



**UACH**  
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
**CHIHUAHUA**

**Degradación de la magnitud de fuerzas de  
elásticos intermaxilares de uso ortodóncico, de  
diferentes casas comerciales. Estudio in vitro**

Tesis que presenta para obtener el Grado de Maestra en  
Estomatología opción Ortodoncia

**C.D. Ana Isabel Rosales Valenzuela**

Director de Tesis

M. E. O. Adolfo González Acosta





UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

La Tesis: Degradación de la magnitud de fuerzas de elásticos intermaxilares de uso ortodóncico, de diferentes casas comerciales. Estudio in vitro, presentada por: C.D. Ana Isabel Rosales Valenzuela, como requisito para obtener el Grado de Maestra en Estomatología opción Ortodoncia, ha sido aprobada y aceptada por:

M.E.S. JUAN ANTONIO GALACHE VEGA

Director

C.D.E.O. ROSA MARGARITA AGUILAR MADRIGAL

Secretaria de Investigación y Posgrado

M.E.O. ADOLFO GONZÁLEZ ACOSTA

Secretario Académico

M.E.O. ADOLFO GONZÁLEZ ACOSTA

Director de tesis

## RESUMEN

Los elásticos intermaxilares son utilizados para generar movimientos mediante una fuerza., la cual se reduce según el tiempo de uso en un medio bucal. El objetivo fue evaluar la degradación de la magnitud de fuerzas de elásticos intermaxilares de uso ortodóncico, de diferentes casas comerciales, sumergidos en saliva artificial a 37°C en cuatro intervalos de tiempo. Se evaluaron tres marcas de elásticos intermaxilares de látex 1/8" y fuerza media, American Orthodontics®, Borgatta® y Ah Kim Pech®. Se eligieron 25 elásticos de cada casa, para cada intervalo de tiempo, con un total de 300. Se midieron inicialmente en un medio seco, estiradas tres veces su diámetro. Se procedió a sumergir en un calentador los elásticos en saliva artificial a 37°C, a un pH de 7.5, en placas acrílicas, sometidos a tensión, a una distancia de 9.6 mm para American Orthodontics y Borgatta y 9.54 para Ah Kim Pech. Se evaluó la degradación de la fuerza de cada marca expuesta a tensión a las 3,12 y 24 horas. American Orthodontics pierde el 9.7%, 24% y 28.4% respectivamente, Borgatta pierde el 11.2%, 21% y 25.3%, finalmente Ah Kim Pech pierde el 10.3%, 14.4% y 17.3%. La degradación de la fuerza de las ligas intermaxilares se ven influenciadas por las casas comerciales que las fabrican. Se definió que la marca Ah Kim Pech, tiene una menor pérdida de elasticidad a las 12 y 24 horas.

Palabras claves: Elásticos, intermaxilares, ligas, degradación, fuerza, elastómeros, saliva, temperatura, tensión.

**Degradation of the magnitude of forces of intermaxillary elastics for orthodontic use, from different commercial houses. in vitro study**

**SUMMARY**

The intermaxillary elastics are used to generate movements by means of a force, which is reduced according to the time of use in an oral environment. The objective was to evaluate the force magnitude degradation of intermaxillary elastics for orthodontic use, from different commercial brands, immersed in artificial saliva at 37°C in four time intervals. Three brands of 1/8" medium strength latex intermaxillary elastics were evaluated: American Orthodontics®, Borgatta® and Ah Kim Pech®. Twenty-five elastics were chosen from each house, for each time interval, with a total of 300. They were initially measured in a dry medium, stretched three times their diameter. The elastics were submerged in artificial saliva at 37°C, at a pH of 7.5, in acrylic plates, under tension, at a distance of 9.6 mm for American Orthodontics and Borgatta and 9.54 for Ah Kim Pech. The strength degradation of each brand exposed to stress was evaluated at 3, 12 and 24 hours. American Orthodontics loses 9.7%, 24% and 28.4% respectively, Borgatta loses 11.2%, 21% and 25.3%, finally Ah Kim Pech loses 10.3%, 14.4% and 17.3%. The degradation of the strength of the intermaxillary ligatures is influenced by the commercial houses that manufacture them. It was defined that the Ah Kim Pech brand has a lower loss of elasticity at 12 and 24 hours.

Keywords: Elastics, intermaxillary, rubber bands, degradation, force, elastomers, saliva, temperature, tension.



## CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS .....	7
ÍNDICE DE FIGURAS .....	7
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. JUSTIFICACIÓN .....	11
3. OBJETIVO GENERAL.....	13
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	14
5. HIPÓTESIS .....	15
6. MARCO TEÓRICO .....	16
I. Planteamiento del problema .....	16
II. Antecedentes del estudio .....	17
III. Historia de los elásticos y el caucho .....	27
IV. Elastómeros .....	31
V. Elastómeros termoestables y termoplásticos .....	32
VI. Propiedades de los elásticos.....	33
VII. Elasticidad.....	34
VIII. Variación de elasticidad .....	34
IX. Deformación.....	35
X. Deformación plástica.....	36
XI. Clasificación de los elásticos e indicaciones .....	37
XII. Presentación de los elásticos.....	48
XIII. Composición y desgaste de los elásticos.....	48



XIV. Factores que influyen en la pérdida de fuerza .....	49
7. MATERIALES Y MÉTODOS .....	51
I. Tipo de estudio .....	51
II. Población y muestra .....	51
III. Criterios de inclusión .....	51
IV. Criterios de exclusión .....	52
V. Operacionalización de variables .....	52
VI. Procedimiento .....	53
VII. Procesamiento y análisis de datos .....	57
8. RESULTADOS .....	58
9. DISCUSIÓN .....	62
10. CONCLUSIONES .....	64
11. BIBLIOGRAFÍA .....	65
12. ANEXOS .....	69



## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.Resultados de las estadísticas descriptivas para los tres grupos .....	58
TABLA 2.Porcentaje de degradación de fuerza a diferentes intervalos de tiempo.....	58
TABLA 3.Comparaciones múltiples de la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares entre las marcas American Orthodontics, Borgatta y Ah Kim Pech.....	61

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIG. 1 Elásticos intermaxilares clase I .....	39
FIG. 2 Elásticos intermaxilares clase II, cortos .....	41
FIG. 3 Elásticos intermaxilares clase II, largos .....	41
FIG. 4 Elásticos intermaxilares clase III, cortos .....	43
FIG. 5 Elásticos intermaxilares clase III, largos.....	43
FIG. 6 Elásticos en forma de caja con vector clase III.....	44
FIG. 7 Elásticos en forma de trapecio anterior con vector clase II.....	44
FIG. 8 Elásticos en forma de triángulo.....	45
FIG. 9 Elásticos verticales cruzados .....	46
FIG. 10 Elásticos en forma de M .....	46
FIG. 11 Elásticos en forma de W .....	47



FIG. 12 Elásticos de corrección de línea media .....	47
FIG. 13 Diámetros más utilizados en ortodoncia .....	48
FIG. 14 Medición de fuerza de elásticos.....	54
FIG. 15 Grupos de elásticos para 3 horas .....	55
FIG. 16 Grupos de elásticos para 12 horas .....	55
FIG. 17 Grupos de elásticos para 24 horas .....	56
FIG. 18 Charolas sumergidas en saliva artificial a temperatura constante de 37°C.....	56





## INTRODUCCIÓN

Los elásticos intermaxilares son utilizados para generar movimientos mediante una fuerza en ortodoncia (1). Son elastómeros que se usan en el tratamiento de corrección de maloclusiones o en una fase temprana en ortodoncia y pueden ser colocados y cambiados por el paciente. (1)(2)(3) Los componentes del material y el tensión ejercida a la fuerza inicial aplicada en un determinado momento a los elásticos es reducida por la masticación, el habla, temperatura bucal, acidez y alcalinidad de diversos alimentos y bebidas. Se encuentran en diferentes tamaños y espesores para producir una fuerza precisa, pero esto puede variar según el fabricante. (2)(3) Es importante identificar la composición de fabricación de las diferentes marcas y los diámetros, evaluar según su fabricante para determinar la fuerza de magnitud de los elásticos y su pérdida de fuerza. (5)

Es también de igual importancia considerar que, al introducir el elástico intermaxilar en el medio bucal, es expuesto a los múltiples factores que se presentan dentro de él, así sean los cambios de temperatura y pH, o la tensión, en los cuales se presenta una pérdida de fuerza de hasta 60 a 74% en elastómeros sintéticos y 42% en elásticos de látex, en un intervalo de 24 horas (1) , ya que existen enzimas que producen hidrólisis en los elásticos, causando la deformación y reduciendo la fuerza (3).

En la actualidad los elásticos son altamente empleados en Ortodoncia, por lo que existen diversas marcas comerciales en el mercado que las fabrican y distribuyen; se presentan varios estudios que analizan la pérdida de fuerza con base a las casas comerciales, pero no hay una comparación entre las marcas que se analizan en este estudio, además buscamos recabar información de cual elástico pudiera ser más efectivo desde el punto de vista de la pérdida de la fuerza durante el tratamiento.

