

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

<http://dx.doi.org/10.35381/s.v.v6i1.1778>

## **Deformación plástica y elástica entre módulos elastoméricos de tres marcas comerciales en medio ácido**

### **Plastic and elastic deformation between elastomeric modules of three commercial brands in an acid medium**

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla  
[juan.rouillon@psg.ucacue.edu.ec](mailto:juan.rouillon@psg.ucacue.edu.ec)  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Cuenca  
Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0001-8179-4655>

Santiago Efraín Vintimilla-Coronel  
[svintimilla@ucacue.edu.ec](mailto:svintimilla@ucacue.edu.ec)  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Cuenca  
Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0003-4104-9073>

Ebingen Villavicencio-Caparó  
[evillavicencioc@ucacue.edu.ec](mailto:evillavicencioc@ucacue.edu.ec)  
Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Cuenca  
Ecuador  
<https://orcid.org/0000-0003-4411-4221>

Recibido: 15 de enero 2022  
Revisado: 10 de febrero 2021  
Aprobado: 15 de abril 2022  
Publicado: 01 de mayo 2022

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

## RESUMEN

Los elastómeros usados en Ortodoncia son de gran importancia para permitir el movimiento dental manteniendo una baja fricción, teniendo el conocimiento de que los elastómeros sufren deformaciones en el medio bucal debido a que están expuestos a variables como: temperatura, pH y tiempo, por lo que se comparó la deformación plástica y elástica entre módulos elastoméricos de tres marcas comerciales en medio ácido mediante un estudio con enfoque cuantitativo, de temporalidad transversal por el ámbito comparativo con técnica observacional y diseño descriptivo-experimental. La mayor deformación del plástica y elástica del diámetro externo e interno se encontró en American Orthodontics  $29,29\% \pm 7,08$  y  $79,76\% \pm 24,93$  respectivamente y la mayor deformación elástica y plástica en el grosor tuvo la marca Dentaurum  $38,46\% \pm 13,54$ ; sin embargo, es indispensable recordar que los elastómeros presentan diversidad en su composición física y química, por esta razón es necesario seguir las recomendaciones brindadas por cada casa comercial o marca.

**Descriptores:** Ortodoncia correctiva; ortodoncia; alambres para ortodoncia. (Fuente: DeCS)

## ABSTRACT

The elastomers used in Orthodontics are of great importance to allow dental movement while maintaining low friction, having the knowledge that the elastomers suffer deformations in the oral environment because they are exposed to variables such as: temperature, pH and time, so the plastic and elastic deformation between elastomeric modules of three commercial brands in an acid medium was compared by means of a study with a quantitative approach, of transversal temporality by the comparative scope with observational technique and descriptive-experimental design. The greatest plastic and elastic deformation of the external and internal diameter was found in American Orthodontics  $29.29\% \pm 7.08$  and  $79.76\% \pm 24.93$  respectively and the greatest elastic and plastic deformation in the thickness was found in the Dentaurum brand  $38.46\% \pm 13.54$ ; however, it is essential to remember that elastomers present diversity in their physical and chemical composition, for this reason it is necessary to follow the recommendations provided by each commercial house or brand.

**Descriptors:** Orthodontics, corrective; orthodontics; orthodontic wires. (Fuente: DeCS).

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

## **INTRODUCCIÓN**

Dentro de las ciencias de la salud está la Odontología, misma que se dedica al cuidado de la cavidad bucal y se divide a su vez en distintas especialidades, entre las que está la Ortodoncia que se encarga del estudio, prevención, diagnóstico y tratamiento de las anomalías de posición, relación y función de las estructuras dentomaxilofaciales y así para corregir sus posibles alteraciones, esto permite un estado óptimo de salud y armonía mediante el uso y control de diferentes tipos de fuerzas. <sup>1 2</sup>

Dentro de los instrumentos terapéuticos que utiliza el ortodoncista está la aparatología fija, la cual va cementada sobre la superficie coronaria de los dientes y puede ser de manera general de tipo convencional y autoligado con la ayuda de arcos de distintas formas, calibres y aleaciones, además de resortes y elastómeros los cuales se usan de manera variada desde hace algún tiempo atrás en ortodoncia, y tiene su importancia ya que sujetan a los arcos en el interior de la ranura de los brackets para que con sus fuerzas puedan realizar la terapéutica necesaria para corregir las mal posiciones dentales. <sup>1 3 4</sup>

El interés va dirigido al comportamiento de los módulos elastoméricos, por sus características mecánicas plásticas y elásticas, las cuales se expresan en la clínica del tratamiento, pero con la desventaja de que al exponerse en el medio ambiente de la cavidad bucal pierden sus cualidades físicas, dando como resultado el necesario cambio de los módulos elastoméricos después de un periodo de tiempo para nuevamente ser activados. <sup>1 4 7</sup>

