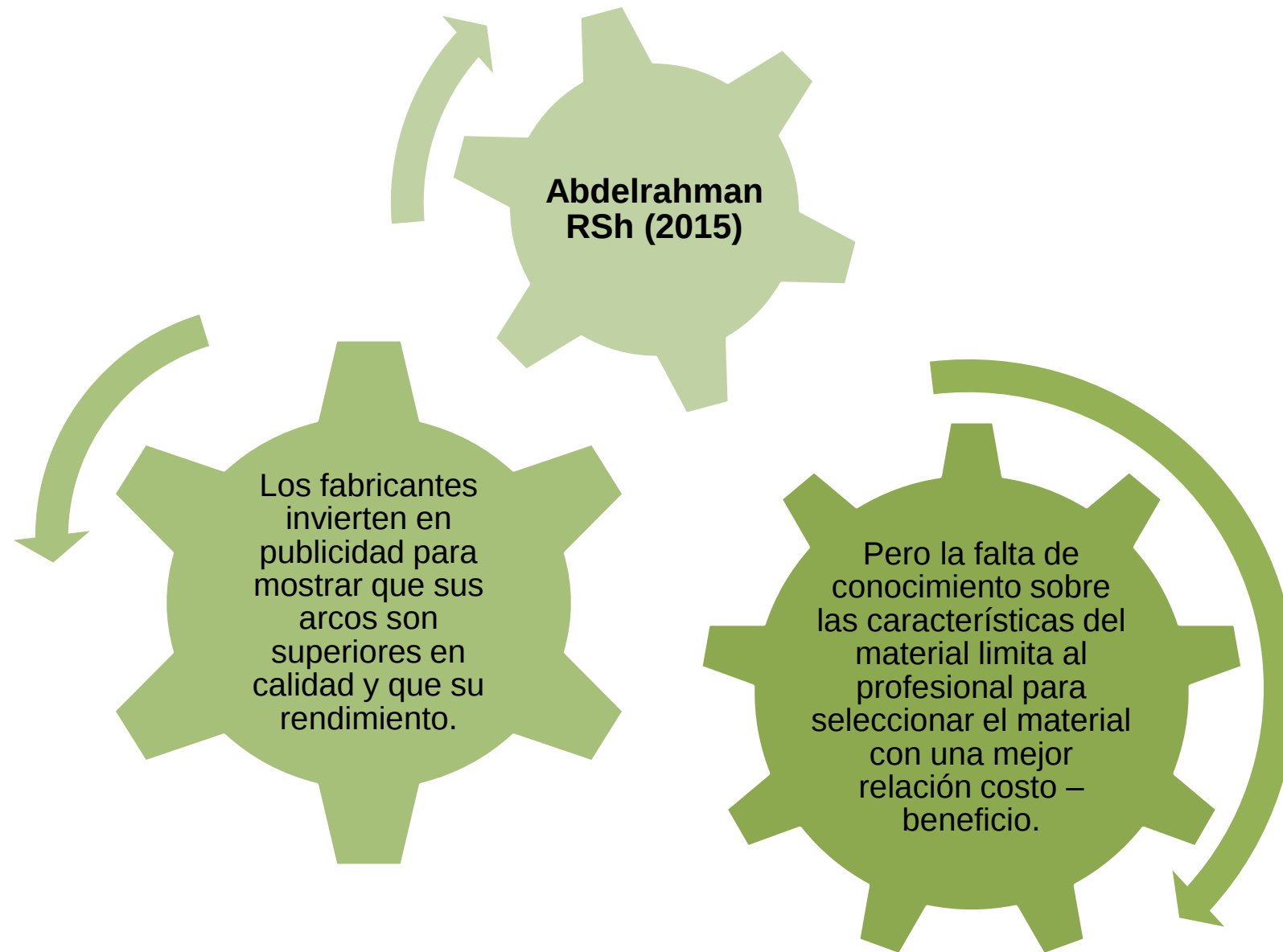
Al analizar los datos correspondientes a la resistencia tensil de los subgrupos se identificó que Meite Dental presento la resistencia tensil más alta.



En el presente estudio se observó un límite de módulo elástico con un mayor valor promedio para Meite Dental y un menor valor promedio correspondiente a Forestadent.

Muraviev en 2001 tuvo un valor de módulo de elasticidad similar, que no contradice los valores conocidos de E para las diferentes aleaciones de NiTi.





CONCLUSIONES

Tras analizar los cinco tipos de aleaciones de NiTinol, se observó una variabilidad significativa en sus propiedades físicas y mecánicas. Esto sugiere que la composición química y los procesos de fabricación pueden influir en gran medida en el comportamiento final del material.

CONCLUSIONES

Este trabajo establece una base sólida para futuras investigaciones y para la práctica clínica de los ortodoncistas, facilitando así la realización efectiva de tratamientos ortodónticos.

