



Comparación de la deformación plástica y elástica entre módulos elastoméricos de tres marcas comerciales en medio alcalino: estudio in vitro

Comparison of plastic and elastic deformation between elastomeric modules of three commercial brands in alkaline medium: in vitro study

Comparaçãõ da deformaçãõ plástica e elástica entre módulos elastoméricos de três marcas comerciais em meio alcalino: estudo in vitro

Jonathan Marcelo Ochoa-Guazhco ^I
jonnathan.ochoa@psg.ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6661-6164>

Santiago Efraín Vintimilla-Coronel ^{II}
svintimilla@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-4104-9073>

Paul Fernando Vergara-Sarmiento ^{III}
pvergaras@ucacue.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-3000-4884>

Correspondencia: jonnathan.ochoa@psg.ucacue.edu.ec

Ciencias de la Salud
Artículo de Investigación

***Recibido:** 25 de marzo de 2022 ***Aceptado:** 10 de abril 2022 * **Publicado:** 20 abril de 2022

- I. Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- II. Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- III. Universidad Católica de Cuenca, Cuenca, Ecuador.

Resumen

Introducción: Los módulos elastoméricos o elastómeros usados en Ortodoncia son importantes para permitir el movimiento dental manteniendo una baja fricción, cuando los elastómeros se encuentran en el medio bucal sufren un proceso de deformación elástica y luego plástica por lo que deben cambiarse con relativa frecuencia, para evitar que se desplacen espontáneamente y que además se inactiven en la función que realizan, constituyendo un serio problema en la práctica clínica. **Objetivo:** Comparar la deformación plástica y elástica entre módulos elastómeros de tres marcas comerciales en un medio alcalino con condiciones bucales. **Materiales y métodos:** Tuvo un enfoque cuantitativo, de temporalidad transversal y diseño descriptivo-experimental; por el ámbito fue comparativo, con técnica observacional. La población de estudio estuvo planteada por las marcas comerciales con más relevancia en la región: American Orthodontics, Orthometric y Dentaurem en un medio de saliva artificial alcalino, a una temperatura de 37°C y en cinco periodos de tiempo de evaluación. **Resultados:** La deformación del diámetro externo e interno de los elastómeros de la marca comercial American Orthodontics demostraron mayor deformación plástica y elástica de hasta un 30,73% ± 6,29 y 106,68% ± 26.23 respectivamente, siendo el porcentaje más alto de deformación obtenido. Por otra parte, el grosor de los módulos elastoméricos Dentaurem demostraron mayor deformación plástica y elástica de hasta 37,82% ± 9,50. **Conclusiones:** La mayor deformación del diámetro externo e interno de los módulos elastoméricos en esta investigación, se presentó en la marca comercial American Orthodontics y el grosor de los módulos elastoméricos Dentaurem demostraron mayor deformación plástica y elástica; sin embargo, es indispensable recordar que los elastómeros presenta diversidad en su composición física y química, por esta razón es necesario seguir las recomendaciones brindadas por cada casa comercial o marca.

Palabras claves: Elastómeros; Saliva; Aparatos Ortodóncicos Fijos; Fricción Ortodóncica; Técnicas In Vitro.

Abstract

Introduction: The elastomeric modules or elastomers used in Orthodontics are important to allow dental movement while maintaining low friction, when the elastomers are in the oral environment, they undergo a process of elastic and then plastic deformation so they must be changed relatively frequently, to prevent them from moving spontaneously and also being inactive in the function they

perform, constituting a serious problem in clinical practice. **Objective:** To compare plastic and elastic deformation between elastomer modules of three commercial brands in an alkaline medium with oral conditions. **Materials and methods:** It had a quantitative approach, of transversal temporality and descriptive-experimental design; for the scope it was comparative, with observational technique. The study population was raised by the most relevant commercial brands in the region: American Orthodontics, Orthometric and Dentaurem in an alkaline artificial saliva medium, at a temperature of 37°C and in five evaluation time periods. **Results:** The deformation of the external and internal diameter of the elastomers of the american orthodontics trademark demonstrated greater plastic and elastic deformation of up to 30.73% ± 6.29 and 106.68% ± 26.23 respectively, being the highest percentage of deformation obtained. On the other hand, the thickness of the Dentaurem elastomeric modules showed greater plastic and elastic deformation of up to 37.82% ± 9.50. **Conclusions:** The greater deformation of the external and internal diameter of the elastomeric modules in this research, was presented in the trademark American Orthodontics and the thickness of the elastomeric modules Dentaurem demonstrated greater plastic and elastic deformation; however, it is essential to remember that the 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.

Key words: Elastomers; Saliva; Orthodontic Appliances, Fixed; Orthodontic Friction; In Vitro Techniques.

Resumo

Introdução: Os módulos elastoméricos ou elastômeros utilizados na Ortodontia são importantes para permitir o movimento dentário mantendo o baixo atrito, quando os elastômeros estão no ambiente oral eles passam por um processo de deformação elástica e, em seguida, plástica, por isso devem ser alterados relativamente frequentemente, para evitar que eles se movam espontaneamente e também sejam inativos na função que realizam, constituindo um problema sério na prática clínica.

Objetivo: Comparar a deformação plástica e elástica entre módulos de elastômero de três marcas comerciais em um meio alcalino com condições orais. **Materiais e métodos:** Possuía abordagem quantitativa, de temporalidade transversal e design descritivo-experimental; para o escopo era comparativo, com técnica observacional. A população do estudo foi levantada pelas marcas comerciais mais relevantes da região: Ortodontia Americana, Ortométrica e Dentaurem em um

meio de saliva artificial alcalino, a uma temperatura de 37°C e em cinco períodos de tempo de avaliação. **Resultados:** A deformação do diâmetro externo e interno dos elastômeros da marca ortodôntica americana demonstrou maior deformação plástica e elástica de até 30,73% ± 6,29 e 106,68% ± 26,23, respectivamente, sendo o maior percentual de deformação obtido. Por outro lado, a espessura dos módulos elastoméricos de Dentaurem apresentou maior deformação plástica e elástica de até 37,82% ± 9,50. **Conclusões:** A maior deformação do diâmetro externo e interno dos módulos elastoméricos nesta pesquisa, foi apresentada na marca Ortodontia Americana e na espessura dos módulos elastoméricos O Dentaurem demonstrou maior deformação plástica e elástica; no entanto, é essencial lembrar que os elastômeros apresentam diversidade em seus composição física e química, por isso é necessário seguir as recomendações fornecidas por cada casa comercial ou marca.