El presente estudio busca evaluar y determinar el nivel de degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares, de tres casas comerciales las cuales son American Orthodontics, Borgatta y Ah Kim Pech, por lo cual se llevó a cabo un estudio in vitro,



sumergiendo los elásticos previamente en tensión en saliva artificial con un pH de 7.5, en cuatro intervalos de tiempo, el inicial, a las 3, 12 y 24 horas; se midió la pérdida de fuerza con un dinamómetro, pretendiendo encontrar la casa comercial con mayor resistencia, además de conocer cual presenta mayor pérdida de la misma, y sobre todo asentando una base en el cual se fundamente el profesional de ortodoncia en cuanto al empleo de dichos elásticos, de esta forma contribuyendo a encontrar resultados favorables en el tratamiento, beneficiando tanto al profesional como al paciente.



## 1. JUSTIFICACIÓN

La investigación que se pretende realizar para obtener el grado de maestría es una de corte cuantitativo, esto se debe a que la mayor parte de la misma es una comparación de variables y datos duros acerca de la posición de la maloclusión en específico y esto tendrá el seguimiento por medio de un producto en particular que será medido en la fuerza de tensión que ejerce, así como las horas útiles que los elásticos intermaxilares tienen en este caso. Se trata de una investigación de seguimiento de números individuales a través de un tiempo establecido por el investigador para poder generar las variables, resultados, discusión y conclusiones acerca del tema en contraste con otras marcas de elásticos y artículos publicados sobre el tema.

La investigación es importante porque acerca de los elásticos intermaxilares en específico, se compararán con otras marcas que presentan escasos estudios que puedan evaluar su comportamiento, por otro lado, a las marcas comparadas se les han dedicado investigaciones acerca de la degradación de la magnitud de fuerza según el tiempo de uso en ortodoncia; el beneficio que se busca es una visión íntegra de las capacidades que tiene esta mercancía en contraste de las ya analizadas.

Los tratamientos ortodóncicos correctivos acercan al movimiento dental a una posición adecuada a través de fuerzas mecánicas a los dientes. Los elásticos son fuente de fuerza y se utilizan como componentes activos de la terapia de ortodoncia desde hace algunas décadas; estos han sido un valioso complemento de cualquier tratamiento de ortodoncia ya que pueden ser usados en varias configuraciones para la corrección de una maloclusión en particular.

Esto tiene que ver con el acceso al material el cual no es tan complicado de conseguir y tiene muchas variantes en el mercado, el tema de esta tesis se relaciona con esta parte de la capacidad para seleccionar los elásticos convenientes y el análisis de un productor en específico.



Los elásticos ofrecen gran variedad de ventajas, dentro de los cuales se encuentra su alta flexibilidad, costos bajos, y una gran capacidad para volver a su tamaño original después de una deformación considerable; además que es sencillo para el paciente cambiar y ajustar los elásticos y mantener una adecuada higiene bucal.

Mencionar las novedades puede no estar dentro del orden estricto de la investigación presentada debido a su simulación práctica con otros ejercicios, sin embargo, la originalidad busca evaluar aquella casa productora que no ha sido estudiada. No se pretende duplicar resultados en la indagación y metodología expuesta para realizar las tareas en la ortodoncia, más bien persigue la búsqueda de nuevos conocimientos que amplíen las posibilidades de elección de los elásticos intermaxilares. Los problemas permanentes en la labor de cualquier compañero del gremio que anhela especializarse radican en encontrar el tiempo para la investigación mientras se cumplen las funciones laborales correspondientes al día.

En los elásticos se muestran algunos aspectos negativos, ya que se necesita una gran colaboración del paciente y existe un decremento de la fuerza inicial. Por tal motivo se hace énfasis en la evaluación de la degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares según el tiempo que se utilizan en ortodoncia, así como la variación entre fabricantes.

Como mayor aspiración de esta investigación se intenta hacer una actividad concreta que no pierda su valor en tratar de compensar resultados adquiridos con largos discursos que podrían desacreditar la función de la misma. En este único trabajo el más difícil de los retos es ser constante con la medición y análisis de los números que arroje la comparación en la acción propia de los elásticos intermaxilares y a su vez la medición que deberá ser contrastada con las notas sobre los acercamientos similares que realizaron otros investigadores en otras marcas presentadas para estudios.



## 2. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la degradación de la magnitud de fuerzas de elásticos intermaxilares de uso ortodóncico, de diferentes casas comerciales.



### 3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de 1/8" de 4.5oz de las casas comerciales American Orthodontics® y Borgatta® y 3.5oz de Ah Kim Pech®, en un medio seco.
- Analizar la degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de 1/8" de 4.5oz de las casas comerciales American Orthodontics® y Borgatta® y 3.5oz de Ah Kim Pech®, sumergidos en saliva artificial, a 37°C a las 3 hrs de tiempo.
- Analizar la degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de 1/8" de 4.5oz de las casas comerciales American Orthodontics® y Borgatta® y 3.5oz de Ah Kim Pech®, sumergidos en saliva artificial, a 37°C a las 12 hrs de tiempo.
- Analizar la degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de 1/8" de 4.5oz de las casas comerciales American Orthodontics® y Borgatta® y 3.5oz de Ah Kim Pech®, sumergidos en saliva artificial, a 37°C a las 24 hrs de tiempo.
- Comparar de la degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de 1/8" de 4.5oz de las casas comerciales American Orthodontics® y Borgatta® y 3.5oz de Ah Kim Pech® sumergidos en saliva artificial a 37°C.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE  
CHIHUAHUA

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA



#### **4. HIPÓTESIS**

Existe diferencia en la degradación de la magnitud de fuerza de los elásticos intermaxilares evaluados de tres marcas comerciales después de ser sumergidos en saliva artificial.



## 5. MARCO TEÓRICO

### I. Planteamiento del problema

Como se deberá describir en el marco teórico las evaluaciones del material de elásticos intermaxilares pueden tener muchas variantes, esto quiere decir que evaluar al mismo se vuelve trabajo obligado por parte del especialista que en caso de no contar con la información o conocimientos necesarios acerca del producto, sus procesos de manufacturación y las ventajas que pueda presentar el mismo podría cometer errores que cuesten al paciente. La odontología es una práctica que durante las últimas décadas ha venido incrementando su presencia general en las comunidades y esto vuelve de ella una posibilidad más cercana a todos; por lo tanto, es necesario descubrir de qué forma hacer más efectiva la técnica.

La odontología ha sido reconocida a nivel mundial, pero el miedo a la intervención con aparatos que podrían resultar costosos para algunas familias sigue siendo un miedo existente, pese a ello opciones como el uso de elásticos intermaxilares se presentan con facilidades de pago por sesión y algunas veces esto impide que se opte por la intervención mecánica en la búsqueda de corregir problemas de posición de los dientes o la mordida en general. En sí la problemática versa en la falta de entendimiento o estudios serios acerca de elementos que ya fueron analizados en los otros materiales de trabajo.

Esta investigación contó con el apoyo de un equipo de prueba y el uso de modelos que permitieron simular condiciones lo más parecidas al medio acuoso oral, en la elaboración para el análisis de los datos. Esto requiere por tanto de un planteamiento metodológico estricto para poder observar los resultados de manera crítica y con números reales.

Un programa adecuado para la ortodoncia con elásticos intermaxilares deberá estar enfocado a mirar las capacidades físicas de fuerza, resistencia y equilibrio





específicos para la realización adecuada de la corrección, cumpliendo con los principios de prescripción de cada marca comercial, el programa tiene una duración de varios meses con periodos de evaluación diarios, quincenales y mensuales.

Es muy común que en las investigaciones se presente, que los elásticos de látex en un medio bucal pierden de un 10% al 30% de su fuerza inicial, que va desde los primeros 30 minutos y 24 horas después de aplicarse la fuerza; si el tiempo de permanencia en boca es mayor, la fuerza en los elásticos disminuye y hay un mayor desgaste. La aplicación de un elástico que no cumpla con la fuerza necesaria para realizar el movimiento dental, puede producir un resultado desfavorable para el profesional como para el paciente. Con base a esto se formuló la pregunta de investigación, ¿Existe diferencia significativa en la degradación de fuerza de elásticos intermaxilares de diferentes marcas comerciales?

## II. Antecedentes del estudio

Para Roy, Tan & Khalid (2017) los elastómeros en la intervención dental son polímeros que presentan una característica física relacionada con la expansión y la retracción cuyas variables pueden estar relacionadas con el uso, composición del material, temperatura y objetivo específico de la pieza, un ejemplo de estos puede encontrarse en las bandas para las poleas del motor de un automóvil o los retenes cuya función es la expansión a altas temperaturas y la retracción en temperatura ambiental. En el ámbito de la salud dental los elastómeros de clase II se han ido perfeccionando para mejorar la durabilidad, tensión y costos de fabricación. El problema principal de los mismos es que parece que encontraron su tensión máxima y su duración no sobrepasa las 24 horas, sin embargo, el trabajo que realizan ha sido sumamente funcional a pesar de tener que cambiar el producto cada día.