Es necesario informar al paciente según la anamnesis y diagnóstico realizado por el profesional, el cuidado y todos los protocolos que debe seguir durante su tratamiento, observando detalles o características de cada individuo, analizando sus desventajas, por ejemplo: su dieta, nivel socioeconómico, higiene bucodental; <sup>8 13</sup> así mismo, es conocido que todos los materiales elásticos colocados por un cierto tiempo en la boca de un paciente están sujetos a deformaciones reversibles e irreversibles, pudiendo generar estas deformaciones diversos efectos secundarios no deseados y por ende prolongar más el tratamiento. <sup>14 15</sup>

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

La ampliación de los conocimientos sobre los módulos elastoméricos es importante, ya que se usan durante prácticamente todo el tratamiento de Ortodoncia y el fin es determinar las limitaciones de las propiedades plásticas como elásticas de los módulos elastoméricos de las marcas comerciales; por lo tanto, este estudio se basó en el análisis de tres diferentes marcas comerciales usadas con mayor frecuencia en la región (American Orthodontics, Orthometric y Dentaurum) en un medio semejante a la cavidad bucal, con saliva artificial acompañada de un pH ácido 6, a su vez, con una temperatura de 37°C simulada mediante una estufa de laboratorio químico, se tomó medidas y barreras necesarias para evitar la proliferación de bacterias en el medio. <sup>1 14 16 33</sup>

El tema es de importancia para Ortodoncistas, ya que permitió seleccionar con base en evidencia científica, el elastómero que mejor puede desempeñar su función en estas condiciones y así optimizar el tratamiento con mejores resultados.

## **MÉTODO**

Este estudio tuvo un enfoque cuantitativo, con temporalidad transversal y diseño descriptivo-experimental. Para el cálculo de la muestra se utilizó el programa epidemiológico *Epi Info versión 7.2* de uso libre on-line; <sup>34</sup> el mismo que mediante fórmulas directas con ingreso de datos obtenidos en la prueba piloto de la investigación dio como muestra una cantidad de doce módulos elastoméricos por cada marca usada (American Orthodontic, Dentaurum y Orthometric). <sup>34</sup>

### **Criterios de inclusión:**

- a) Módulos elastoméricos nuevos en fundas selladas.
- b) Módulos elastoméricos bien almacenados.
- c) Módulos elastoméricos con fecha de fabricación y caducidad similar.

### **Criterios de exclusión:**

- d) Módulos elastoméricos de otras marcas.
- e) Módulos elastoméricos caducados o mal almacenados.

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

f) Módulos elastoméricos que ya hayan sido utilizados.

El tamaño de la muestra estadística se obtuvo mediante el Programa Open Epi, Versión 3, calculadora de código abierto SSMean; en el que, fue considerado un intervalo de confianza pareado de 95% con potencia del 80% y razón del tamaño de la muestra 1/1 (figura 1).

Tamaño de la muestra para comparar dos medias			
Información de entrada			
Intervalo de confianza (2 lados)	95%		
Potencia	80%		
Razón del tamaño de la muestra (Grupo2/ Grupo 1)	1		
	Grupo 1	Grupo 2	Diferencia *
Media	1.3	1.4	-0.1
Desviación estándar	0.08	0.09	
Varianza	0.0064	0.0081	
Tamaño de muestra del grupo 1	12		
Tamaño de muestra del grupo 2	12		
Tamaño total de la muestra	24		
Diferencia entre medias			
Resultados de OpenEpi, versión 3, la calculadora de código abiertoSSMean			
Imprimir desde el navegador con ctrl-P			
o seleccione el texto a copiar y pegar en otro programa			

**Figura 1.** Programa Open Epi, Versión 3, Calculadora de Código Abierto SSMean.

La muestra estuvo constituida por 180 módulos elastoméricos, de los cuales corresponden a 60 elastómeros elegidos al azar de cada marca comercial; los mismos que, fueron colocados sobre brackets convencionales (de la misma marca) cementados en tres tipodontos. Al ser 5 tiempos de estudio, dando un total de 12 módulos elásticos para cada una de las tres marcas comerciales. (tabla 1).

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

**Tabla 1.**

Planificación de tiempos de trabajo con las 3 marcas comerciales de módulos elastoméricos.

Marca	Tiempos de exposición					Total
	Inicial	7 días	14 días	21 días	28 días	
American Ortodontic (gris)	12	12	12	12	12	60
Orthometric (celeste)	12	12	12	12	12	60
Dentaurum (rojo)	12	12	12	12	12	60
						180

### Procedimientos de la toma de datos

Se realizó una hoja de solicitud al laboratorio de bioquímica de la Universidad Católica de Cuenca, en la cual se hace el pedido para el uso de las instalaciones, estufa Térmica y medidor de pH.