Palavras-chave: Elastômeros; Saliva; Aparelhos Ortodônticos Fixos; Atrito ortodôntico; Técnicas In Vitro.

Introducción

Los módulos elastoméricos son aditamentos utilizados en todo tratamiento de ortodoncia, mismos que, que a lo largo de los años se ha encargado de devolver funciones tanto de oclusión como de estética a los pacientes;(Michel, 2000) en tal contexto, estos elastómeros ejercen un cierto nivel de fricción que junto con los brackets y el arco utilizado provocan el movimiento dental y a su vez es posible alcanzar los objetivos terapéuticos. (Estefanía et al., 2022; Michel, 2000; Wang et al., 2007a)

El elastómero es un material plástico y elástico que al aplicarle fuerzas demuestra el aumento de su longitud y esta desaparece al eliminar el estímulo.(Sánchez L, katagari M, 2006) Uno de los primeros materiales que se conoce con estas características es el hule natural que se empleaba desde la época de las civilizaciones Inca y Maya; sin embargo, su uso fue limitado debido a que sus propiedades se perdían con facilidad por acción de la temperatura y la absorción de la humedad.(Farfán Rodriguez Mary Loly et al., 2017; Galarza et al., 2015)

“Los elásticos se utilizan habitualmente como un componente activo en el tratamiento de ortodoncia”, (Soldevilla Galarza et al., 2015) su uso combinado con la colaboración de los pacientes proporciona al ortodoncista la capacidad de corregir discrepancias dentofaciales. Por ello 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, etc.(A & M, 1992; Langlade Michel, 2000; Sauget et al., 2011) Ya que la aplicación de la fuerza tiene una influencia directa en el tratamiento de ortodoncia, por medio de alambres y de los módulos elastoméricos. (Sánchez L, katagari M, 2006)

En el mercado existen varias marcas de módulos elastoméricos, las cuales ofrecen ciertas ventajas dependiendo cada casa comercial y por ende los costos son variados, pero no hay certificaciones que den una seguridad en el uso de cierta marca. “Los odontólogos que utilizan elásticos ortodóncicos necesitan saber la magnitud de la fuerza aplicada a los dientes en una extensión elástica determinada y cómo esta fuerza disminuye con el tiempo”. (Fernández et al., 2011) Los módulos elastoméricos o elastómeros usados en Ortodoncia son importantes para permitir el movimiento dental manteniendo una baja fricción, cuando los elastómeros se encuentran en el medio bucal sufren un proceso de deformación elástica y luego plástica por lo que deben cambiarse con relativa frecuencia, para evitar que se desplacen espontáneamente y que además se inactiven en la función que realizan, constituyendo un serio problema en la práctica clínica. (Cedillo Flor P., 2012)

Se basó en las dimensiones de cada módulo: diámetro interno, externo y su grosor, se tomó las medidas originales antes de ser usados en el bracket, luego se obtuvo las mismas dimensiones sacándolos inmediatamente luego de su colocación, es decir a los cero días; posteriormente, con módulos nuevos se colocan nuevamente y se toman sus mediciones a los 7 días y de la misma manera a los 14, 21 y finalmente a los 28 días. De esta manera se trató de replicar lo que ocurre en la boca durante los 28 días que el paciente utiliza los módulos elastoméricos en Ortodoncia, y así, comprobar la efectividad y mejor opción para poder manejarla en la consulta Ortodóncica. Por tal motivo, en el presente trabajo investigativo se exteriorizan las deformaciones y cambios plásticos y elásticos de los módulos elastoméricos de tres marcas comerciales populares American orthodontic, Dentaaurum y Orthometric en un medio alcalino.

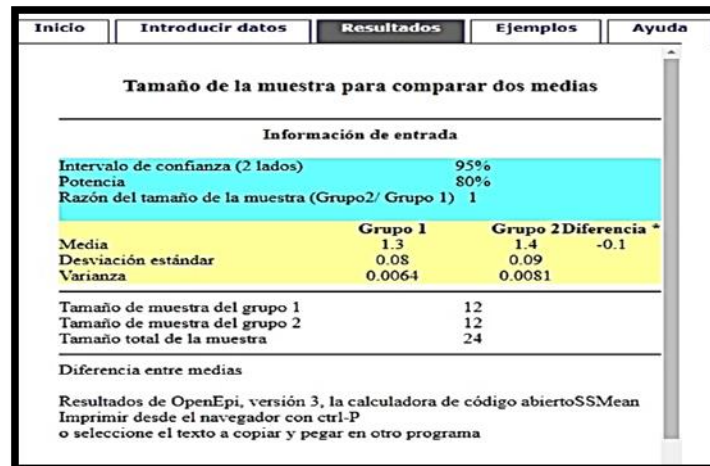
Materiales y métodos

El presente estudio investigativo tuvo un enfoque cuantitativo, de temporalidad transversal y diseño descriptivo-experimental; por el ámbito fue comparativo, con técnica observacional. Para el cálculo de la muestra se utilizó el programa epidemiológico Epi Info versión 7.2 de uso libre on-

line sin costo;(Ramos et al., 2018) 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).(Estefania & Roosevelt, 2016)

- **Criterios de inclusión:**
 - o Módulos elastoméricos nuevos en fundas selladas.
 - o Módulos elastoméricos bien almacenados.
 - o Módulos elastoméricos con fecha de fabricación y caducidad similar.
- **Criterios de exclusión:**
 - o Módulos elastoméricos de otras marcas.
 - o Módulos elastoméricos caducados o mal almacenadas.
 - o Módulos elastoméricos que ya hayan sido utilizados.