Un análisis propuesto por Kanitkar y otros (2019) intentó comprender cuáles eran los componentes activos en la ortodoncia de mayor eficiencia; sus acercamientos



los orientaron a que la corrección de Clase II es una de las más frecuentes en el espacio donde se realizó su investigación. Posterior a este preámbulo de estudio se decidieron por revisar cómo los elásticos intermaxilares cumplían sus funciones después de tres semanas de aplicación de los mismos que era el aproximado estimado para observar algún cambio en la posición de la mordida superior con respecto a la inferior. Muchos de las investigaciones revisadas emitían opiniones que el origen de los elásticos en ortodoncia estaban cercanos a 1890 y que en la actualidad los mismos pierden el 31% de su tensión posterior a las 24 horas y aumenta hasta un 39% después de dos semanas de aplicación. Concluyen en que la educación a los pacientes en la propia aplicación de sus ligar sería un gran avance en el campo de la ortodoncia actualmente.

Para Swatilekha y otros (2017) la importancia de los cambios en la fuerza de degradación para los elásticos intermaxilares en la ortodoncia resulta fundamental porque de ello derivan distintas formulaciones en las variantes que pueden llegar a limitar los objetivos de los mismos. En este caso los investigadores utilizaron clorhexidine buscando encontrar las reacciones de degradación que esto presentara en la higiene bucal y a la vez en la perdida de propiedades de los elásticos; el ejercicio consistía en un simulador de saliva artificial al que se le agregaban distintas fórmulas de chlorhexidine durante 30 segundos diarios. Después de probar cuatro marcas distintas de chlorhexidine en un período de 28 días se concluyó en que en realidad el uso de estos acompañamientos de higiene no aceleran el proceso de degradación de los elásticos intermaxilares.

Un acercamiento más por Ferreira y otros (2018) sobre fuerzas de degradación en elásticos de látex y no látex realizado in vivo planteó un estudio clínico para poder valorar los efectos en 15 pacientes que usarían látex y no látex y cómo estos perdían su fuerza en intervalos de 0, 1, 3, 12 y 24 horas. Se utilizó una máquina de pruebas para evaluar la fuerza que conservaban los elásticos en los tiempos marcados y recorrerlos hasta 25 mm. Los resultados de dicho ejercicio versaron en que los de no látex al iniciar el período se presentaban con mayores valores, pero



durante la degradación los de látex mostraron mejor comportamiento y en un análisis posterior a las 24 horas los de no látex conservaban mejor sus propiedades.

Una evaluación clínica propuesta por Patel y otros (2018) de igual forma intentaba comparar las fuerzas de degradación de látex y no látex en elásticos intermaxilares. El objetivo que pretendían era evaluar el desgaste entre ambos en tracciones intermaxilares e intramaxilares con la misma medida en tiempo real. Se utilizaron 30 sujetos de prueba y se tomaron tracción intermaxilar en la misma extensión (25 mm), se les indicó que se quitaran los elásticos mientras comen para evitar estiramientos repetidos. Las mediciones de fuerza se tomaron con un medidor de empuje y tracción en 11 sesiones (0,1,2,3,6,9,12,24,27,30,33,36 horas). Para este enfoque particular existe una diferencia entre ambos y la degradación más observada fue para los productos sin látex; Los elásticos intramaxilares sin látex muestran más pérdida de fuerza que el grupo de látex, hay una pérdida de fuerza mayor del 8,99% a las 12 horas, 8,63% a las 24 horas y 9,34% a las 36 horas.

Por su parte existió un estudio realizado por Russell y otros (2001) para comparar la tensión mecánica de los elásticos de látex y no látex. El ejercicio contempló 72 elásticos, haciendo 4 equipos con las marcas GAC y Masel (elásticos de látex y libre de látex, de 1/4" de diámetro de fuerza ligera, media y pesada). Los puntos a reflexionar versaron en: fuerza de ruptura, área de sección transversal, pico de estrés, fuerzas de degradación, y relajación después de un día completo. Las conclusiones dictaban que los elásticos sin látex GAC presentaron mayor resistencia que los elásticos sin látex Masel y los elásticos de látex Masel presentan mayor resistencia sin látex Masel.

Por otro lado, Kersey y otros (2003) trabajó 4 casas productoras de fabricados en no látex de ortodoncia contrastando la fuerza inicial producida y la disminución a través de un lapso de 24 horas. Se laboró con elásticos de 1/4" con una fuerza de 4 a 4.5 oz (113g /127.5g) de las marcas American Orthodontics, Ortho Organizers, GAC internacional y Masel. Las reflexiones fueron en torno a cíclicos diseñados y fabricados en un simulador, esto era un tanque con agua destilada a 37°C donde



pasarían los elásticos sumergidos un tiempo. Los productos no látex evaluados en manifestaron una degradación del 20% al 30% a la primera hora y del 40% al 60% a las 24 horas. American Orthodontics, Ortho Organizers y Masel generaron una fuerza significativamente menor que la comercializada a una extensión de tres veces su diámetro interno en contraste con la casa productora GAC.

De igual forma Vecchionacce (2009) hizo un análisis de contraste in vitro de la cantidad de deformación de intermaxilares preferidos en ortodoncia conforme a la casa productora para revisar el mismo en medios húmedos y secos. La tarea fue con 360 elásticos intermaxilares repartidos en 24 grupos. Los elásticos de 1/8" y 3/16" de la marca OrthoOrganizers y American Orthodontics, fueron sometidos a 3 medios: seco, en saliva artificial y en coca cola durante 12 y 24 horas. Como resultado se dijo que los de 1/8" y 3/16" de ambas marcas después de las 12 y 24 horas requirieron aplicarles una mayor cantidad de deformación para expresar su fuerza que indica en el envase.

Otra comparativa más expuesta por Montenegro y otros (2018) intentaba encontrar la degradación diferencial in vitro para productos de látex y no látex. Para ellos lo más importante era en evaluar la pérdida in vitro de fuerza en elásticos látex y no látex de un mismo fabricante activando sus condiciones similares a la cavidad oral y expuestas a ambientes similares. Se utilizaron 40 elásticos intermaxilares látex (n = 20) y no látex (n = 20) de 1/4" 6 oz (170,10 g), extendidos a 18 mm y sumergidos en saliva artificial por 24 horas y se obtuvo la conclusión de que los elásticos no látex utilizados pueden ser aplicados en clínica al igual que los de látex, pero ambos deberán tener un seguimiento riguroso por parte del dentista y paciente.

Para Singh y otros (2012) la revisión de los elásticos en ortodoncia es un tema necesario para la discusión en la mejora de las prácticas contemporánea. Su enfoque sobre los elastómeros conforman una serie de notas que deja en claro que estos han superado por mucho el uso del caucho, también el poder cuestionarse y aplicar instrumentos de valoración para exigir las indicaciones de los fabricantes es importante. En sí se comenta por parte de los autores que los elastómeros son



productos de varias aplicaciones que se ha convertido en una herramienta insustituible para la aplicación de las diferentes técnicas en ortodoncia que podrían beneficiar al paciente.

Durante el estudio hecho por Torres y otros (2019) se buscaba la evaluación de la degradación de fuerzas en las cadenas elastoméricas de cuatro marcas distintas; comentando como inicio que la introducción de los hules sintéticos en el año de 1920, abre paso a la fabricación de cadenas elásticas, las cuales, por su composición. Su tarea se basó en un estudio in vitro donde se emplearon cadenas elastoméricas de segunda generación color gris de diferentes marcas (TP Orthodontics®, American Orthodontics®, TD Orthodontics®, Ah Kim Pech®) utilizando cincuenta segmentos de cadenas elásticas de cada marca divididas en cuatro grupos y evaluadas a los 7, 14, 21, 28 días. Sobre ello comentan que es fundamental reconocer la importancia de usar los materiales más adecuados que optimicen la práctica, los tiempos y la eficacia en los tratamientos, proporcionado al paciente tratamientos más efectivos.

Durante un ejercicio de declive realizado in vitro con elásticos intermaxilares por Kardach y otros (2019) se demostró que el costo y la facilidad de uso son grandes puntos a favor del material, pero que a su vez el tiempo que dura la fuerza de los mismos y la tensión progresiva son puntos a valorar al momento de recomendar un tratamiento. El método que utilizaron para este acercamiento fue seleccionar elásticos de látex en 3 diámetros diferentes; de manera individual se estiraron y colocaron en ganchos que están a distancias especificadas que equivalen a 3 veces el diámetro de cada uno. Las fuerzas se valoraron con un medidor de tensión y los valores se tomaron en períodos de 0h, 3h, 12h, 24h en distintos entornos. Concluyeron en que los ambientes artificiales de saliva colaboran con la degradación y que para mantener su efecto deben remplazarse cada 12 horas.

