



## ARTÍCULO ORIGINAL

ISSN: 1315 2823

## Comparación de alambres níquel-titanio de diferentes casas comerciales usados para tratamiento de ortodoncia

### Comparison of nickel-titanium wire from different trademarks used for orthodontics treatment

González Gilberto<sup>1</sup>, Ferrer Bladimir<sup>2,3</sup>, Terán Ariadna<sup>3</sup>, Castejón Olivar<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigación y Análisis Docente Asistencial del Núcleo Aragua (CIADANA) <sup>2</sup> Postgrado Ortopedia Dentofacial y Ortodoncia, Facultad de Odontología, Universidad de Carabobo

<sup>3</sup> Universidad Rómulo Gallegos, Área de Odontología.

ggonzal@uc.edu.ve

Recibido: 21/09/2015

Aceptado: 29/11/2015

#### Resumen

Las aleaciones de Níquel-titanio tienen múltiples aplicaciones como biomaterial, uno de ellos es en el tratamiento de ortodoncia. En este tipo de aplicación se usan alambres o arcos donde se aprovecha las características de memoria de forma y dureza. La elección de un arco de alta calidad incide sobre el resultado final del tratamiento. El objetivo del presente estudio fue comparar las características morfológicas y químicas de alambres de Níquel-Titanio usados en tratamientos de ortodoncia, de las casas comerciales: DentSply GAC, Astar Orthodontics, Ortho Organizers, Thermaloy RMO y Morelli Ortodontia. Los arcos Morelli Ortodontia presentaron la mejor calidad topográfica, seguidos de la marca DentSply GAC, Astar y Ortho Organizers, mientras que Thermaloy RMO presentó la máxima cantidad de irregularidades morfológicas. En cuanto a las características químicas se encontró a través de una comparación con los valores teóricos que para todos las marcas hay un exceso de Níquel entre 2,42 y 12,82%, para el Titanio algunas marcas evidenciaron carencia de hasta 6,39% y otras ligeros excesos de hasta 3,63%. Este control de calidad realizado sobre los alambres mencionados ayuda a determinar las propiedades de bio-funcionalidad y bio-compatibilidad de arcos.

**Palabras clave:** biomateriales, aleaciones, ortodoncia.

#### Summary

The nickel-titanium alloys have many applications as biomaterial, one of them is in orthodontic treatment. In this type of application where the wires or archwire are used takes shape memory and hardness advantage characteristic. Choosing a high quality archwire affects the outcome of treatment. The aim of this study was to compare the morphological and chemical properties of nickel-titanium wires used in orthodontic treatment of trademark: DENTSPLY GAC, Astar Orthodontics, Ortho Organizers, and Morelli Ortodontia Thermaloy RMO. Ortodontia Morelli archwires show the best topography quality,



followed by the trademark Dentsply GAC, Astar and Ortho Organizers, while Thermaloy RMO presented maximum morphological irregularities. Regarding the chemical characteristics found through a comparison with the theoretical values for all the trademarks that there is an excess of nickel between 2.42% and 12.82%, for Titanium some trademarks showed deficiency to 6.39% and other slight excesses of up 3.63%. This quality control carried out on the wires mentioned, helps to determine the properties of bio-functionality and biocompatibility of the archwires.