El tamaño estadístico de la muestra 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)



Inicio	Introducir datos	Resultados	Ejemplos	Ayuda
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		
Media	Grupo 1	Grupo 2	Diferencia *	
Desviación estándar	1.3	1.4	-0.1	
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

Los tipodontos están bondeados con brackets desde segundo premolar a segundo premolar del lado contrario, tanto en la parte superior e inferior, se utilizaron 12 módulos elásticos por cada marca comercial, de canino a canino, superior e inferior correspondientemente.

Al ser 5 tiempos de estudio se utilizaron 60 módulos por cada marca y al ser 3 marcas comerciales se tuvo una muestra total de 180 elastómeros. (Tabla 1)

MARCAS	TIEMPOS DE TRABAJO					TOTAL
	TIEMPO 1	TIEMPO 2	TIEMPO 3	TIEMPO 4	TIEMPO 5	
ORTHOMETRIC	12	12	12	12	12	60
AMERICAN	12	12	12	12	12	60
ORTHODONTICS						
DENTAURUM	12	12	12	12	12	60
						180

Tabla 1. Planificación de tiempos de trabajo con las 3 marcas comerciales de módulos elastoméricos.

Procedimiento para la toma de datos:

Para la toma de datos se utilizó una computadora portátil, marca TOSHIBA, procesador Intel Corei3, 16GB RAM, y una cámara fotográfica para registros. canon T6i con macro 100mm y ring-flash. Los módulos elastoméricos considerados para el estudio fueron Orthometric©, American Orthodontics©, y Dentaaurum©, estos fueron medidos por medio de un calibrador digital para obtener la medida inicial, montados en 3 Juegos de Brackets previamente cementados en 3 tipodontos. Posteriormente, fueron sumergidos en Saliva Artificial con pH Alcalino 8 y para su correcta medida, se utilizó un medidor de pH de marca Lovibond, a su vez, los módulos elastoméricos fueron medidos con un calibrador digital (pie de rey o vernier para obtener la medida inicial. (Andhare et al., 2021; Andrade Solis Daniela et al., 2014; Arteché et al., 2015; Balhoff et al., 2011; Cedillo Flor P., 2012; Farfán Rodríguez Mary Loly et al., 2017; Fernandes et al., 2011; Ferrabobe Alexander, 2018; Fiallos Sánchez Johanna Elizabeth, 2016; Halimi et al., 2012, 2013; Jeffries CL & von Fraunhofer J A, 1990; Kardach et al., 2017; Kassir et al., 2020; Langlade Michel, 2000; Soldevilla Galarza et al., 2015; Teovaldo Valdivia Manuel & Grecca, 2015; Varón et al., 2012; Villavicencio Caparó Ebingen, Alvear Córdova María, et al., 2016; Villavicencio Caparó Ebingen, Cuenca León Katherine, et al., 2016; Villavicencio Caparó Ebingen et al., 2017, 2019; von Fraunhofer J A & Orbell G M, 1992; Wang et al., 2007b; Yagura et al., 2013; Zhañay Solis Laura Estefania & Ramos Montiel Ronald Roosevelt, 2016)

Los tipodontos se sumergieron en la saliva artificial con pH alcalino y fueron introducidos en una estufa Térmica marca Memmert, (37°C) del área de posgrado del Laboratorio Clínico de la Universidad Católica de Cuenca, donde se mantuvo constante revisión y control en cada uno de los periodos.

Al ser un estudio cuantitativo, se analizó los datos mediante comparación de medias y desviación estándar en el programa IBM SPSS Statistics.

“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 fueron sumergidos en saliva artificial con pH alcalino, en la que fueron medidos en el día 7, 14, 21 y 28. Posteriormente, estas medidas se analizaron en tres grupos de presentación: diámetro externo, diámetro interno y grosor del módulo.

• Diámetro externo

El cambio o deformación en el diámetro externo más evidente de las tres marcas de elastómeros evaluados se observó en los elastómeros **American Orthodontics**, ya que presentaron un $30,73\% \pm 6,24$ de deformación plástica y elástica; así mismo, es posible mencionar que la marca **Orthometric** fue la que menos deformación plástica y elástica presentó con un $8,01\% \pm 9,94$ de deformación plástica y elástica. (Figura 2) (Tabla 2)

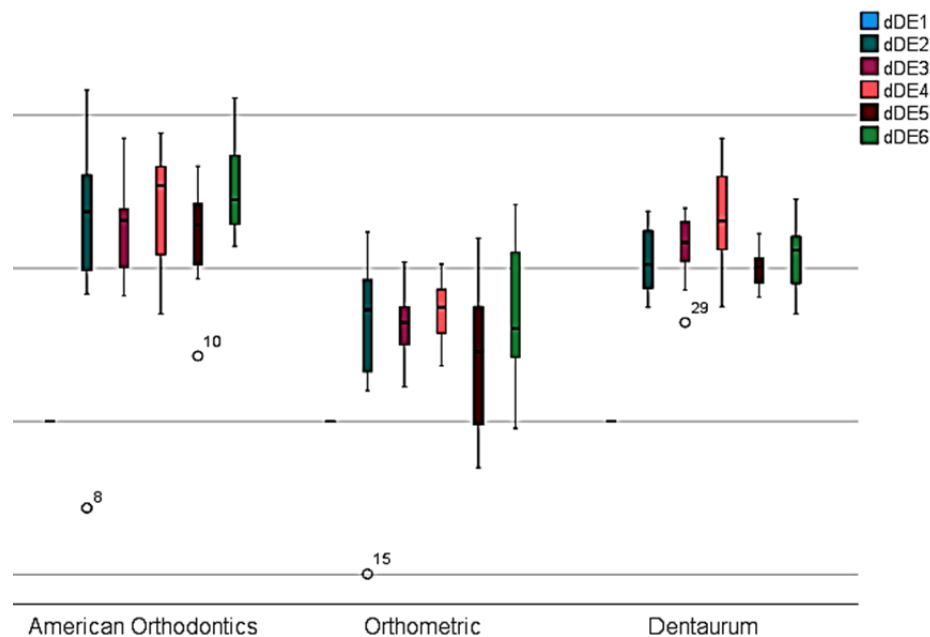


Figura 2. Diámetro externo de los módulos elastoméricos sumergidos en saliva artificial con pH Alcalino