Una investigación realizada por Ahmed y otros (2016) para valorar la degradación y medición de cambios con elásticos termoplásticos y termoestables mostró grandes diálogos. El objetivo era comparar ambos materiales en un lapso de 32



semanas divididas en escalas de ocho semanas (degradación, dimensión de cambio, termoplástico y termoestable). El uso de las ligas elastoméricas durante los períodos estipulados manifestó que la disminución de fuerza era significativamente menor y los cambios dimensionales a lo largo del tiempo eran más progresivos; por lo tanto, podría ser superior durante la nivelación y alineación iniciales y durante las etapas finales. Para estos investigadores la medición mostró que la fuerza de decaimiento de las ligaduras elastoméricas disponibles comercialmente era mayor que el descrito en publicaciones anteriores.

Yang (2019) por otro lado mide las fuerzas de degradación en elásticos de látex de odontología y contrasta su postura in vitro e in vivo. En sí su objetivo de este estudio fue evaluar las características de degradación por fuerza de los elásticos de látex de 10 tipos de elásticos durante 48 horas, tanto in vivo como in vitro. Esto por medio de un estudio in vivo con 10 tipos diferentes de los elásticos se eligieron al azar para la investigación: 1/8 de pulgada (2 oz); 1/8 de pulgada (3,5 oz); 3/16 de pulgada (2 oz); 3/16 de pulgada (3,5 oz); 1/4 de pulgada (2 oz); 1/4 de pulgada (3,5 oz); 5/16 pulgadas (2 oz); 5/16 pulgadas (3,5 oz); 3/8 de pulgada (2 oz); y 3/8 de pulgada (3,5 oz). Los datos que consiguieron permitieron asegurar que La fuerza de degradación del látex elástico in vivo es mucho mayor que en el aire y la saliva artificial, además que cuanto mayor sea el diámetro interior y menor el valor de la fuerza de fraguado fueron más lento el decaimiento de la fuerza.

Con Luciane y otros (2014) se observaron los cambios de color en los elastoméricos en ortodoncia transparentes a través de bebidas con diferente contenido de pigmentos. La metodología se basó en muestras de cuatro marcas de módulos elastoméricos de ortodoncia transparentes (Morelli, TP Orthodontics, RMO y GAC) que fueron sumergidos durante 15 minutos, tres veces por semana, en cuatro bebidas que pueden causar tinción (café, cola, té negro y vino tinto). Entre módulos las muestras se almacenaron en saliva artificial a 37C y los cambios de color se evaluaron después de 4 semanas utilizando el índice de amarillez. Al final se miraron grados variables de tinción en las diferentes marcas de módulos; el café se



asoció con los índices de decoloración más altos. A pesar de las estructuras químicas similares que se encuentran en todo el módulo el uso de diferentes marcas influyó en la severidad de la decoloración.

También Salgado y otros (2017) hacen una reflexión sobre cómo influye la temperatura y la humedad en el almacenamiento a largo plazo en el látex y no látex elásticos en ortodoncia. Su objetivo era específico al definir que trataban de evaluar la influencia del almacenamiento a largo plazo sobre el látex y elásticos de ortodoncia sin látex con una muestra que consistió en 300 elásticos de ortodoncia, 150 de látex y 150 no látex (American Orthodontics® \* (AO) y Morelli®) de fuerza media y un tamaño estándar de 3/16 ' ' divididos en 20 grupos, 10 por cada fabricante con 15 ejemplares para cada quien. Al finalizar situaron que tanto los elásticos de látex o no látex pueden almacenarse en cualquiera de las condiciones probadas y que ya que no hubo cambios en el potencial de la fuerza ejercida por el elásticos en relación con su porcentaje de estiramiento durante un período de 1 año.

En una investigación más Viana y otros (2013) donde se trabajó la degradación de la fuerza de los elásticos intraorales de ortodoncia de diferentes variables en composición. Aplicó una muestra de 840 elásticos (420 látex y 420 sintéticos) con diámetros internos 1/8", 3/16", 1/4" y 5/16", que fueron divididos en 7 equipos según el tiempo (inicio, 1h, 12h, 24h, 48h, 72h y 120h), 6 más se hundieron en agua destilada a 37°C buscando medir la fuerza de cada grupo de los elásticos que hicieron 6 aumentos del 100% de su diámetro interno en maquina (Emic) que también hizo el registro de la fuerza. Los elásticos 3/16" extendidos 3x su diámetro interno al cabo de 24 horas perdieron 14% de su fuerza inicial. Pero al final todos los elásticos sintéticos de tamaños 3/16", 1/4 " y 5/16 " se rompieron al cabo de 72 horas.

En otro acercamiento Farfán (2014) analizó la degradación de la fuerza de los elásticos de látex y no látex. Se trabajaron elásticos 3/16" de 6 oz de la marca OrthoClassic los cuales fueron repartidos en grupos de 30 para cada intervalo de



tiempo. La fuerza de los elásticos se apuntó previo de ser sumergidos en agua destilada a 37°C y después de cada uno de los intervalos que fueron a 1, 3, 6, 12 y 24 horas. Concluyeron que al final de transcurrir las 6 y 24 horas se generó una degradación de fuerza del 18.22% y 23.4% para los elásticos de látex respectivamente, 44.4% y 56% para el grupo de elásticos libres de látex. Para finalizar se dijo que una mayor degradación en los elásticos de no látex fue presentada, y que la mayor degradación se produjo durante la primera hora ambos elásticos.

Agregándose Kanchana y Godfrey (2000) hicieron una tarea de investigación para definir las variables de extensión y degradación de elásticos de látex de ortodoncia. Reflexionaron en 4 marcas Unitek, Ormco (3/16", 1/4" y 5/16" con valores de fuerza de 2 oz, 3.5 oz y 6 oz), Tomy (3/16", 1/4" y 5/16" con valores de fuerza de 2.7 oz, 4 oz y 6 oz) y Dentaurum (1/4" y 5/16" con valores de fuerza de 2.5 oz y 4.5 oz). Para ello dividieron quince muestras de cada tamaño, lo que generó un total de 465 elásticos para la prueba en seco y 880 elásticos en total para la prueba húmeda, para lo cual se usó agua destilada a 37°C. En términos amplios los números resultantes de degradación de la fuerza fueron cercanos al 29.9% durante la primera hora, incrementando a 32.6% a las 24 horas, y 36.2% concluyendo el período de 3 días.

También un experimento expuesto por Gioka y otros (2006) hicieron un ejercicio para valorar la fuerza de relajación de los elásticos de látex que sucede en 24 horas de extensión y estimar la extensión requerida para alcanzar la fuerza informada. Se planteó usar elásticos OrthoTechnology (3/16" de 4.5 oz y 6.5 oz, 5/16" de 6 oz), Glenroe (1/4" de 3.5 oz, 3/16" de 3.5 y 4.5 oz) y Ormco (5/16 de 6 oz); cada uno se tensó según la información que indicaba el fabricante. Los elásticos 3/16" de 4.5 oz a las 24 horas pasaron a tener 25.4% de relajación. Concluyeron en que la fuerza de los elásticos de látex tiene un porcentaje de relajación del 25% durante las primeras 24 horas y la mayor parte de la relajación se creó en un radio de 3-5 horas después de la primera extensión.





Por su parte Fernandes y otros (2011) analizaron las variables de la fuerza de degradación del látex de diferentes casas productoras. Se planteó una muestra de 15 elásticos por separación de las marcas American Orthodontics (AO), TP y Morelli (en medidas de 3/16", 1/4 "y 5/16" de fuerza media); estudiados a 5 intervalos de tiempo haciendo un total de 750 elásticos. Se creó un aparato para simular entornos orales durante el estiramiento elástico (agua desionizada a 37°C). En un apunte general, las relaciones entre cargas durante períodos de 24 horas fueron las siguientes: AO < Morelli < TP para elásticos 3/16", AO < TP < Morelli para elásticos 1/4" y TP < AO < Morelli para elásticos 5/16". Se examinó que la degradación de la fuerza sucede las primeras 3 horas después de la extensión, independientemente del fabricante o tamaño.

En un acercamiento realizado por López (2015) in vitro acerca de la pérdida de fuerza de elásticos de látex y libres de látex. Se contempló 250 elásticos de 1/4" de 4oz por cada equipo de producciones de GAC y Lancer Orthodontics, una gran mayoría de los elásticos se estiraron 3 veces su diámetro interno. Estos mismos fueron valorándose en seco y húmedo (agua destilada a 37°C) a las 8 y 24 horas. Una mirada criticó que la mayor pérdida de fuerza fue en la casa comercial GAC, los elásticos LANCER libre de látex no manifestaron pérdida significativa de la fuerza a las 8 horas en condiciones de humedad.