**Key words:** biomaterials, alloys, orthodontics.

## Introducción

La investigación tecno-científica ha permitido la incorporación de una amplia variedad de materiales que se pueden emplear en el ámbito de la salud. Tal es el caso de la aparatología usada en los tratamientos de ortodoncia, que no son más que aleaciones de metales aprovechados para fabricar alambres y brackets, con la finalidad de corrección de mal-oclusiones. En particular los alambres para ortodoncia poseen varias configuraciones en formas de arcos, por lo que deben ser sometidos a múltiples procedimientos con el objetivo de aplicar fuerzas para la movilización dental<sup>1</sup>. Las aleaciones que ofrecen las propiedades más adecuadas en muchas etapas del tratamiento de ortodoncia son las que contienen Níquel (Ni) entre 54-55%, Titanio (Ti) entre 43-44% y Cobalto entre 1,6-3%<sup>2</sup>, debido a que su superelasticidad transformacional le permite aplicar tensiones moderadas al diente<sup>3</sup>. El Ni-Ti es la aleación más importante usada en aplicaciones biomédicas ya que combina las características del efecto de memoria de forma y una excelente resistencia a la corrosión, confiriéndole propiedades mecánicas y excelente biocompatibilidad.<sup>4,5</sup>

Estudios han evidenciado que las propiedades de las aleaciones Ni-Ti pueden verse alteradas al aumentar la cantidad de deflexiones del alambre, por el calibre del mismo y por la calidad del alambre según la marca comercial<sup>6</sup>. Además que para la selección óptima de estos alambres se requiere el conocimiento de las propiedades mecánicas básicas, las cuales no son reveladas por sus fabricantes.<sup>7</sup>

El níquel induce a un tipo de hipersensibilidad tipo IV y esta reacción puede actuar como un agente carcinógeno y mutágeno<sup>8</sup>. También se ha demostrado que los arcos de Ni-Ti pueden causar irritación tisular en algunos pacientes. Diferentes investigadores sugieren que la exposición prolongada de níquel afecta los monocitos humanos y las células de la mucosa oral.<sup>9-11</sup>

La rugosidad de arcos Ni-Ti se atribuye al proceso de fabricación de cada casa comercial, lo cual compromete la capacidad de movimiento del diente debido al roce entre el alambre y los brackets<sup>12-16</sup>. En investigaciones anteriores sobre una misma casa comercial se encontró valores de rugosidad muy distintos entre los mismos. Por lo que se presume que el proceso de producción de los arcos ortodóncicos usados en dicho estudio carece de la calidad en un principio esperada<sup>17</sup>. No todas las marcas comerciales mantienen la misma característica superficial uniforme, unas tienen superficies marcadas por picos y valles que definen diferentes tipos de rugosidad.<sup>18</sup>

El objetivo de este trabajo fue comparar la morfología y la composición química de alambres Ni-Ti empleado como biomaterial en tratamientos de ortodoncia, de diferentes casas comerciales.

## Materiales y métodos

Para la obtención de la población se realizó una consulta estandarizada a 15 especialistas en ortodoncia con la pregunta ¿Cuáles son las

marcas comerciales de alambres de Ni-Ti que usted frecuentemente usa? Resultando favorecidas: DentSply GAC (**M1**), Thermalloy de Rocky Mountain Orthodontics (RMO) (**M2**), Ortho Organizers (**M3**), Astar Orthodontics (**M4**) y Morelli Ortodontia (**M5**); la muestra estuvo comprendida por cinco arcos de cada paquete por casa comercial, el cual contiene 10 arcos cada uno, para un total 25 arcos de Ni-Ti 0,12”.

A cada arco se le realizaron tres cortes: uno frontal y dos laterales. Con cinta adhesiva doble cara de carbono se fijaron los cortes sobre los porta muestras. Se emplearon microscopios electrónicos Hitachi-S2300 en modo de electrones secundarios y Hitachi-S2400 en modo EDX.

Se registraron imágenes y se cuantificó el número de imperfecciones (poros, rayas, granos) encontradas en cada campo visual con magnificaciones de X300 y X800. El número máximo de imperfecciones se presenta como la suma de la cantidad de poros, rayas y granos evidenciado en un campo visual.

## Resultados

Para la marca DentSply GAC (**M1**) se visualizaron campos visuales sin rayas mientras que otros con máximo dos rayas, para un promedio de 0,733 rayas. Respecto a los poros se encontró entre cero y tres, en promedio 1,467 poros. En cuanto a los granos se pueden observar que en los diferentes sectores estudiados se consiguen entre uno y tres, con un promedio de 1,333 granos.