- **Diámetro interno**

El cambio o deformación en el diámetro interno más evidente de las tres marcas de elastómeros evaluados se observó en los elastómeros American Orthodontics, ya que presentaron un $106,68\% \pm 26,23$ de deformación plástica y elástica; así mismo, es posible mencionar que la marca Orthometric fue la que menos deformación plástica y elástica presentó con un $56,36\% \pm 10,54$ de deformación plástica y elástica. (Figura 3) (Tabla 2)

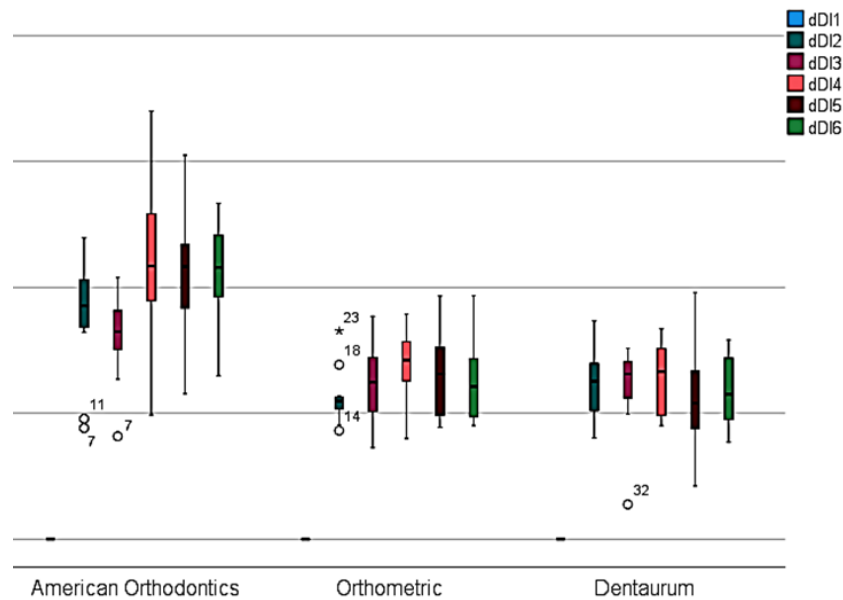


Figura 3. Diámetro interno de los módulos elastoméricos sumergidos en saliva artificial con pH Alcalino.

- **Grosor**

El grosor de los módulos elastoméricos Dentaaurum demostró una deformación plásticas y elástica de hasta $37,24\% \pm 9,50$ siendo el porcentaje más alto de deformación obtenida; por otra parte, los módulos elastoméricos American Orthodontics se mantuvieron con una deformación plástica y elástica de hasta $15,06\% \pm 10,89$, siendo esta la menor deformación plástica y elástica del grosor de los módulos elastoméricos. (Figura 4, tabla 2)

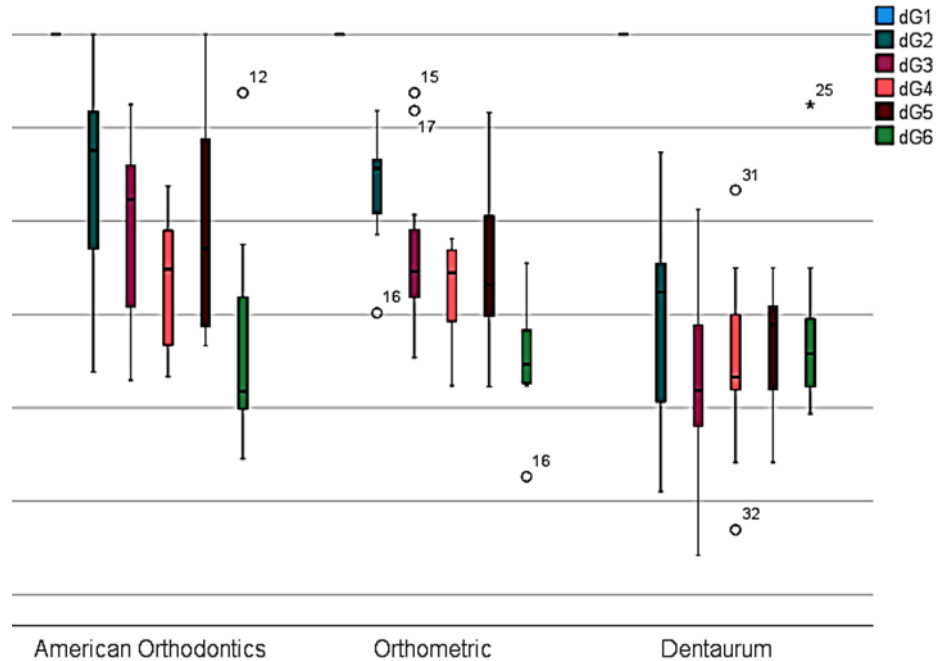


Figura 4. Diámetro del grosor de los módulos elastoméricos sumergidos en saliva artificial con pH Alcalino.