Como ejemplo el análisis realizado por Fiallos (2016) donde se valoró la degradación de la fuerza de ligas intermaxilares de uso ortodóntico de diferentes proveedores. Utilizando 40 elásticos por sección de estudio de las casas comerciales Ortho Organizers, American Orthodontics y Morelli. Todos fueron sumergidos en saliva artificial una temperatura de 37° y se apuntaron las fuerzas que generó a las 12h y 24 horas. Para aclarar se dijo que las ligas Ortho Organizers manifiestan resultados de degradación de hasta un 5,7% y 7,5%, Morelli por su parte el 33 8,2% y 9,9%, y finalmente American Orthodontics el 9,3% y el 11,1% a las 12h y 24h respectivamente.



En un acercamiento propuesto por Wang y otros (2007) se midieron las fuerzas de degradación de los elásticos de látex in vivo e in vitro. La tarea se basó en elásticos de 3/16 de la marca 3M y 12 chicos de secundaria (entre 12 y 15 años de edad) para ejecutar tracciones intermaxilares e intramaxilares. Los apuntes para comparar la fuerza se dividieron en períodos de 0.5, 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36 y 48 horas. Se manifestó que en intermaxilar el dato de fuerza original restante después 24 horas estuvo cercano a más de 70% y después de 48 horas al 61%. Con lo que respecta a la intramaxilar en paciente y en la saliva artificial los resultados de fuerza restante estuvieron en 72%, pero en condiciones secas se mantuvieron al 86% de la fuerza inicial.

En una reflexión más Lacerda y otros (2012) llevaron a cabo un análisis para destacar la influencia de los niveles de pH en intermaxilares referente a la citotoxicidad y la fuerza de degradación. Los datos se conjuntaban por dos grupos de elásticos (un grupo de látex y el otro sin látex) estirados a 25 mm y con tensión constante en intervalos a 1, 6, 12 y 24 horas en soluciones de saliva artificial con niveles de pH de 5.0, 6.0, y 7.5. Al final se mostró que las interacciones entre el grupo pH y tiempo no mostraron diferencias argumentativas; los trabajos de toxicidad encontraron que la lisis celular era 50% más alta para el látex en contraste con el libre de látex a lo largo de todo el comportamiento.

Una práctica más llevada a cabo por Leão y otros (2013) hicieron un acercamiento para valorar los efectos de diferentes bebidas regulares en la degradación de la fuerza de las piezas de látex, en sí se trataba de otro estudio in vitro. Para ello se usó una muestra de 180 elásticos de 1/4" que fueron sumergidos en 6 bebidas: refresco de cola, vino tinto, café, cerveza, zumo de naranja, y saliva artificial de control; estas bebidas se sometieron a 5 ciclos de inmersión y se midió la fuerza después de cada ciclo. Miraron la falta de diferencias significativas entre los grupos en los mismos periodos de tiempo que se encontraba en un mayor grado de degradación en los periodos iniciales que fue disminuyendo de forma consecutiva con el tiempo en todas las divisiones formadas.



Por su parte Rahpeyma y Khajehahmadi (2014) hicieron un ejercicio de valoración a la pérdida de fuerza de elásticos con látex pesados (3/16 de American Orthodontics), en el tratamiento de fracturas simuladas in vitro. La distancia máxima en un sujeto ortodóncico es de 30-50 mm, más la distancia entre los ganchos superior e inferior en un sujetos con fijación mandibular es de 15-20 mm. Dicha distancia aumenta 5-10 mm cuando se abre ligeramente la boca para alimentarse de forma ligera. Los datos que se manifestaron fueron que los elásticos estirados 15 mm pasadas las 24 horas tuvieron una pérdida del 31% de su fuerza. También se mostraron las diferencias significativas en la pérdida de fuerza de los elásticos con 15 mm de estiramiento entre 0-1 día y entre 0-14 días, aunque no se pudo apreciar diferencia entre 1-14 días.

### **III. Historia de los elásticos y el caucho**

Lo primero que se debe tener en cuenta es qué el caucho con el que está fabricado el elástico para los tratamientos ortodóncicos fue descubierto hace cientos de años por las civilizaciones incas en Perú y los mayas en México. De principio en centro América se utilizaba este material con distintos fines; como las primeras civilizaciones en descubrir los beneficios de la *Hevea brasiliensis* uno de sus usos más comunes se convirtió en la hechura de calzado y como medio para volver los recipientes e barro herméticos, de igual forma existen varios relatos descritos por los conquistadores del viejo mundo donde se describe que los mayas e incas utilizaban el jugo del árbol para crear una especie de pelotas que después se descubriría el objetivo que tenían las mismas. (1,3).

Para que los incas y mayas tomaran en cuenta la leche que derraman los árboles de caucho tuvieron que pasar cientos de años, para estos grupos se trataba solo de una planta más, solo que le ponían la denominación de “los que lloran”. Trabajar con este material no era nada fácil y lo productos que llegaban a crear sufrían constantes imperfecciones como rupturas o desprendimiento; para que la materia



prima tuviese algún mejoramiento pasó muchísimo tiempo para que el emblemático Charles Nelson Goodyear convirtiera la simple goma en caucho de altas capacidades para su año de fabricación posterior al 1850. Existe un dato que dice que en 1770 Edward Naime se percató que el caucho originario de islas exóticas tenía la capacidad de borrar lo hecho con un lápiz; dejando hasta ahí sus orígenes y primeros usos. (3)

Por parte de los orígenes de la ortodoncia en 1728 Pierre Fauchard quien ejerció la profesión de médico se interesaba por la corrección de la mordida y ponía especial interés en cómo describir las funciones orales básicas para poder descubrir patologías del sistema; esto le hizo acreditarse como el padre de la odontología moderna. Las hazañas más nombradas de Pierre estaban relacionadas con la extracción de dientes dañados por las caries, buscarle solución a las enfermedades periodontales, la ortodoncia y los trasplantes de faltantes; sin embargo la propuesta que hizo sobre cerrar los diastemas anteriores por medio de ligaduras de seda fue el primer acercamiento a la intervención de la compleja relación que existe entre la corrección bucal y la aplicación de tensión como fuerza mecánica.(3,4)

Los acercamientos de Fauchard tienen su relación en base a la observación que este mismo hace a los marinos que hacían largos viajes y sufrían consecuencias dentales severas; dentro de estas observaciones el escorbuto derivado de la higiene dental y la notoria falta de vitamina C se presentaba con mayor frecuencia y con más preocupación por parte de los afectados. El nacimiento de Pierre como “dentista cirujano” se debe a que dentro de su práctica de la medicina busca la reparación de las patologías poniendo atención a la intervención oral y maxilofacial no solo cumpliendo el rol de los dentistas de época que solo extraían las piezas, sino encontrando propuestas para la mejora efectiva. (3)

En 1083 F. Cellier comienza un trabajo más detallado en el uso de fuerzas de tensión por medio de ligaduras para buscar mover los dientes; el invento de este se centró en la implementación de una mentonera especialmente hecha de goma del nuevo continente; sin embargo, el hecho de que Goodyear inventara la



vulcanización hasta años después retrasó el alcance de las prácticas que se llevaban a cabo en relación de la tensión con la posición de los dientes. Dicho invento trazado por Goodyear permitió que años posteriores otros especialistas de la salud dental buscaran innovar las técnicas de prevención y reestructuración, por ejemplo, Schange en 1841 que publica un artículo en francés cuyo núcleo se basa en hilos elásticos en pro de mover los dientes solo tres años después de la nueva posibilidad de manejar el caucho que daba Goodyear en 1839. (4,5,6)

Fue hasta 1892 que Calvin Case plantea de forma concreta el uso de ligaduras hechas de caucho que utilizaban la tensión como fuerza mecánica específica en los intermaxilares creando correcciones específicas en las maloclusiones. Estas investigaciones realizadas por Case permitían un sinfín de posibilidades en pro de la salud dental, la principal de ellas giraba en torno a la extracción de piezas y el reacomodo por medio de la tensión en el uso de ligas; los hallazgos realizados por Calvin también permitieron revisar estudios extensos escritos por el mismo que sirvieron de fundamentación teórica en la mejora de los materiales y el cómo usar los mismos de manera más óptima. Su trabajo también contempló el labio leporino y el paladar hendido debido a su interés por reestructurar las formaciones atípicas de la boca. (4,5)

Para 1904 H. Baker publicó en el diario dental internacional un artículo llamado “Tratamiento de mandíbulas salientes y retraídas mediante el uso de elásticos intermaxilares” cuya extensión no bastaba para explicar las capacidades a las que estaba llegando el uso de la tensión mecánica en comparación con los beneficios que se generaban a partir de los resultados obtenidos. El diario dental internacional comenzaba a notar que una gran cantidad de dentistas a nivel mundial dejaba de lado su labor como extractor de piezas y pasaba a intervenciones más arriesgadas que pretendían mejorar la calidad de vida de los pacientes y que a su vez estas muchas veces generaban resultados a tal punto de mejorar la estética de los mismos. A su vez en 1907 se dejaba en claro la clasificación de las maloclusiones



en tres tipos de clases estipuladas por el doctor Edward Angle quien después recibiría el nombre del padre de la ortodoncia estadounidense. (4, 5)