**Los instrumentos mecánicos que se usaron incluyeron:** a un calibrador digital o Vernier, una estufa térmica digital, un potenciómetro para determinar el pH, 3 tipodontos, una pinza Mattius, un explorador, un posicionador de brackets recto, una cámara Canon EOS 800D y una computadora portátil marca DELL con procesador Intel Core i5, 16GB RAM.

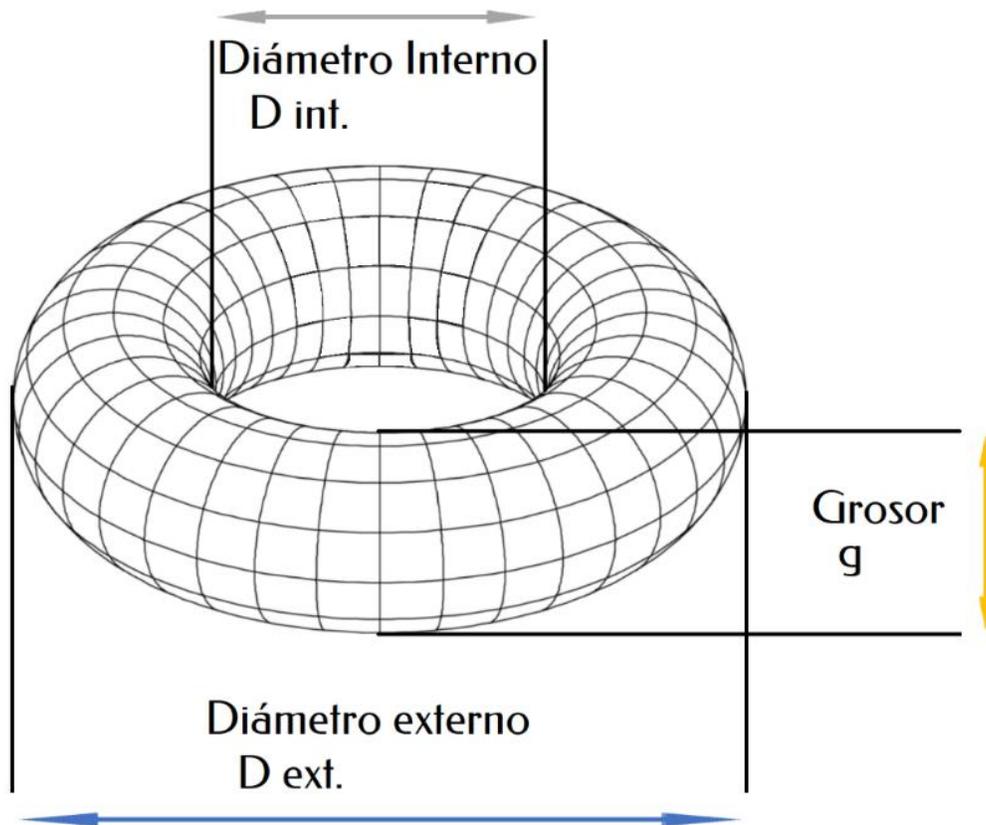
**Los materiales empleados fueron:** saliva artificial con un pH ácido de 6, resina, ácido fluorhídrico %9.6, brackets metálicos de marca similar y técnica Roth slot 0.22, arcos de Ni-ti 0.014 redondos, los módulos elastoméricos elegidos para el estudio fueron American Orthodontics®, Orthometric® y Dentaurum®.

Se tomó las dimensiones originales de cada marca de elastómeros antes de ser sumergidas en el medio de investigación, los tipodontos ya bondeados con los brackets se sumergieron en saliva artificial con pH ácido y a su vez colocados en un ambiente de temperatura de 37°C calibrada en la estufa de laboratorio. Los tiempos de exposición en

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

la solución ácida que se evaluó fue luego de 1, 7, 14, 21 y 28 días, en cada periodo de tiempo se usaron nuevos módulos elastoméricos. Las medidas de la deformación plástica y elástica de cada marca de elastómero se tomaron con un calibrador digital tipo pie de rey o Vernier.

Se midió diámetro interno, diámetro externo y el grosor de los módulos al instante de ser retirados de los brackets. (Figura 2)



**Figura 2.** Dimensiones para la evaluación

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

## **Estrategia para el análisis de datos**

Una vez recopilados los datos de la medición de los módulos elastoméricos en los distintos tiempos, se procedió a subir la información al programa IBM SPSS Statistics, de esta manera, se obtuvo los resultados para comparar y observar los cambios que se dieron durante el tiempo en cada una de las marcas comerciales.

## **Ética de la investigación**

El presente estudio no implicó conflictos bioéticos, debido a que se ejecutó sobre módulos elastoméricos, que son objetos inanimados, por lo cual no hay compromiso de riesgo a la vida de ningún ser vivo.