	DIAMETRO EXTERNO											
	American Orthodontics				Orthometric				Dentaurem			
	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
dDE1	100,00	,00	100,00	100,00	100,00	,00	100,00	100,00	100,00	,00	100,00	100,00
dDE2	124,69	13,51	88,70	143,30	111,72	11,82	80,06	124,76	121,12	4,34	114,92	127,48
dDE3	125,67	6,58	116,44	136,99	112,64	4,23	104,52	120,85	122,73	4,36	112,93	127,85
dDE4	127,72	8,14	114,04	137,67	114,52	4,08	107,28	120,56	126,54	7,24	115,00	136,99
dDE5	124,21	6,53	108,56	133,33	108,01	9,94	93,98	123,97	119,94	2,39	116,25	124,53
dDE6	130,73	6,29	122,92	142,27	113,84	8,97	99,10	128,35	121,36	4,62	114,06	129,02

	DIAMETRO INTERNO											
	American Orthodontics				Orthometric				Dentaurem			
	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
dDI1	100,00	,00	100,00	100,00	100,00	,00	100,00	100,00	100,00	,00	100,00	100,00
dDI2	188,94	22,81	144,16	219,69	156,36	10,54	143,13	182,79	161,02	12,82	140,13	186,71
dDI3	180,63	16,60	140,91	203,97	162,01	14,97	136,36	188,52	160,51	16,68	113,82	175,80
dDI4	209,33	30,28	149,35	270,00	169,49	14,47	140,00	189,34	163,18	13,64	145,16	183,55
dDI5	206,68	26,23	157,81	252,50	165,86	18,04	144,44	196,58	157,05	21,88	121,19	197,92
dDI6	204,70	22,29	164,94	233,33	164,06	17,68	145,14	196,72	159,02	13,56	138,51	179,17

	GROSOR											
	American Orthodontics				Orthometric				Dentaurum			
	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
dG1	100,00	,00	100,00	100,00	100,00	,00	100,00	100,00	100,00	,00	100,00	100,00
dG2	84,94	10,89	63,86	100,00	83,87	5,84	70,18	91,84	69,52	11,13	51,04	87,37
dG3	79,55	10,28	62,96	92,50	76,96	8,40	65,38	93,75	62,76	9,50	44,21	81,25
dG4	73,24	7,02	63,33	83,75	73,00	4,80	62,38	78,13	64,92	9,36	46,94	83,33
dG5	79,17	10,94	66,67	100,00	74,89	8,03	62,28	91,67	66,36	6,46	54,17	75,00
dG6	66,24	10,91	54,55	93,75	65,16	5,58	52,63	75,51	67,83	8,94	59,37	92,47

Tabla 2. Comparación de medidas y desviación estándar en el programa IBM SPSS statistic.

Discusión

El presente estudio investigativo se basó en la comparación de la deformación plástica y elástica de módulos elastoméricos, los mismos que son usados en los tratamientos de ortodoncia convencional. La investigación se enfocó en tres diferentes marcas comerciales: American Orthodontics, Orthometric y Dentaurum. Los elastómeros fueron colocados en brackets bondeados en tres tipodontos, mismos que fueron sumergidos en un medio con pH alcalino 8 (saliva artificial), y sometidos a una temperatura similar a la de la boca 37°C, en una estufa de laboratorio controlada las 24 horas en temperatura y ph.

Mediante este estudio in vitro, se cuantificaron los cambios y deformaciones elásticas y plásticas de cada marca de elastómero, midiendo su diámetro interno, externo y grosor, el instrumento utilizado fue un calibrador o pie de Rey; se obtuvieron, las medidas el primer día antes de ser sumergidas (día uno), la segunda toma después de siete días, la tercera se tomó a los catorce días, la cuarta al día veintiuno y la quinta después del día veintiocho de ser sumergidas en saliva artificial con pH Alcalino.

Se obtuvo los resultados similares 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, (Zhañay Solis Laura Estefania & Ramos Montiel Ronald Roosevelt, 2016) en el que también realizó un estudio in vitro con saliva artificial en una temperatura de 37°C, y utilizaron dos marcas diferentes de módulos elastoméricos (Dentaurum y Leone), obteniendo como resultado la evidente deformación plástica y elástica de los elastómeros. Similar también con el

estudio “Comparación de la durabilidad, deformación elástica y plástica de tres tipos de módulos elastoméricos en el postgrado de ortodoncia de la universidad de cuenca periodo 2012 – 2013” realizado por Cedillo F. y Cols. Realizado el año 2013, (Cedillo Flor P., 2012) el mismo que lo realizaron también en un medio húmedo con saliva artificial a temperatura de 37°C, y del mismo modo se usaron tres marcas diferentes para su comparación (Tp Orthodontic, Ormco y Morelli), observando que los elastómeros sufrieron significativo grado de degradación en la cantidad de fuerza liberada por el largo periodo de tiempo, además de indicar que el pH alcalino afecta más las cadenas de poliuretano. Otro estudio que se asemeja es “Estudio in vitro de la durabilidad, deformación elástica y plástica de tres tipos de módulos elastoméricos” realizado por Andrade y Cols. En el año 2014, (Andrade Solis Daniela et al., 2014) demostrando en sus que: un medio húmedo aumenta el grado de deformación de los módulos elastoméricos, los mismos que tuvieron un periodo de 28 días en contacto con dicho medio y en los cuales observaron que se pierde la elasticidad.

Los resultados obtenidos en esta investigación pueden ser comparados también con la investigación “Estudio in vitro de la magnitud de fuerza inicial de cinco diferentes marcas de cadenas elastoméricas sumergidas en saliva artificial según intervalos de tiempo” realizada por Ferrabone A. en el año 2018 (Ferrabobe Alexander, 2018) en el que tuvo como propósito medir la pérdida de la fuerza de las cadenas elásticas de cinco marcas comerciales 3M, Morelli, American Orthodontic, Denstply y RMO, por lo tanto, se midió la fuerza inicial de las cadenas elásticas, luego fueron estiradas en una base acrílica y sumergida en saliva artificial durante 7, 14 y 28 días, indicando que la mayor pérdida de fuerza de las cadenas elásticas cerradas de las cinco marcas comerciales estudiadas fue durante el primer periodo de tiempo de 7 días, con excepción de una sola marca comercial RMO, la cual obtuvo su mayor pérdida de fuerza en el segundo periodo; similar a lo acontecido en “Deformation of elastomeric chains related to the amount and time of stretching” realizado por Yagura D y Cols. En el año 2013, (Yagura et al., 2013) en el cual sumergieron una marca (3M) de módulos elastoméricos, en saliva artificial a una temperatura de 37°C, y fueron medidos en periodos de tiempo de 1, 2, 3 y 4 semanas observando que la deformación permanente es directamente proporcional al grado de estiramiento y que el mayor porcentaje de deformación permanente ocurrió durante la primera semana y no fue estadísticamente significativo después de este período. De la misma manera en comparación con el estudio “The effects of 2% alkaline glutaraldehyde solution on the elastic properties of elastomeric chain” de Jeffries C y Cols. Spring

1991”,(Jeffries CL & von Fraunhofer J A, 1990) en el cual indicaron que la exposición a una solución de glutaraldehído con pH alcalino afectó la resistencia y la distensión de la cadena elastomérica de los módulos.