Para Astar Orthodontics (**M2**) se halló entre siete y diez rayas por cada campo visual estudiado, con un promedio de 8,267 rayas, la cantidad de poros se ubicó con valores máximos y mínimos entre cinco y seis, en promedio 5,533 poros y en

cuanto a los granos se evidenció entre uno y tres granos con un promedio de 1,267.

En la casa comercial Ortho Organizers (**M3**) se encontraron arcos con zonas sin rayas, mientras que hay otras que llegan un máximo de 4 rayas, con un promedio de 1,6 rayas. Mientras que la cantidad de poros se ubicó entre cero y veintitrés, con un promedio de 12,067 poros. En el análisis de los granos para esta casa comercial se evidenció que en los diferentes sectores estudiados hay entre dos y tres granos, con un promedio de 2,467.

En el caso de la marca Thermalloy RMO (**M4**) se observó entre nueve y dieciocho rayas, con un promedio de 13,533 Poros entre dieciocho y cuarentaiuno, con un promedio de 25,6. Los granos entre uno y cuatro con un promedio de 1,667.

Por último, en la observación realizada a los arcos de la marca Morelli Ortodontia (**M5**) se evidenciaron zonas sin rayas, mientras que otros con un máximo de una raya, esto hace que esta marca tenga un promedio de 0,20 rayas por campo visual estudiado. En cuanto a los poros se encontró entre cero y cinco, con un promedio de 1,2. Para el caso de los granos entre cero y cinco, con un promedio de 2,333 granos.

Las marcas (**M1**) y (**M2**) mostraron el mayor número de imperfecciones en los cortes frontales, mientras que las (**M3**), (**M4**) y (**M5**) en los cortes laterales.

Tabla 1. Promedio de imperfecciones

MARCA	PROMEDIO		
	Nº RAYAS	Nº HUECOS	Nº GRANOS
M1	0,733	1,467	1,333
M2	8,267	5,533	1,267
M3	1,600	12,067	2,467
M4	13,533	25,600	1,667
M5	0,200	1,000	2,333

## Discusión

Considerando el aporte de Ramos V y cols<sup>7</sup>, quienes expresaron que los fabricantes no aportan información acerca de las propiedades mecánicas de los alambres. Referidas estas propiedades entre otros a la rugosidad y la porosidad, se evidencio que en ningún empaque de los productos estudiados en esta investigación se encuentra prospecto de las características mecánicas de los mismos.

Como se puede observar en la tabla 1 existe variabilidad entre las marcas estudiadas, tal como lo expresado por Senosiain y Briceño<sup>17,18</sup> que considerando que existen en el mercado una diversidad de marcas comerciales, lo que conlleva a una posible cantidad de métodos de fabricación, trayendo como consecuencia productos de baja o de alta calidad. Se considera la suma de dichas imperfecciones pueden aportar una medida de la calidad del alambre.<sup>6</sup>

Más allá de variación de imperfecciones sobre la superficie de las diferentes marcas se puede comprobar que para una misma marca existen diferencias en los alambres que se encuentran contenidos en un mismo paquete, los cuales pertenecen a un mismo lote, por ejemplo está el caso de la marca (M3) en la que se existe un mínimo de cero huecos y un máximo de veintitrés. Así también, se observó el caso de huecos para la marca (M4) con un mínimo de dieciocho y máximo cuarentaiún huecos. Esta situación fue contemplada por Senosiain A.<sup>18</sup>, cuando enuncia que “en la evaluación de una misma casa comercial encontraron valores de rugosidad muy distintos entre los mismos. Por lo que se presume que el proceso de producción de los arcos ortodóncicos usados en ese estudio carece de la calidad en un principio esperada”. Además, que la rugosidad no depende del sector del alambre seleccionada.