Casi 60 años posterior al interés internacional en la ortodoncia Jarabak y Fizzel en 1963 describieron de forma concreta la importancia biomecánica existente entre los elásticos de clase II y la corrección de problemas bucales por medio del uso de la fuerza específica aplicada. Estos ejercicios expuestos por ambos doctores dejaron en claro a la comunidad la capacidad que tenía el caucho de corregir los crecimientos atípicos en los pacientes y de trabajar de forma especializada un tratamiento complejo de postura. A estas declaraciones Ricketts agregó en 1970 una recomendación internacional en el uso de elásticos para los casos de mordida abierta cuya implementación podría mejorar otras cuestiones aún no estudiadas para esa década; pese a esas indicaciones y los resultados de estudios extensos una gran cantidad de dentistas de la comunidad aún no confiaba en la credibilidad del uso de la tensión mecánica por medio de ligas y siguió prefiriendo artefactos más costos e incómodos. (5)

Como último acercamiento formal a la historia de ligas se encuentra en 1972 Roth quien recomendó el uso de elásticos intermaxilares cortos de Clase II para ayudar a la nivelación de la curva de Spee, asociada con fuerza extraoral de tracción alta para controlar el sentido vertical; estos llamamientos ya no solo eran innovaciones predeterminadas por dentistas con sentimientos de experimentación, sino que la sociedad cada vez se encontraba más enterada de que el uso de las ligas podía mejorar su mordida y ayudar a su estética, con todo y lo anterior existen artículos que buscaban ser contratesis de ligar a los pacientes por medio de caucho, dichas propuestas actualmente se han mostrado más que obsoletas y ahora las discusiones giran en torno a cuáles son los productores de mayor calidad en el ámbito, parte de ello es lo que aborda esta tesis como tema central.(5)



#### IV. Elastómeros

Los elastómeros se componen de varias cadenas de monómeros que dan a estos mismos su capacidad elástica, en caso dental se trata de cientos de bandas pequeñas tejidas entre sí que permiten al dentista o cliente estirla a un punto máximo para colocarla en los objetivos y al momento de destensarla llevarla a un punto de contracción mecánica que corregirá la postura de los dientes. Para :

Los elásticos son uno de los materiales más versátiles disponibles para el ortodontista. Es una herramienta invaluable del arsenal de los profesionales. Un ortodontista que no explote estos materiales al máximo no está haciendo justicia al paciente. De hecho resulta imposible practicar de forma correcta en esta rama de la odontología sin este material (7)

Las ligas tienen un punto máximo de tolerancia igual que cualquier elastómero según los modelos de fabricación y la calidad de los materiales con la que fue hecha, los materiales de alta calidad pierden sus capacidades en un lapso no mayor a un día completo, sin embargo, las casas comerciales tienen estudios más profundos hechos por sus dentistas de aplicación sobre cómo funcionan de manera más específica cada uno de sus opciones en el catálogo. Algunos resultados mostrados por Roy, Tan & Khalid (2017) en su acercamiento a las distintas fuerzas de degradación de los intermaxilares se describen como:

En este experimento los dos factores que influyeron para forzar el deterioro de las cadenas elásticas, fueron la duración de tiempo y la exposición a las soluciones de prueba utilizadas. Los factores y niveles se muestran en la siguiente tabla de comparación intergrupala de degradación de resistencia a la tracción de la cadena elastomérica del día 0 al 28 (8).



## V. Elastómeros termoestables y termoplásticos

Los elastómeros termoestables ofrecen a los clientes una variable que no se ve afectada por el clima de ciertos lugares donde la temperatura puede ser superior a los 30° centígrados y cuyas fuerzas podrían verse afectadas por una situación climática ajena al cuidado e higiene del usuario. Ahmed (2016) en su estudio comparativo entre termoplásticos (TP) y termoestables (TS) analizó que:

Nuestros resultados mostraron que en promedio y en todos puntos de tiempo hubo un 22,91% más de pérdida de fuerza en el Grupo TP. Masoud y otros compararon TP y TS Cadenas elastoméricas también. A pesar de que la especificidad los hombres no incluyeron elastómeros de las RockyMountainOrtodoncia y que utilizaron cadenas elastoméricas en lugar de ligaduras elastoméricas, estas mostraron un 20% mayor pérdida de fuerza en el TP en comparación con el grupo TS; En su estudio la pérdida de fuerza promedio al día 28 (4 semanas) fue 60,9% para las cadenas elastoméricas TP y 40,63% para las cadenas elastoméricas TS. En nuestro estudio, las muestras exhibió más pérdida de fuerza, con 93.04% y 77.41% para ligaduras elastoméricas TP y TS, respectivamente en el Día 28 (2).

Por su parte los elastómeros termoplásticos podrían verse afectados a altas temperaturas o por la ingesta descuidada de los usuarios relacionada con alimentos de altas temperaturas, en general podría llegar a verse a los mismos como una opción viable si se toman en cuenta los factores que pueden llegar a obstruir su máxima capacidad, sin embargo la diferencia entre estas dos opciones es clara y la comunidad opta en su mayoría por el uso de la primera, no descartando que habrá trabajos que requieran de una segunda opción por diferentes fines (8).





## VI. Propiedades de los elásticos

Elasticidad. es la propiedad de un material de la cual las deformaciones que se causaron por el esfuerzo desaparecen al dejar de aplicarlo. Un cuerpo perfectamente elástico se concibe como uno al que se devuelve por completo su forma y su dimensión original al retirarse la tensión, no se ha sabido de materiales que sean perfectamente elásticos a través del rango de esfuerzos completo hasta la ruptura. (3)

Variación de la elasticidad de la goma con la temperatura. El sobreesforzado de algunos metales parece elevar el límite de acción elástica, el cual puede ser relativamente amplio para algunos materiales a temperaturas normales, usualmente se reduce al aumentar la temperatura (Hermer Davis 1967). Se puede explicar fácilmente que el comportamiento del caucho con la temperatura, se reduce, al revés de lo que ocurre con los metales, que al calentarlos se dilatan. (1,3)

Deformación de los elastómeros. Una de las características más impresionantes de los elastómeros es la elasticidad, es decir, presentan la posibilidad de sufrir magnas deformaciones y luego volver a su forma inicial. (3)

Deformaciones plásticas. La deformación es el cambio en el tamaño debido a esfuerzos internos producidos por una o más fuerzas aplicadas sobre el mismo o la ocurrencia de dilatación térmica. (3)

Deformaciones elásticas. En física el término elasticidad designa la propiedad mecánica de ciertos materiales de sufrir deformaciones reversibles cuando se encuentran sujetos a la acción de fuerzas exteriores para luego recuperar su forma original, si estas fuerzas exteriores se eliminan. (3)



## VII. Elasticidad

La elasticidad en conceptos de física hace referencia a una propiedad trascendental en los elásticos intermaxilares cuyo objetivo principal es la corrección de las formaciones atípicas en los pacientes. Es verdad que esta propiedad se encuentra en cientos de materiales de forma variable, pero todos con el mismo centro material que se traduce en una deformación que puede presentarse en un periodo de tiempo y una reestructuración al estado original. (10)

Los materiales con los que están fabricadas las intermaxilares les permiten ser deformadas hasta sufrir cierto grado de fuerza opuesta y retornar a su figura natural cuando el ejercicio desaparece; en términos científicos se le puede llamar a este fenómeno memoria de forma o deformaciones reversibles. Ferreira y otros (2018) dicen lo siguiente sobre el interés original de la elasticidad en los elásticos y algún problema que presentaron en décadas anteriores:

Inicialmente estos elásticos estaban compuestos de caucho (látex), una materia prima descubierta y utilizada para siglos por las antiguas civilizaciones Inca y Maya. La misma todavía se utiliza ampliamente en la actualidad, principalmente debido a la alta flexibilidad y el bajo costo. Sin embargo, por en la década de 1980, las reacciones alérgicas al látex se hicieron más frecuentes y mejor reconocido. (5)

## VIII. Variación de elasticidad

Los principios de la elasticidad hablan de que aquellos objetos catalogados dentro de la misma no pueden sufrir rupturas o dejarían de pertenecer al grupo, más existe un apartado teórico que habla de que la tensión opuesta posterior al tiempo donde se ejerce el movimiento puede llegar a desgastar los valores originales, esto por



medio de una constante entre la energía externa e interna del objeto mencionado. Algunos factores que pueden intervenir en el desgaste de los elásticos podrían ser:

- Absorción de agua
- Tiempo
- Extensión
- Dieta
- Temperatura
- Medio intraoral (1,3,5)