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

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.

Referencias

1. A, V. F. J., & M, O. G. (1992). The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic properties of orthodontic chains. *The Angle Orthodontist*, 62. [https://watermark.silverchair.com/0003-3219\(1992\)062_0265_teasa_2_0_co_2.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAz4wggM6BgkqhkiG9w0BBwaggMrMIIDJwIBA DCCAyAGCSqGSib3DQEHATAeBglghkgBZQMEAS4wEQQMJYM7e0RMRXznRYvEAgEQgIIC8YKFY5XqHXrbFny](https://watermark.silverchair.com/0003-3219(1992)062_0265_teasa_2_0_co_2.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAz4wggM6BgkqhkiG9w0BBwaggMrMIIDJwIBA DCCAyAGCSqGSib3DQEHATAeBglghkgBZQMEAS4wEQQMJYM7e0RMRXznRYvEAgEQgIIC8YKFY5XqHXrbFny)

2. Andhare, P., Datana, S., Agarwal, S. S., & Chopra, S. S. (2021). Comparison of in vivo and in vitro force decay of elastomeric chains/modules: a systematic review and meta analysis. In *Journal of the World Federation of Orthodontists* (Vol. 10, Issue 4, pp. 155–162). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.ejwf.2021.07.003>
3. Andrade Solis Daniela, Cedillo Chica Flor Paulina, & Bravo Calderon Manuel. (2014). Estudio in vitro de la durabilidad, deformación elástica y plástica de tres tipos de Módulos Elastoméricos. *Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatria*. https://www.researchgate.net/publication/267752046_In_vitro_study_of_durability_elastic_and_plastic_deformation_of_three_types_Elastomeric_Modules
4. Arteche, P., Oberti, G., Aristizabal, J. F., Sierra, Á., & Rey, D. (2015). Consideraciones importantes de la ortodoncia con brackets de autoligado versus ligado convencional. *REVISTA ESPAÑOLA DE ORTODONCIA*, 45(3). <http://juanfernandoaristizabal.com/pdf/consideracione-importantes-ortodoncia-brackets-autoligado-versus-ligado-convencional.pdf>
5. Balhoff, D. A., Shuldberg, M., Hagan, J. L., Ballard, R. W., & Armbruster, P. C. (2011). Force decay of elastomeric chains - A mechanical design and product comparison study. *Journal of Orthodontics*, 38(1), 40–47. <https://doi.org/10.1179/14653121141227>
6. Cedillo Flor P. (2012). Comparación de la durabilidad, deformacion elastica y plastica de tres tipos de modulos elastomericos en el posgrado de ortodoncia de la universidad de cuenca periodo 2012 2013. <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23384/1/TESIS%20FLOR%20PAULINA%20CEDILLO.pdf>
7. Estefanía, P., Córdova, A., Rafael Vásquez Ortega, B., Fernanda Ortega López, M., Emanuel, D., Romero, R., Roosevelt, R., & Montiel, R. (2022). Manejo ortodóntico conservador en paciente braquifacial. Reporte de caso clínico. *Revista Odontología*, 24(1), e3562–e3562. <https://doi.org/10.29166/ODONTOLOGIA.VOL24.N1.2022-E3562>
8. Estefania, Z. S. L., & Roosevelt, R. M. R. (2016). Estudio in vitro de la durabilidad y deformación elástica y plástica de dos tipos de módulos elastoméricos.
9. Farfán Rodriguez Mary Loly, Mattos Vela Manuel Antonio, & Soldevilla Galarza Luciano Carlos. (2017). Degradación de la Fuerza de los Elásticos Intermaxilares de Látex y no