CONCLUSIONES

Se recomienda siempre utilizar aleaciones de casas comerciales que tengan representación ya que de una u otra forma garantiza que los materiales tengan un grado de calidad relacionado que permita que los arcos cumplan con las propiedades biomecánicas que se requieren en cada una de las etapas del tratamiento de ortodoncia correctivo.

RECOMENDACIONES



Se sugieren agrupar las aleaciones de acuerdo con su composición para evaluar mejor sus resultados.



Se recomienda estudios de las propiedades físicas de los materiales termo activados controlando las temperaturas de los alambres. Así como las distintas variantes que las marcas nos ofrecen, para poder hacer una revisión completa de todas las características físicas y mecánicas que ellos presentan.



Adicionalmente se sugiere evaluar las características de superficie de los alambres, considerando que Forestadent afirma ser de calidad superior por darle un tratamiento de superficie especial a sus alambres.

BIBLIOGRAFÍA

- Lopez R O, Ortega R, Pacheco D, Soler J, Pantoja F, Naranjo F. Biomechanical behavior of the dentoalveolar unit (UDA) of a central incisor under an orthodontic treatment, using wires of NiTi and NiTiCu: 3D simulation using finite elements. *Bistua Rev La Fac Ciencias Basicas*. 2019;17(3):22.
- Brantley WA. Evolution, clinical applications, and prospects of nickel-titanium alloys for orthodontic purposes. *J World Fed Orthod*. 2020 Oct;9(3S):S19–26.
- Reddy RK, Katari PK, Bypureddy TT, Anumolu VNSH, Kartheek Y, Sairam NRV. Forces in initial archwires during leveling and aligning: An in-vitro study. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2016;6(5):410–6.
- Gravina M, Motta A, Almeida M, Quintão C. Fios ortodonticos: propriedades mecânicas relevantes e aplicação clínica. *Rev Dent Press Ortod e Ortop Facial*. 2004 Jan 1;9:113–28.
- Santoro M, Nicolay OF, Cangialosi TJ. Pseudoelasticity and thermoelasticity of nickel-titanium alloys: A clinically oriented review. Part I: Temperature transitional ranges. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2001;119(6):587–93.
- D Nagarajan, Balashanmugam Baskaranarayanan, K Usha, M S Jayanthi MV. Comparison and ranking of superelasticity of different austenite active nickel-titanium orthodontic archwires using mechanical tensile testing and correlating with its electrical resistivity. *J Pharm Bioallied Sci [Internet]*. 2016; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27829751/>
- Sarul M, Kowala B, Antoszewska J. Comparison of elastic properties of nickel-titanium orthodontic archwires. *Adv Clin Exp Med*. 2013 Mar-Apr;22(2):253-60. PMID: 23709382.
- Kohl RW. Metallurgy In Orthodontics. *Angle Orthod [Internet]*. 1964 Jan 1;34(1):37–52. Available from: [https://doi.org/10.1043/0003-3219\(1964\)034%3C0037:MIO%3E2.0.CO](https://doi.org/10.1043/0003-3219(1964)034%3C0037:MIO%3E2.0.CO)
- Hernández GS, Espínola GS, Gayosso CÁ, Furuki HK. Estudio comparativo de resistencia a la fatiga de arcos de níquel-titanio de tres marcas. *Rev Mex Ortod*. 2014;2(4):253–6.
- Bavikati VN, Singaraju GS, Mandava P, Killamsetty SS, Nettam V, Karnati PKR. Evaluation of mechanical and physical properties of clinically used and recycled superelastic NiTi wires. Vol. 10, *Journal of Clinical and Diagnostic Research*. 2016. p. ZC35–40.
- Teramoto A. the Story of Superelasticity. *Densply Sirona*. 2010;
- Torres VR, Vela MM. Propiedades mecánicas de tres marcas de arcos ortodóncicos. 2010;13(1):23–7.
- Arango-santander S, Ramírez-vega C. Titanio : aspectos del material para uso en ortodoncia. 2016;
- Marco Abdo Gravina, Ione Helena Vieira Portella Brunharo, Cristiane Canavarro, Carlos Nelson Elias CCAQ. Mechanical properties of NiTi and CuNiTi shape-memory wires used in orthodontic treatment. Part 1: stress-strain tests. *Dent Press J Orthod [Internet]*. 2013; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24262415/>
- Price R. From the past to the present. *Radiography*. 2009;15(4):275.
- Yu JM, Kang SY, Lee JS, Jeong HS, Lee SY. Mechanical Properties of Dental Alloys According to Manufacturing Process. *Materials (Basel)*. 2021 Jun 17;14(12):3367. doi: 10.3390/ma14123367. PMID: 34204569; PMCID: PMC8235053.
- Abdelrahman RSh, Al-Nimri KS, Al Maaitah EF. A clinical comparison of three aligning archwires in terms of alignment efficiency: A prospective clinical trial. *Angle Orthod*. 2015 May;85(3):434-9. doi: 10.2319/041414-274.1. Epub 2014 Aug 4. PMID: 25090135; PMCID: PMC8612438

GRACIAS