En resumen, la fase final de producción es determinante ya que la rugosidad puede influir

sobre la fricción y el movimiento de los dientes. Idea que es apoyada por Matasa CG.<sup>19</sup>, quien afirma que las superficies rugosas resultan en una distribución inapropiada de fuerzas.

En términos generales la imperfección que mayor aparición tiene es el número de huecos. Y con mayor promedio en la marca (M4) con 25,6 huecos. La existencia de estos huecos tiene repercusión en cuanto a la calidad del alambre<sup>6</sup>, tal como Palazón C<sup>20</sup> asegura que los poros y micro-poros generan degradación en los alambres. Estas degradaciones se pueden dar ya que los huecos o poros sirven como cavidades donde se puedan alojar microorganismos.

Por otro lado, la imperfección que menos se encontró fue el número de granos. Estos granos se relacionan con asperezas sobre la superficie, las cuales pueden generar que el alambre se trabe en los brackets (12,13). Anusavise K<sup>21</sup> atribuye estas asperezas a la adherencia del titano a los troqueles usados en el proceso de fabricación.

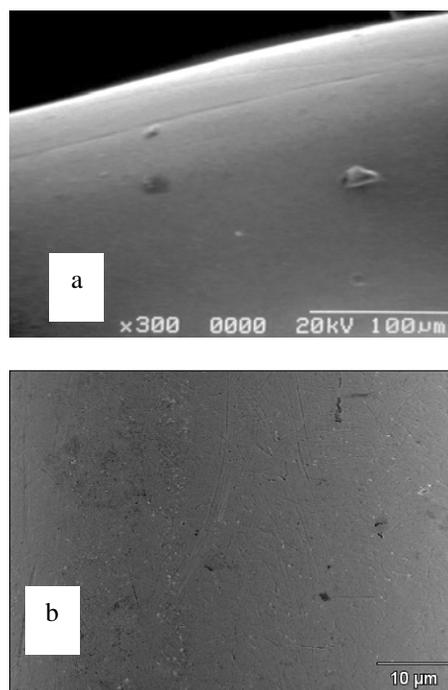


Fig 1. Marca M1 a) Vista 300X. b) vista a 800x

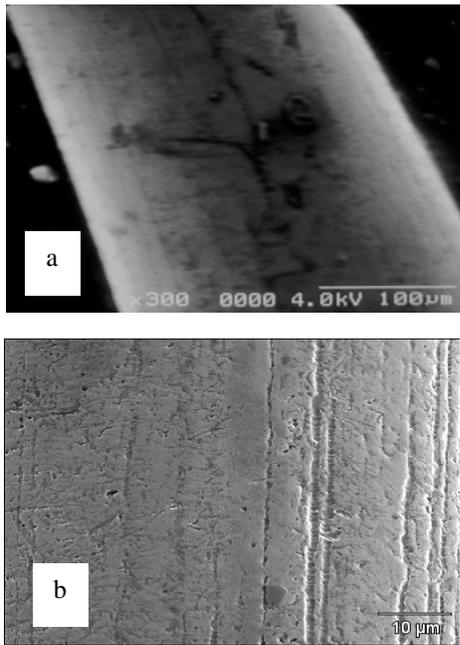


Fig 2. Marca M2 a) vista a 300x. b) vista a 800x

En las figuras realizadas por microcopia electrónica para cada marca se puede observar que las profundidades y grosor de las rayas son diferentes para cada casa comercial. Siendo las más pronunciadas las de la marca (M4). Y las menos profundas son las de la marca (M5). Se encontraron también rayas entrecruzadas para la marca (M3). Chaturvedi T<sup>1</sup>, afirma que estas rayas pueden ser provocadas las fresas de pulido en el paso final de fabricación.