## **IX. Deformación**

Pese a las ventajas que representan los elásticos intermaxilares también el dentista deberá considerar los factores de deformación en los materiales que utilice o recomiende a los clientes, todos los elementos que resisten a una fuerza pueden sufrir deformaciones que en el campo de la ciencia se definen como el cambio de tamaño o forma proveniente de las tensiones internas y las aplicaciones externas de fuerza. Un estudio expuesto por Ferreira y otros (2018) analizó que las deformaciones en los elásticos particulares surgían en las primeras tres horas y pasadas las 24 no tenía sentido utilizar las mismas ligas, pero invitaron al compromiso profesional de probar otras marcas en diferentes acercamientos:

Es importante destacar que este estudio evaluó la diferencia e composición entre elásticos. Por lo tanto, solo se evaluó una marca y un tamaño para una mejor interpretación de los resultados. Otras marcas y diámetros pueden comportarse de manera diferente y debe ser probado. En conclusión, los elásticos de látex y no látex tuvieron caídas en los valores de fuerza generados en 24 horas, con diferente comportamiento y valores. (5)

A su vez Torres y otros (2019) realizaron un acercamiento titulado “Evaluación de la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas de cuatro marcas diferentes”



donde buscaban datos duros acerca de los factores que influyen en el deterioro de los elásticos intermaxilares, su propuesta era:

Con la finalidad de obtener ortodóncica, precisa y adecuadamente una respuesta biológica y mecánica, se deben emplear aditamentos y aparatología que promueven tales estímulos biológicos, provocando así la reproducción de movimientos específicos a través del hueso, para tal resultado se emplean aditamentos mecánicos como lo son, productos elastoméricos (cadenas elastoméricas), brackets, ligadura, arcos, siendo además de gran importancia que el profesional esté informado sobre las propiedades, composición, fuerzas y efectos que ejerce cada uno de los materiales, lo que se verá reflejado en determinado tiempo en estabilidad y buen manejo del tratamiento. Se consideran como aditamentos de uso frecuente por su fácil manejo y bajo costo. (11)

## **X. Deformación plástica**

Estas deformaciones podrían tener soluciones termodinámicas, pero la suma de las fuerzas, el costo del material y conceptos de higiene sugieren que los elásticos sean remplazados diariamente en un periodo de tres, seis, nueve o más meses dependiendo de la formación a la que se desea llegar. Las deformaciones presentan distintas variables y las mismas pueden llegar a ser unidimensionales, de cuerpo o plásticas/elásticas; que sería la que más interesa a este estudio. La primera deformación consiste en una que es irreversible donde el material no podrá regresar a su forma original después de la aplicación de fuerza externa, la segunda es reversible debido al aumento de su energía interna en forma de energía potencial elástica. (10, 11)



## **XI. Clasificación de los elásticos e indicaciones**

### **Conforme al material**

#### **Elásticos de látex**

Los elásticos de látex se obtienen a partir de la extracción vegetal, luego pasa por un proceso de fabricación hasta la obtención del producto final.

Se puede obtener el caucho natural de más de 100 diferentes tipos de especies silvestres, tal es el caso de la *Hevea Brasiliensis*, el *Manihot Glaziovii* y la *Castilloa elástica*, entre otras. Sin embargo, la mayor fuente es la *Hevea Brasiliensis*. La estructura química del caucho natural es cis-1,4 poliisopreno que contiene aproximadamente 500 unidades de isopreno. La unidad estructural de la molécula es del grupo de los hidrocarburos ( $C_5H_8$ ), el cual es capaz de fijar, por adición, grupo covalentes. El látex fresco se transforma en caucho seco por medio de procesos químicos con sustancias coagulantes. Una de las restricciones más significativas del caucho natural es su gran sensibilidad a los efectos del ozono o a otros sistemas de generación de radicales libres como por ejemplo la luz del sol o la luz ultravioleta que produce aberturas en la estructura. Para prevenir esto, se agregan agentes antiozono y antioxidantes, cuando se realiza la fabricación del látex. Al momento en que se corta en bandas de látex individuales, el área de superficie se incrementa y el ozono se puede difundir más rápidamente en las bandas, lo cual limita considerablemente la vida útil de los elásticos de látex. (1,2)

#### **Citotoxicidad de los Elásticos de Látex**

El caucho natural que se utiliza para la elaboración de elásticos en ortodoncia es más tóxico y alergénico que los cauchos sintéticos, ya que en este material se encuentran proteínas de alto peso molecular y de aditivos que se usan a la par del proceso. (1)

#### **Elásticos sintéticos**

Los elásticos sintéticos son derivados de procesos y transformación química del carbón, petróleo y algunos alcoholes vegetales. Sin embargo, la composición



química precisa es información confidencial de cada casa comercial. La composición interna de los elásticos sintéticos es determinada por el nivel de tecnología empleada y por la calidad de las materias primas empleadas en su manufactura. Químicamente los elastómeros son considerados polímeros. El origen griego de la palabra explica su estructura, donde “poli” significa muchas y “meros”, partes. Son sustancias compuestas por varias moléculas que se repiten formando una cadena de unidades fundamentales, denominadas monómeros. Estos polímeros son compuestos por enlaces primarios y secundarios con poca atracción molecular. Inicialmente los polímeros presentan un patrón espiral y cuando se deforman, debido a la aplicación de una fuerza, las cadenas poliméricas se forman en una estructura lineal con enlaces cruzados en algunos puntos a lo largo de las cadenas. La modificación del patrón espiral a lineal ocurre debido a los débiles enlaces secundarios, y la recuperación de su estructura inicial se debe a los enlaces cruzados. (1,3)

### **Conforme al uso**

#### **Elásticos intraorales**

Los elásticos intraorales son utilizados en la cavidad bucal, en conjunto con la ortodoncia cumpliendo un papel importante en la mayoría de las formas de tratamiento. Los elásticos intraorales pueden ser intramaxilares e intermaxilares. (1)

#### **a) Elásticos intramaxilares clase I.**

1. Se Utilizan en un mismo arco y actúan produciendo fuerzas en sentido horizontal.
2. Para cerrar los espacios dejados por las extracciones de los dientes permanentes en forma individual o en masa, en mecánicas con fricción y en sistemas con ranuras con alambres rígidos.
3. Para cerrar diastemas sobre arcos base rígidos.
4. Para cerrar espacios remanentes en los arcos en etapas finales.
5. Para generar cuplas de fuerzas y desrotar los dientes en forma individual.

6. Para perder torque en los incisivos, cuando se utilizan sobre alambres redondos rígidos.
7. Para hacer la retracción individual de los caninos maxilares y mandibulares a lo largo del arco. (1)

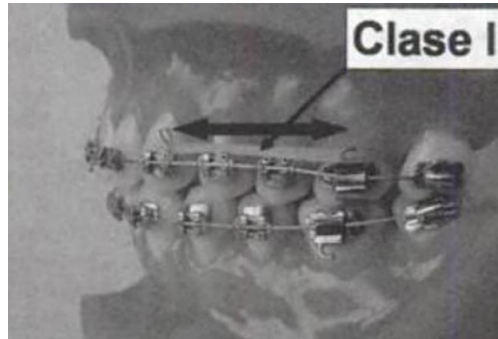


FIG. 1 Elásticos intermaxilares clase I

**b) Elásticos intermaxilares clase II**

1. Se utilizan entre los dos maxilares y actúan produciendo fuerzas en sentido horizontal, transversal y vertical.
2. La selección del tamaño y fuerza dependen de la necesidad. Como norma general se utilizan de  $\frac{1}{4}$  de pulgada y 6 onzas desde el primer molar inferior hasta el canino superior o de  $\frac{5}{16}$  de pulgada y 6 onzas desde el segundo molar hasta el lateral superior, con una fuerza aproximada de 180 gramos.
3. Se deben usar sobre arcos rectangulares rígidos de acero inoxidable o de titanio/molibdeno para evitar efectos secundarios dañinos.
4. Tienen un efecto fuerte sobre el hueso dentoalveolar maxilar y mandibular, y lo doblan.
5. Mueven los dientes superiores hacia distal.
6. Mueven los dientes inferiores hacia mesial.
7. Sirven para cerrar los espacios remanentes en los arcos en etapas finales
8. Mejoran la intercuspidadación dental entre maxilares



9. Se utilizan para incrementar o disminuir el anclaje en mecánicas sin fricción
10. Empujan la mandíbula hacia delante y desalojan los cóndilos de las cavidades glenoideas, en forma similar a como hacen los aparatos funcionales.
11. Tienen un componente secundario vertical fuerte
12. Producen fuerzas extrusivas en molares inferiores
13. Producen fuerzas extrusivas en caninos o incisivos laterales superiores
14. Se utilizan para perder torque en incisivos superiores, sobre alambres redondos rígidos
15. El uso prolongado hace rotar el plano oclusal, incrementa la altura facial total y sobre todo, la altura facial anterior inferior, por hacer rotar la mandíbula en sentido a las manecillas del reloj
16. Se pueden poner clase II, cortos, de diente a diente para disminuir el efecto vertical (1)