- Látex. In Junio (Vol. 10, Issue 2). <https://www.scielo.cl/pdf/ijodontos/v11n3/0718-381X-ijodontos-11-03-00363.pdf>
10. Fernandes, D. J., Fernandes, G. M. A., Artese, F., Elias, C. N., & Mendes, A. M. (2011). Force extension relaxation of medium force orthodontic latex elastics. *Angle Orthodontist*, 81(5), 812–819. <https://doi.org/10.2319/120810-709.1>
 11. Ferrabobe Alexander. (2018). Estudio in vitro de la magnitud de fuerza inicial de cinco diferentes marcas de cadenas elastoméricas sumergidas en saliva artificial según intervalos de tiempo. <http://up-rid.up.ac.pa/1695/1/alexander%20ferrabone.pdf>
 12. Fiallos Sánchez Johanna Elizabeth. (2016). Degradación de la fuerza de ligas intermaxilares de uso ortodóntico de diferentes casas comerciales según el tiempo empleado. Estudio in vitro. <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/6642>
 13. Galarza, S., Carlos, L., Palomino, F., & Teresa, M. (2015). Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex según el tiempo de uso empleado en ortodoncia : estudio in vitro. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3815?show=full>
 14. Halimi, A., Azeroual, M. F., Doukkali, A., el Mabrouk, K., & Zaoui, F. (2013). Dégradation de la chaînette élastomérique dans la salive artificielle : étude in vitro. *International Orthodontics*, 11(1), 60–70. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2012.12.007>
 15. Halimi, A., Benyahia, H., Doukkali, A., Azeroual, M. F., & Zaoui, F. (2012). A systematic review of force decay in orthodontic elastomeric power chains. In *International Orthodontics* (Vol. 10, Issue 3, pp. 223–240). Elsevier Masson SAS. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2012.06.013>
 16. Jeffries CL, & von Fraunhofer J A. (1990). The effects of 2% alkaline gluteraldehyde solution on the elastics properties of elastomeric chain. *The Angle Orthodontic*, 61. [https://watermark.silverchair.com/0003-3219\(1991\)061_0026_teoags_2_0_co_2.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAz0wggM5Bkgqhkig9w0BBwagggMqMIIDJgIBADCCAx8GCSqGSib3DQEHATAeBglghkgBZQMEAS4wEQQM4drlxsQMw2sl4Ix-AgEQgIIC8MzPOuQQUU5wbvmHPcWnPDkBzdcuKBStcnn_Bbwj-jEt-wovs-ny0_kYgnS0epXWeNHbRch8YZELOGyTMc2ZdS__9RnE37SK60LEUT0gTOXtCO M9lkYoClCxBEoZknEPDsUdLWnntuDgysDPg6x2iBh04dBU1TPyotnGA-KWQT-BhQJDhvoZMWYszrz6qfW1UxrJuZu_DzKjdb693-](https://watermark.silverchair.com/0003-3219(1991)061_0026_teoags_2_0_co_2.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kkhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAz0wggM5Bkgqhkig9w0BBwagggMqMIIDJgIBADCCAx8GCSqGSib3DQEHATAeBglghkgBZQMEAS4wEQQM4drlxsQMw2sl4Ix-AgEQgIIC8MzPOuQQUU5wbvmHPcWnPDkBzdcuKBStcnn_Bbwj-jEt-wovs-ny0_kYgnS0epXWeNHbRch8YZELOGyTMc2ZdS__9RnE37SK60LEUT0gTOXtCO M9lkYoClCxBEoZknEPDsUdLWnntuDgysDPg6x2iBh04dBU1TPyotnGA-KWQT-BhQJDhvoZMWYszrz6qfW1UxrJuZu_DzKjdb693-)

M5W0w2FJymb1D0scPTMwybZAGgPGX2SKASAIMi7JOggv81Lx64efnqI0L8iBmH
yhe-22gZ9Nkkx7uyIWokdjBTr_wa9XsKLR6v_It7oY76Rx8CpVNJ7fI5GGKD7XXThd-
Q89Db0vM0MAwSPR9dNkF0FLsKjJ6L5PuGsA6SzxjLQ7GpDyNHP9sy2bQ9P-
yR9cXsuj1AfBoDvlL10Kmy2uiyjV2EBejpchSLQ73NmHAKJuXNIZk60bcAeDnm1dB
EcYbvowHhT1VNzWqkQqPYRUBuIP4g3vOVoUNNRB1-
vzQOIQiB5fT0MaoPrdL73XMu6_Tqagav0EhgEP9Vik5zye88w_hyRN2CQI0G0xVTv
F8DoKe9ZyWWMhq5oEiTO1I9KrQAJb4VTB2s6Ch0H0-
Nr5KifhW8gByAgXFyrmFFEy8iwWTwy5kcXRlxWlgL9v2H_NrX2EEYmZGKE4tct0
YWWE7Nia7_oimrBa7iV30AJM1owC4uHHua-
68JhbCSoknnDuaFbJ7pv4SWOp5kmF2cY7A5jVQyYBGIARf-
Rs1QjtYVMobwYSE8V_zDjESSWY2_63zojnVaijH84GQ_UYu0vJl-
14JbXNibl8YMFwiqdbqMvrrYawC6rmoOxdYyVwv8Kmm9n16iEn1Piea2hxkwjvDhl
cLXmK4FFrdDsNsMmBq2mvEI5cyB8z3n3jNoEeBUMMnMyFtp076GW9jK8ASTbS
NoQ1hQUV5ozh0LsHtjnFrtE_xbapQzhsv674b98O1mojjbxZ_byDcqui35CpYo7x-
zA4RU

17. Kardach, H., Biedziak, B., Olszewska, A., Golusińska-Kardach, E., & Sokalski, J. (2017). The mechanical strength of orthodontic elastomeric memory chains and plastic chains: An in vitro study. *Advances in Clinical and Experimental Medicine*, 26(3), 373–378. <https://doi.org/10.17219/acem/61957>
18. Kassir, C. A., Daou, M., & Abboud, M. (2020). Comparison of the force decay over time of four different brands of elastomeric chains (elongated to 25 mm grey/transparent and closed/open): An in-vitro study. *International Orthodontics*, 18(3), 538–545. <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2020.05.003>
19. Langlade Michel. (2000). Optimización de elásticos ortodóncicos (Canut Juan, Ed.). Gac International inc. <https://es.scribd.com/document/385686353/Optimizacion-de-Elasticos-Ortodoncicos-Michel-Langlade>
20. Michel, L. (2000). Optimización de elásticos ortodóncicos (C. Juan, Ed.). Gac International inc. <https://es.scribd.com/document/385686353/Optimizacion-de-Elasticos-Ortodoncicos-Michel-Langlade>