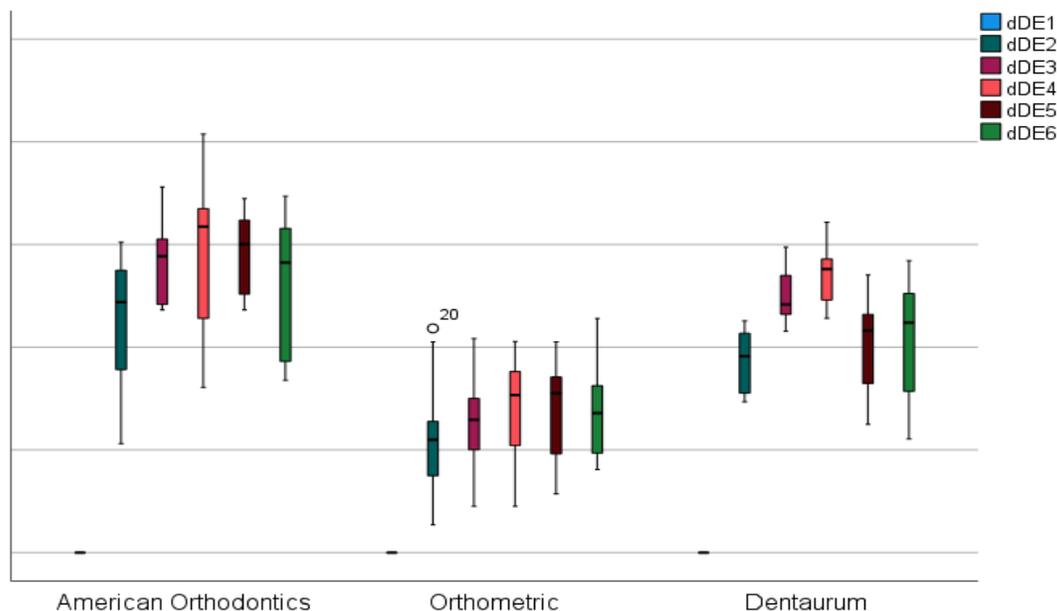
## **RESULTADOS**

La presente investigación acerca de la deformación plástica y elástica de módulos elastoméricos de tres marcas comerciales mediante un estudio in vitro que fueron sumergidos en saliva artificial con pH ácido, en la que fueron medidos en el día 1, 7, 14, 21 y 28, a una temperatura de 37°C. las medidas obtenidas fueron divididas en tres grupos: diámetro interno, diámetro externo y grosor.

### **Diámetro externo**

La deformación plástica y elástica observada en el diámetro externo fue mayor en los elastómeros de la marca **American Orthodontics**, ya que presentaron un valor de  $29,29\% \pm 7,08$ . Contrariamente la marca de elastómeros Ortometric. fue la que menor deformación plástica y elástica presentó evidenciándose un valor de  $14,2\% \pm 4,81$  (Figura 3, tabla 2)

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

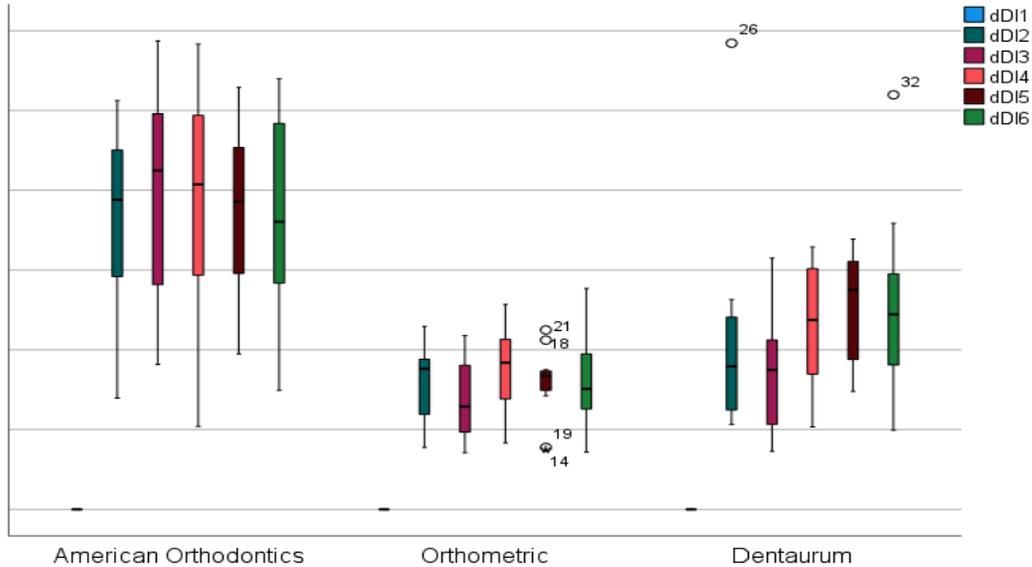


**Figura 3.** Diámetro externo de los módulos elastoméricos sumergidos en saliva artificial con pH ácido.

### Diámetro interno

La deformación plástica y elástica observada en el diámetro interno fue mayor en los elastómeros de la marca American Ortodonthics, ya que presentaron un valor de  $79,76\% \pm 24,93$ . Contrariamente la marca de elastómeros Ortometric. fue la que menor deformación plástica y elástica presentó evidenciándose un valor de  $34,99\% \pm 10,83\%$  (Figura 4, tabla 2)