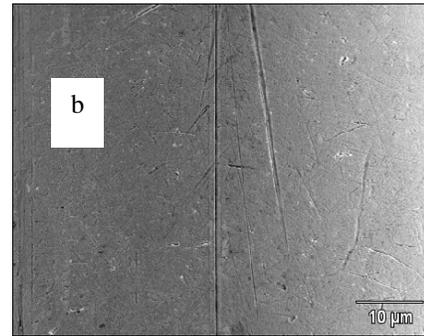


Fig 3. Marca M3 a) vista a 300x. b) vista a 800x

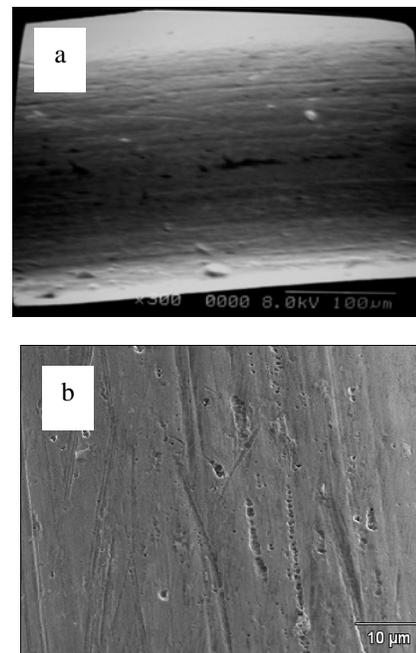
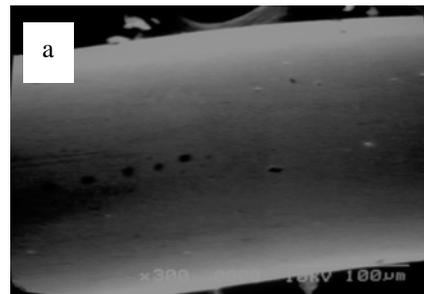
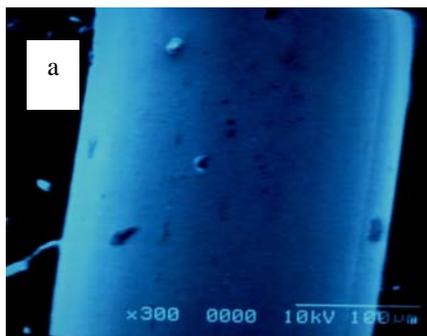


Fig 4. Marca M4 a) vista a 300x. b) vista a 800x



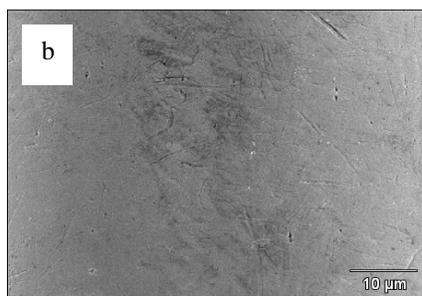


Fig 5. Marca M5 a) vista a 300x. b) vista a 800x

Respecto a la composición química de las marcas estudiadas en la presente investigación se encontró que los envases de los productos tampoco contienen información precisa de las aleaciones. La única precaución impresa es que el producto tiene níquel y puede causar algún tipo de alergias.

En la Tabla 2 se muestra los principales elementos esperados, como lo son Ni, Ti; junto a sus respectivas diferencias teóricas (Dif)<sup>2</sup>. Los valores negativos de las diferencias representan que se obtuvo una proporción menor a lo esperado de cada elemento, según los estándares teóricos.

Para todas las marcas se notó deficiencia en la cantidad de Ni y en mayor proporción para las marcas (M4) y (M5).

El Ti fue encontrado en exceso en las marcas (M1) y (M2), y en deficiencia para las marcas (M3), (M4) y en mayor proporción para (M5).