21. Ramos, R., Urgiles, C., & Jara, F. (2018). Aspectos metodológicos de la investigación. *Aspectos Metodológicos de La Investigación*, 2(3), 194–211. [https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.\(3\).septiembre.2018.194-211](https://doi.org/10.26820/reciamuc/2.(3).septiembre.2018.194-211)
22. Sánchez L, katagari M, Á. C. (2006). Estudio in-vitro del deterioro de las propiedades elásticas de las cadenas elastomérica. *Revista Odontológica Mexicana*, 10(2), 79–82. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rom/article/view/15906>
23. Sauget, P. S., Stewart, K. T., & Katona, T. R. (2011). The effect of pH levels on nonlatex vs latex interarch elastics. *Angle Orthodontist*, 81(6), 1070–1074. <https://doi.org/10.2319/011811-34.1>
24. Soldevilla Galarza, Luciano Carlos, Fernández Palomino, & María Teresa. (2015). Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex según el tiempo de uso empleado en ortodoncia : estudio in vitro. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/3815?show=full>
25. Teovaldo Valdivia Manuel, & Grecca, D. (2015). Efecto in vitro del estiramiento de elásticos extraorales ormco y morelli sobre su fuerza residual, Arequipa, 2015. <https://core.ac.uk/download/pdf/198130382.pdf>
26. Varón, D. J., Gimeno, R. B., Ferrándiz Bou, S., & Sanoguera, D. G. (2012). Estudio, analisis y clasificación de los elastómeros termoplasticos. <https://www.3ciencias.com/wp-content/uploads/2012/08/2.clasificacion-elastomeros.pdf>
27. Villavicencio Caparó Ebingen, Alvear Córdova María Cristina, Cuenca León Katherine, Calderón Curipoma Mireya, Zhunio Ordoñez Karla, & Webster Carrión Frank. (2017). El tamaño muestral para la tesis. ¿cuántas personas debo encuestar? *Oactiva Ucacue Cuenca*, 2. <https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/175/233>
28. Villavicencio Caparó Ebingen, Alvear Córdova María, Cuenca León Katherine, Calderón Curipoma Mirella, Palacios Vivar Diego, & Alvarado Cordero Alberto. (2016). Diseños de estudios clínicos en odontología. *Oactiva Uc Cuenca*, 1. <https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/163/284>
29. Villavicencio Caparó Ebingen, Cuenca León Katherine, Velez León Eleonor, Sayango Heredia jaime, & Cabrera Duffau Augusto. (2016). Pasos para la planificación de una investigación clínica. *Oactiva Uc Cuenca*, 1. <https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/186/321>

30. Villavicencio Caparó Ebingen, Torracchi Carrasco Esteban, Pariona Minaya Maria del Carmen, & Alvear Córdova María Cristina. (2019). ¿Cómo plantear las variables de una investigación? operacionalización de las variables. Oactiva Cuenca, 4. <https://oactiva.ucacue.edu.ec/index.php/oactiva/article/view/289/500>
31. von Fraunhofer J A, & Orbell G M. (1992). The effects of artificial saliva and topical fluoride treatments on the degradation of the elastic properties of orthodontic chains. The Angle Orthodontist, 62. [1871](https://watermark.silverchair.com/0003-3219(1992)062_0265_teoasa_2_0_co_2.pdf?token=AQECAHi208BE49Ooan9kKhW_Ercy7Dm3ZL_9Cf3qfKAc485ysgAAAz4wggM6BgkqhkiG9w0BBWagggMrMIIDJwIBADCCAyAGCSqGSib3DQEHATAeBgIghkgBZQMEAS4wEQQMJYM7e0RMRXznRYvEAgEQgIIC8YKFY5XqHXrbFnyuZniaxsxp_CgyXhbVPKiIjWmSlr15kWJBjyny8ISLSUqMt_U9b-V3NZWjDH-Yab2ivR7AFgO5cpJ7hmYm28PtLVd-jYljX5mvzdcCGRdFYnUmUbf1Hf8or7i5I9R0bc88SVgDnLWZww5RfyDUY7hDUVoVnE7BbuNZdiQTtLze5smc66g3jcC60z3HE5VXBJsiCPg2q8WsgNpWaEalc525d9dqob-ed3PXAwwK38s3Cln8u7keh95JXA3ErIZHww4CIEPvxCMAi5AXGt2rQJxc7XbMoAuEM6aPauUnSC7iKtgi8wL5R6NxEwKcrz_o2MJLX1v5g9R2n818d2rz6e3eryY8YCdH0_-fbtaYroi0zSrmBXqo1gAJzwnA2-q9LKHr6ErnFuAyOcqOkeZ_xVZXlOrwgycgHn24v4qiS9YCUhEYUMCHRnIVhf9L3IYTVvnw1AiJBErLDZoOilgxkbAYWsKpJ7A-J5ywHaUr5ERqMM_Or8SwjHbNgxiHK5LGZwMiaNDRnnl3kU0F_yv_1WhpsI7GyNHajXIG2yWAAt0KQxcSlaL09DS9DYDyHAF7jtvGyrBBgY6ad3HoCxSHHqOmWX7zJYrt3_CwvtcXbC90N7r944z3t6CLK_XVEToLbTYuSSQQLdTaj_AH_qFUITqENmu9K2d4kW4J2ymJwDrTvG8_-lMMKAfou2RFurQFKRTrKuXJ6AzspZJ4GbqrgaLX4--cr9w23ajIpyTVVSB88SxMKi9Etc1_d-p4DidWjKE5-XNTmplqe3EyQURtFuRMaeS-R7uyOdWMAherxzFDDUW11CqDsyHpy55A0xQP0kGc7QBOjTxVydtX8OJY8VBPFx9cuM4uRCAGiZ4AEbf9Dh4tAdEietshbFOzNXh8K0Wq-1HdgmCISm-jMz44aK1vX3ludnWvPBDG2HHmU9XU7PUHEwjo8QddnMliHP1e696KPjEr-10UDechUgeTYaN6MojFLys1cw</p></div><div data-bbox=)

32. Wang, T., Zhou, G., Tan, X., & Dong, Y. (2007a). Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics in vitro and in vivo. *Angle Orthodontist*, 77(4), 688–693. <https://doi.org/10.2319/022306-76>
33. Wang, T., Zhou, G., Tan, X., & Dong, Y. (2007b). Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics in vitro and in vivo. *Angle Orthodontist*, 77(4), 688–693. <https://doi.org/10.2319/022306-76>
34. Yagura, D., Baggio, P. E., Carreiro, L. S., & Takahashi, R. (2013). Deformation of elastomeric chains related to the amount and time of stretching. In *Dental Press J Orthod* (Vol. 18, Issue 3). <https://www.scielo.br/j/dpjo/a/vYdhSrnsnWW8PtW58qWzPzb/?format=pdf&lang=en>
35. Zhañay Solis Laura Estefania, & Ramos Montiel Ronald Roosevelt. (2016). Estudio in vitro de la durabilidad y deformación elástica y plástica de dos tipos de módulos elastoméricos.