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

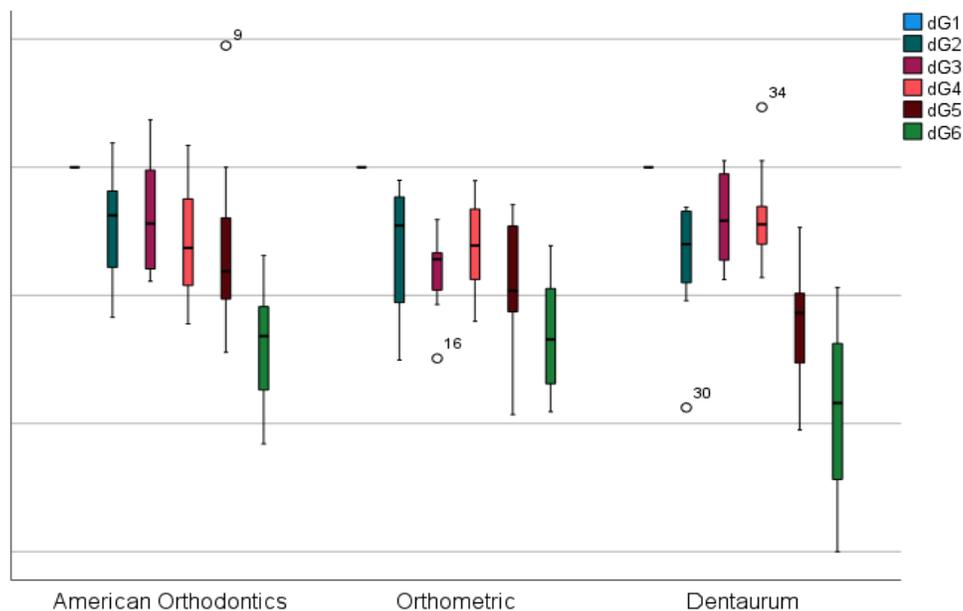


**Figura 4.** Diámetro interno de los módulos elastoméricos sumergidos en saliva artificial con pH ácido.

### Grosor

La deformación plástica y elástica observada en el grosor fue mayor en los elastómeros de la marca Dentaureum ya que presentaron un valor de  $38,46\% \pm 13,61$ . Contrariamente la marca de elastómeros American Orthodontics. fue la que menor deformación plástica y elástica presentó en su grosor evidenciándose un valor de  $7,52\% \pm 8,79$  (Figura 5, tabla 2)

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó



**Figura 5.** Grosor de los módulos elastoméricos sumergidos en saliva artificial con pH ácido.

## DISCUSIÓN

Este estudio determinó el desempeño que tuvieron los módulos elastoméricos de tres marcas comerciales diferentes, conocidas en la región, las mismas que fueron inmersas en un medio similar a la de la cavidad bucal a una temperatura de 37°C con pH ácido de 6. Se midió las deformaciones elásticas y plásticas de cada marca en cinco intervalos de tiempo (1-7-14-21 y 28 días).

Los resultados obtenidos fueron similares a la investigación "Comparación de la durabilidad, deformación elástica y plástica de tres tipos de módulos elastoméricos en el posgrado de ortodoncia de la universidad de cuenca periodo 2012-2013" realizado por Cedillo F. y cols, en el año 2013,<sup>23</sup> en la cual se comparó la deformación de los módulos elastoméricos, de las marcas Ormco, Morelli y Tp Orthodontics, donde se encontró que la marca Ormco debido al diámetro interno pequeño tiene mayor probabilidad de sufrir ruptura, además que el mayor grado de deformación se produce en las primeras 24 horas independiente de su marca.