Tabla 2. Proporción de peso porcentual de Ni-Ti y diferencias teóricas

MARCA	Ni %	*Dif Ni	Ti %	*Dif Ti
M1	51,58	-2,92	47,02	3,52
M2	50,77	-3,73	47,13	3,63
M3	43,1	-11,40	39,45	-4,05
M4	42,04	-12,46	38,88	-4,65
M5	41,68	-12,82	37,11	-6,39

#### \* Diferencias teóricas

En las aleaciones Ni-Ti el uso en odontología se suele reemplazar pequeñas proporciones de Ni por cobalto, para mejorar las características de anti corrosión. En ninguna de las marcas estudiadas se encontró presencia de cobalto. Sin embargo en la tabla 3 se presenta una serie de elementos no esperados. Los cuales pueden ser considerados como contaminantes en el proceso de fabricación.<sup>4</sup>

Tabla 3. Elementos no esperados

MARCA	F %	Al %	Si %	C %	O %
M1	0,7	0,70	-	-	-
M2	0,7	0,70	0,7	-	-
M3	1,16	0,60	-	15,69	-
M4	0,95	0,50	-	17,63	-
M5	0,37	0,46	-	19	1,38

El elemento no esperado en mayor proporción fue Carbono, lo cual se supone como generación de carburos en el proceso final de pulido. El silicio puede estar relacionado a las piedras de pulido. Se encontró aluminio y hierro común en todas las marcas estudiadas en una pequeña proporción porcentual de peso.

Por todo lo anterior, se evidencia la necesidad de mantener una revisión ó control de calidad permanente sobre los procesos de fabricación y los materiales usados en los tratamientos de ortodoncia.

## Conclusiones

1) La casa comercial que presenta la mejor calidad morfológica es la nombrada como (M5) ó Morelli Ortodontia. En la segunda posición se encuentra la marca (M1) DentSply GAC. Estas dos primeras presentaron en promedio el mismo número de imperfecciones sobre la superficie, sin embargo las rayas y los huecos encontrados

en la marca (M1) son más grande y profundos que los de la marca (M5).

2) Como tercera marca en función de las imperfecciones superficiales se encentra la (M2) Astar Orthodontics. Seguida de la marca (M3) Ortho Organizers, estas marcas son comparables en cuanto al número de imperfecciones en promedio. Sin embargo se puede observar la textura de la marca (M2) es más rugosa que la de la (M3).

3) Por último, se encuentra la marca (M4) Thermaloy RMO. La cual se diferencia sustancialmente de las 4 anteriores. Tanto en el número de imperfecciones que se encuentran en cada campo visual estudiado, como también en el grosor y la profundidad de huecos y rayas.

4) Desde el punto de vista químico de las aleaciones se pudo determinar que la marca que se ajusta más a los estándares teóricos fue (M1) DentSply GAC y en segundo lugar Astar Orthodontics. Siendo la marca (M5) Morelli Ortodontia la más alejada de las aleación esperada.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a todo el personal del Centro de Microscopia Electrónica, Facultad de Ingeniería, Escuela de Metalurgia, Universidad Central de Venezuela