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

Asemejándose también a la investigación “Estudio in vitro de la durabilidad y deformación elástica y plástica de dos tipos de módulos elastoméricos” realizada por Zhañay L, y cols, en el año 2016, <sup>32</sup> en la cual usó dos diferentes marcas de elastómeros observando que la mayor deformación elástica y plástica fue del módulo elastomérico marca Leone, con una alteración en el diámetro externo, mientras que Dentaurum presenta una menor deformación y resistencia a la deformación elástica y plástica, este estudio fue hecho en medio seco y húmedo a una temperatura de 37°C, comparándolo también con el estudio “Evaluación de la tención de ligaduras elastoméricas convencionales y las tratadas con material lubricante (silicona) expuestas a diferentes tipos de bebidas, estudio in vitro”. Realizado por Chiguala M. y cols en el año 2017, <sup>14</sup> el cual evalúa módulos elastómeros de las marcas Morelli® y Synergy® en medio seco y húmedo con pH ácido de 6,24, mediante saliva artificial, Coca Cola®, Pilsen Callao® y Red Bull® en diferentes intervalos de tiempo encontrando una pérdida drástica de tención en las primeras 24 horas. Así mismo con el estudio “The Environmental Influence of Light Coke™, Phosphoric Acid, and Citric Acid on Elastomeric Chains” de Texeira L. y cols del año 2008, <sup>20</sup> en el cual usó un medio húmedo en Coca-Cola lighth, ácido fosfórico, ácido cítrico y saliva artificial con un pH ácido de 6.24, en una temperatura de 37°C y medido en intervalos de tiempo de 1-7-14-21 y 28 días, obteniendo mayor degradación elástica y plástica de los módulos elastoméricos las primeras 24 horas.

Similar resultado también con el estudio “A systematic review of force decay in orthodontic elastomeric power chains” realizado por Halimi A. y cols, en el año 2013, <sup>28</sup> que evaluaron la degradación de las fuerzas de las diferentes marcas de cadenas elastoméricas después del estiramiento, en el que fueron sumergidas en saliva artificial en diferentes niveles de pH y aire, obteniendo como resultado que las fuerzas suministradas por las cadenas elastoméricas decayó rápidamente y de manera continua en el tiempo, tanto en el aire y en la saliva artificial con pH ácido.

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

De igual semejanza en el estudio “The effect of environmental factors on elastomeric chain and nickel titanium coil springs” realizado por Nattrass C. y cols, en el año 1998, <sup>21</sup> encontraron que la entrega de fuerza de las cadenas elastoméricas a una temperatura de 10°C en refrigerador, 22°C en Coca Cola (pH ácido) a temperatura ambiente y 37°C en baño maría tenían pérdida de fuerza a temperaturas más altas.

## **CONCLUSIONES**

La mayor deformación del diámetro externo e interno de los módulos elastoméricos en esta investigación, se presentó en la marca comercial American Orthodontics.

La menor deformación del diámetro externo e interno de los módulos elastoméricos en esta investigación, se presentó en la marca comercial Orthometric.

El grosor de los módulos elastoméricos Dentaurum demostró mayor deformación plástica y elástica.

El grosor de los módulos elastoméricos American Orthodontics demostró menor deformación plástica y elástica.

Sin embargo, es importante considerar que en el mercado existen una gran diversidad de marcas y formas de obtener los elastómeros que pueden diferir de acuerdo con el fabricante en cada región. Además, cabe destacar que los módulos elastoméricos están sujetos a algunas condiciones como la temperatura, el medio ambiente, el pH, el tiempo entre otras variables que van a condicionar su desempeño.

Por lo que los autores recomiendan hacer estudios in vivo para ser más exactos y también seguir la recomendación indicada por cada fabricante de los elastómeros en cuanto al tiempo de elaboración, caducidad, y mantener en un medio ambiente seco para conservar las cualidades intactas hasta el momento de ser usadas de la forma que mejor convenga en el tratamiento de ortodoncia.

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

## Recomendaciones

Se recomienda que la medición de las dimensiones de los módulos elastoméricos sea realizada con un calibrador digital tipo pie de rey (Vernier) en donde el investigador pueda determinar el lugar propicio para medir y a su vez se marque la medida mesio-distal y gingivo-oclusal; en motivo que, no existan variaciones en el perímetro de medición correspondiente a la forma del bracket de cada diente. Además, es importante estandarizar la forma de colocación del módulo elástico en el bracket ya que esto puede alterar su forma y la capacidad de elasticidad.

## CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen conflicto de interés en la publicación de este artículo.

## FINANCIAMIENTO

No monetario.

## AGRADECIMIENTO

A todos los agentes sociales involucrados en el proceso investigativo.

## REFERENCIAS

1. Uribe Restrepo GA. [Fundamentals Of Dentistry: Orthodontics Theory And Clinic]. Gonzalo Alonso Uribe restrepo [Internet]. Segunda edición ed. Medellín Corporación para Investigación Biológicas 2010, editor. 2010. 1–591 p. Available from: <https://n9.cl/31jaj>
2. Ramos Montiel RR. Theoretical epistemic foundation of the maxillofacial cranio-cervico diagnosis Fundamento teórico epistémico del diagnóstico cráneo-cérnico maxilofacial. Rev Mex Orton [Internet];7(4):180–2. Available from: [www.medigraphic.com/ortodoncia](http://www.medigraphic.com/ortodoncia)