## Referencias

1. Chaturvedi T. An overview of the corrosion aspect of dental implants (titanium and its alloys). *Indian J Dent Res.* 2009; 20:91-8.
2. Graber T, Vanarsdall R y Vig K. *Ortodoncia. Principios y Técnicas Actuales.* Madrid: Elsevier; 2006.
3. Proffit W. *Ortodoncia. Teoría y Práctica..* Primera Edición en Español. Madrid: Mosby / Doyma; 1995
4. Méndez G, Vargas P, Mejía G. Caracterización metalografía de alambres termo-activados ni-ti de marcas comerciales para aplicaciones ortodónticas. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria [Internet].* 2009 [citado 21 novi 2013]; Disponible en: [www.ortodoncia.ws](http://www.ortodoncia.ws). Consultada: 21/11/2013.
5. Vilotta S.M, Somaglia L, Bernata M.I, Palacios N, Rosmino F, Dominguez S.A, et al. Estudio morfológico por microscopía electrónica de barrido de mycoplasma spp. de origen bucal adherido a superficie biocompatible” *Acta Microscopica* 2013; 22 (1):37- 41.
6. Gómez E. Estudio comparativo in-vitro de las deformaciones plásticas de alambres de ni-ti redondos de diferentes calibres y marcas comerciales utilizados en ortodoncia. Tesis de Grado para Especialista en Ortodoncia, Universidad San Francisco de Quito, Quito, Ecuador. 2009
7. Ramos V, Soldevilla L, Mattos M. Propiedades mecánicas de tres marcas de arcos ortodónticos de níquel-titanio termoactivados estudio in vitro. *Rev. Odontol. Sanmarquina* 2010; 13(1):23-7.
8. Zinelis S, Annouski O, Eliades T, Makou M. Elemental Composition of Brazing Alloys in Metallic Orthodontic Brackets. *Angle Orthod* 2004; 74(3):394-9.
9. Al-Waheidi EM. Allergic reaction to níquel orthodontic wire: a case report. *Quintessence Int* 1995; 26:385–87.
10. Dunlap CL, Kirk Vincent S, Barker BF. Allergic reaction to orthodontic wire: report of a case. *J Am Dent Assoc* 1989; 118:449–50.



11. Ortiz A.J, Fernandez E, Vicente A, Calvo J.L, Ortiz C. Metallic ions released from stainless steel, nickel-free, and titanium orthodontic alloys: Toxicity and DNA damage. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* 2011; 140 (3):115-22.
12. Amini F, Rakhshan V, Pousti M, Rahimi H, Shariati M, Aghamohamadi B. Variations in surface roughness of seven orthodontic archwires: an SEM-profilometry study. *Korean J Orthod* 2012; 42(3):129-37.
13. Marrero L, González G. Mecánicas del Deslizamiento en Arcos Estéticos. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría*. 2011. [citado 21 nov 2013]; Disponible en: [www.ortodoncia.ws](http://www.ortodoncia.ws).
14. Yanase Y, Ioi H, Nishioka M, Takahashi I. Effects of sliding velocity on friction an in vitro study at extremely low sliding velocity approximating orthodontic tooth movement. *Angle Orthod* 2014; 84:451-8
15. Kusy R.P, Whitley J.Q, Gurgel J.D.A. Comparisons of surface roughnesses and sliding resistances of 6 titanium-based or TMA-type archwires. *Am J of Orthod Dentofacial Orthop* 2004; 126 (5):589-603
16. Rongo R, Ametrano G, Gloria A, Spagnuolo G, Galeotti A, Paduano S, et al. Effects of intraoral aging on surface properties of coated nickel-titanium archwires. *Angle Orthod* 2014; 84:460-7
17. Briceño J, Espías A, Sánchez L, Briceño J.M. Evaluación experimental de aleaciones comerciales de Ni-Ti para determinar su optimización para su uso en ortodoncia. *Dentum* 2005; 5 (1):6-10.
18. Senosiain A, Álvarez C, Villafranca C, Suárez A. Rugosidad de los arcos ortodóncicos mediante microscopia confocal. *Revista del Ilustre Consejo General de Colegios de Odontólogos y Estomatólogos de España* 2008; 13(3):285-92.
19. Matasa CG. Orthodontic attachment corrosion susceptibilities. *J Clin Orthod*. 1995; 29:16-20.
20. Palazón C. Caracterización de la superficie de los arcos NiTi y factores que intervienen en su corrosión. Tesis Doctoral, Facultad de Odontología, Universidad de Sevilla, España. 2009. [citado 21 nov 2013]. Disponible en: <http://fondosdigitales.us.es/tesis/tesis/1551/c-aracterizacion-de-la-superficie-de-los-arcos-niti-y-factores-que-intervienen-en-su-corrosion>.
21. Anusavise K. *Ciencia de los materiales dentales*. Madrid: Elsevier; 2004.