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

3. Arteche P, Oberti G, Aristizabal JF, Sierra Á, Rey D. Consideraciones importantes de la ortodoncia con brackets de autoligado versus ligado convencional [Important considerations in orthodontics with self-ligating versus conventional ligating brackets]. REVISTA ESPAÑOLA DE ORTODONCIA [Internet]. 2015;45(3).
4. Muiño E, Gumiel MA, Toriggia M, Carro Bianchi A. Alternativas para la resolución de deckbiss: técnica convencional y técnica de baja fricción [Alternatives for deckbiss resolution: conventional and low-friction technique]. Rev Ateneo Argent Odontol. 2012; L:11–7.
5. Michel L. Optimización de elásticos ortodóncicos [Optimization of orthodontic elastics]. [Internet]. Juan C, editor. Gac International inc; 2000. Available from: <https://n9.cl/kkfaj>
6. Loly FRM, Antonio MVM, Carlos SGL. Degradación de la Fuerza de los Elásticos Intermaxilares de Látex y no Látex [Strength Degradation of Latex and Non-Latex Intermaxillary Elastics]. [Internet]. Vol. 10, 2017. p. 79–82.
7. Galarza S, Carlos L, Palomino F, Teresa M. Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex según el tiempo de uso empleado en ortodoncia: estudio in vitro [Degradation of the magnitude of the strength of latex elastics according to the time of use in orthodontics: an in vitro study]. [Internet]. 2015. Available from: <https://n9.cl/dls084>
8. Langlade Michel. Optimización de elásticos ortodóncicos [Optimization of orthodontic elastics]. [Internet]. Canut Juan, editor. New York: Gac International inc; 2000 [cited 2022 Apr 2]. Available from: <https://n9.cl/kkfaj>
9. Sauget PS, Stewart KT, Katona TR. The effect of pH levels on nonlatex vs latex interarch elastics. Angle Orthodontist. 2011;81(6):1070–4.
10. A VFJ, M OG. The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic properties of orthodontic chains. The angle orthodontist [Internet]. 1992;62. Available from: <https://n9.cl/ri70t>
11. Reyes GG, Carlos Pérez Diaz J, Hernández Gutierrez D, Cuba C. Relation ortho-periodontal Interrelationship between Orthodontics and Periodontics. Medicentro [Internet]. 2020;24(2):444–51.

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

12. Alexandra D, Valentín R, Mendieta PL. Orthodontic treatment in an adult patient with inactive periodontal disease. *Revista Mexicana de Ortodoncia*. 2016;4(1):49–55.
13. Sada-Garralda V, Caffesse RG. Enfoque ortodóncico en el tratamiento multidisciplinario de pacientes adultos: Su relación con la periodoncia [Orthodontic approach in the multidisciplinary treatment of adult patients: Its relationship to periodontics.]. *Rcoe*. 2003;8(6):673–84.
14. Chiguala Mixán FW, Meneses López A. Evaluación de la tensión de ligaduras elastoméricas convencionales y las tratadas con material lubricante (silicona) expuestas a diferentes tipos de bebidas, estudio in vitro [Evaluation of the tension of conventional elastomeric ligatures and those treated with lubricating material (silicone) exposed to different types of beverages, in vitro study.]. [Internet]. Lima; 2017. Available from: <https://repositorio.upch.edu.pe/handle/20.500.12866/1534>
15. Coa P. Fricción En Ortodoncia. Evidencias en Odontología Clínica [Friction In Orthodontics. Evidence in Clinical Dentistry]. 2019;2(2):66.
16. Carlos Villafranca F de, Cobo Plana J, Fernández Mondragón P, Jiménez A. Cefalometría de las vías aéreas superiores (VAS) [Cephalometry of the upper airways (UVA)]. *RCOE* [Internet]. 2002; 7(4):407–14.
17. Ramos Montiel R, Eulalia Cabrera Cabrera G, Danilo Urgiles Urgiles C, Eugenio Jara Centeno F. Methodological aspects of the investigation *Revista Científica de Investigación actualización del mundo de las Ciencias*. 2018;2(3):194–211. Available from: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/111>
18. Ebingen VC, María Cristina AC, Katherine CL, Mireya CC, Karla ZO, Frank WC. El tamaño muestral para la tesis. ¿Cuántas personas debo encuestar? [The sample size for the thesis: How many people should I survey?]. *Revista OACTIVA UC Cuenca* [Internet]. 2017; 2(1):59–62. Available from: <https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/175>
19. Sauget PS, Stewart KT, Katona TR. The effect of pH levels on nonlatex vs latex interarch elastics. *Angle Orthodontist*. 2011 Nov;81(6):1070–4.
20. Teixeira L, Pereira BDR, Bortoly TG, Brancher JA, Tanaka OM, Guariza-Filho O. The environmental influence of light coke<sup>TM</sup>, phosphoric acid, and citric acid on elastomeric chains. *Journal of Contemporary Dental Practice* [Internet]. 2008 Nov 1 [cited 2022 Apr 2];9(7):017–24.

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

21. Nattrass C, Ireland AJ, Sherriff M. The effect of environmental factors on elastomeric chain and nickel titanium coil springs. *European Journal of Orthodontics* [Internet]. 1998; 20:169–76. Available from: <https://n9.cl/5lb47>
22. Vivanco Armijos VG, Peñaherrera Letort VM. Estudio in vitro de la pérdida de fuerza de módulos elastoméricos sumergidos en enjuagues bucales [In vitro study of the loss of strength of elastomeric modules immersed in mouth rinses]. [Internet]. 2015. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4934>
23. Cedillo Chica FP, Llanes M. Comparación de la durabilidad, deformación elástica y plástica de tres tipos de módulos elastoméricos en el posgrado de ortodoncia de la universidad de Cuenca periodo 2012-2013 [Comparison of durability, elastic and plastic deformation of three types of elastomeric modules in the orthodontic postgraduate program at the University of Cuenca, 2012-2013.]. [Internet]. 2013. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23384>
24. Sawhney R, Sharma R, Sharma K. Microbial colonization on elastomeric ligatures during orthodontic therapeutics: An overview. *Turkish Journal of Orthodontics*. [Internet]. 2018;31(1):21–5. Available from: <https://n9.cl/cwprn>
25. Pithon MM, Lacerda dos Santos R, Pasini Judice RL, de Assuncao PS, Restle L. Evaluation of the cytotoxicity of elastomeric ligatures after sterilisation with 0.25% peracetic acid. *Australian Orthodontic Journal* [Internet]. 2013; 29(2):139–44.
26. Ortega Cornejo SA, Carrillo D. Estudio in vitro comparativo de la pérdida de fuerza de cadenas elásticas cerradas de cinco marcas comerciales sometidas a fuerza de tracción que se encuentran inmersas en un medio salival artificial [Comparative in vitro study of the loss of strength of closed elastic chains of five commercial brands subjected to tensile force and immersed in an artificial salivary medium.] [Internet]. [Quito]; 2015. Available from: <https://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/4569>
27. Núñez DP, García Bacallao L. Bioquímica de la caries dental [Biochemistry of dental caries]. *Revista Habanera de Ciencias Médica* [Internet]. 2010;9(2):156–66. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180414048004>

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

28. Halimi A, Benyahia H, Doukkali A, Azeroual MF, Zaoui F. A systematic review of force decay in orthodontic elastomeric power chains [Internet]. Vol. 10, International Orthodontics. Elsevier Masson SAS; 2012. p. 223–40. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1761722712000526>
29. Fiallos Sánchez JE, Proaño Rodríguez AM. Degradación de la fuerza de ligas intermaxilares de uso ortodóntico de diferentes casas comerciales según el tiempo empleado. Estudio in vitro [Degradation of the strength of intermaxillary ligatures for orthodontic use of different commercial brands according to the time used. In vitro study]. [Internet]. [Quito]; 2016. Available from: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6642>
30. Achachao Almerco KK, Meneses López A. Evaluación in vitro de la degradación de fuerzas de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas carbonatadas [In vitro evaluation of strength degradation of elastomeric chains exposed to carbonated beverages]. [Internet]. 2017. <https://hdl.handle.net/20.500.12866/912>
31. Branco Losito KA, Simoni Lucato A, Malanconi Tubel CA, Correa C alexandre, Bentos dos Santos JC. Force decay in orthodontic elastomeric chains after immersion in disinfection solutions. Original Article Braz J Oral Sci [Internet]. 2014;13(4).
32. Zhañay Soliz LE, Ramos Montiel R. Estudio In Vitro comparativo de la durabilidad, deformación elástica y plástica de dos tipos de módulos elastoméricos [In vitro comparative study of the durability, elastic and plastic deformation of two types of elastomeric modules]. [Internet]. Available from: <https://n9.cl/aejia>
33. Farfán Rodríguez ML, Mattos-Vela MA, Soldevilla Galarza LC, Farfán Rodríguez ML, Mattos-Vela MA, Soldevilla Galarza LC. Degradación de la Fuerza de los Elásticos Intermaxilares de Látex y no Látex [Strength Degradation of Latex and Non-Latex Intermaxillary Elastics]. International journal of odontostomatology [Internet]. 2017;11(3):363–8.
34. Ramos R, Urgiles C, Jara F. Aspectos metodológicos de la investigación. Aspectos metodológicos de la investigación [Methodological aspects of research. Methodological aspects of the research]. [Internet]. 2018;2(3):194–211. Available from: <https://reciamuc.com/index.php/RECIAMUC/article/view/111>

Juan Cristobal Rouillon-Vintimilla; Santiago Efraín Vintimilla-Coronel; Ebingen Villavicencio-Caparó

2022 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).