#### **Contraindicaciones**

- XII. No se deben utilizar en pacientes con sensibilidad vertical abierta
- XIII. No se deben utilizar en pacientes con incisivos inferiores muy vestibularizados
- XIV. No se deben usar por periodos muy largos
- XV. No usar en clase III
- XVI. No utilizar en pacientes con altura facial anterior inferior aumentada
- XVII. No utilizarlos en pacientes con mordida abierta (1,2,3)



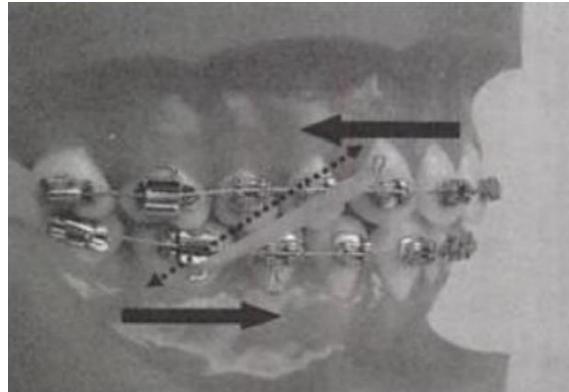


FIG. 2 Elásticos intermaxilares clase II, cortos

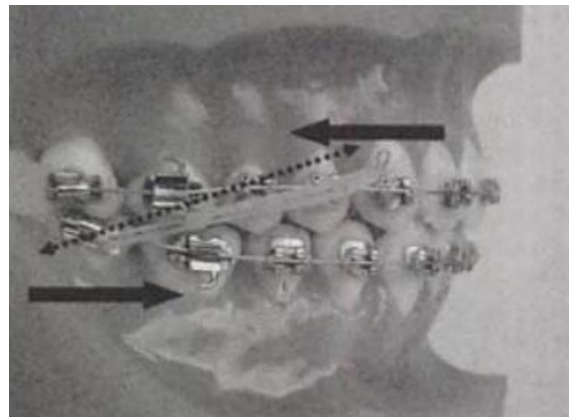


FIG. 3 Elásticos intermaxilares clase II, largos

**c) Elásticos intermaxilares clase III**

1. Se utilizan entre los dos maxilares y actúan produciendo fuerzas en sentido horizontal, transversal y vertical.
2. La selección del tamaño y fuerza dependen de la necesidad. Como norma general se utilizan  $\frac{1}{4}$  de pulgada y 6 onzas de primer molar superior hasta canino inferior o de  $\frac{5}{16}$  de pulgada y 6 onzas desde segundo molar superior hasta lateral inferior, con una fuerza aproximada de 180 gramos en ambos casos.
3. se deben usar sobre arcos rectangulares rígidos de acero inoxidable o de titanio/molibdeno para evitar efectos secundarios dañinos.
4. Tienen un efecto fuerte sobre el hueso dentoalveolar maxilar y mandibular, y lo doblan.



5. Mueven los dientes superiores hacia mesial.
6. Mueven los dientes inferiores hacia distal.
7. Sirven para cerrar los espacios remanentes en los arcos en etapas finales
8. Mejoran la intercuspidadación dental entre maxilares
9. Se utilizan para incrementar o disminuir el anclaje en mecánicas sin fricción
10. Empujan la mandíbula hacia atrás
11. Tienen un componente secundario vertical fuerte
12. Producen fuerzas extrusivas en molares superiores
13. Producen fuerzas extrusivas en caninos o incisivos laterales inferiores
14. Se utilizan para perder torque en incisivos superiores, sobre alambres redondos rígidos
15. El uso prolongado hace rotar el plano oclusal, incrementa la altura facial total y sobre todo, la altura facial anterior inferior, por hacer rotar la mandíbula en sentido a las manecillas del reloj
16. Se pueden poner clase III, cortos, de diente a diente para disminuir el efecto vertical (1)

### **Contraindicaciones**

- No se deben utilizar en pacientes con sensibilidad vertical abierta
- No se deben usar en pacientes con incisivos inferiores lingualizados
- No se deben utilizar por periodos muy largos
- No utilizarlos en clases II
- No utilizarlos en pacientes con altura facial anterior inferior aumentada
- No utilizarlos en pacientes con mordida abierta (1,3,6)

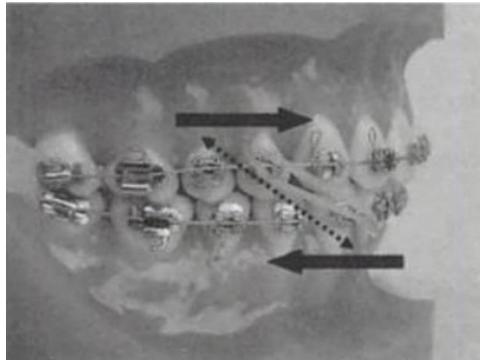


FIG. 4 Elásticos intermaxilares clase III, cortos

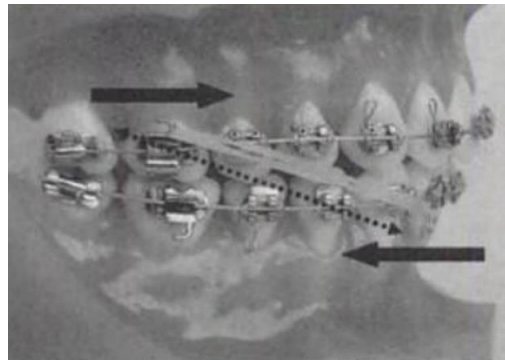


FIG. 5 Elásticos intermaxilares clase III, largos

#### d) Elásticos intermaxilares verticales en forma de caja

Se utilizan en etapas finales del tratamiento y en alambres redondos y rectangulares rígidos y flexibles de mediano y grueso calibre. Los más utilizados son los de  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{5}{16}$  de pulgada y 6 onzas de fuerza. Mejoran la intercuspidadación dental entre los arcos en forma total o seccional. Se pueden colocar con vectores de fuerza diferentes clase II o III. (1,2)

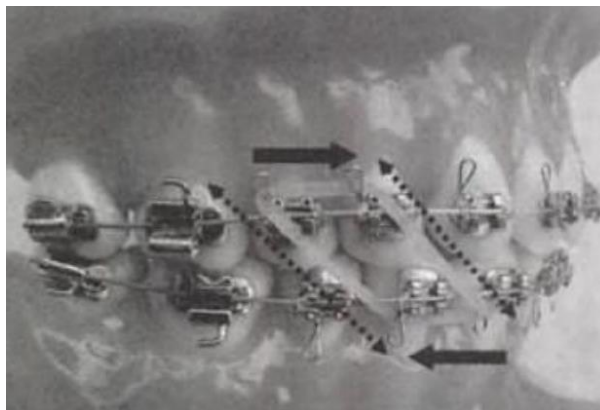


FIG. 6 Elásticos en forma de caja con vector clase III

**e) Elásticos intermaxilares verticales anteriores en forma de trapecio**

Se utilizan en etapas finales del tratamiento y en alambres redondos y rectangulares rígidos y flexibles de mediano y grueso calibre. Los más utilizados son los de  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{5}{16}$  de pulgada y 6 onzas de fuerza. Tienen como propósito incrementar la sobremordida vertical. Producen extrusión de los incisivos maxilares y mandibulares. (1,2)

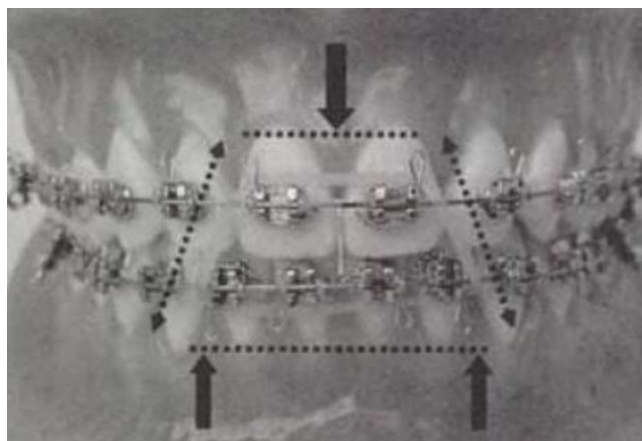


FIG. 7 Elásticos en forma de trapecio anterior con vector clase II

**f) Elásticos intermaxilares verticales en forma de triángulo**

Se utilizan en etapas finales del tratamiento y en alambres redondos y rectangulares rígidos y flexibles de mediano y grueso calibre. Los más utilizados son los de  $\frac{1}{4}$  y  $\frac{1}{8}$  de pulgada y 6 onzas de fuerza. En el vértice

del triángulo se produce una fuerza mayor que en la base y por este motivo se usan para extraer un solo diente. Se anclan en premolares y caninos. (1)

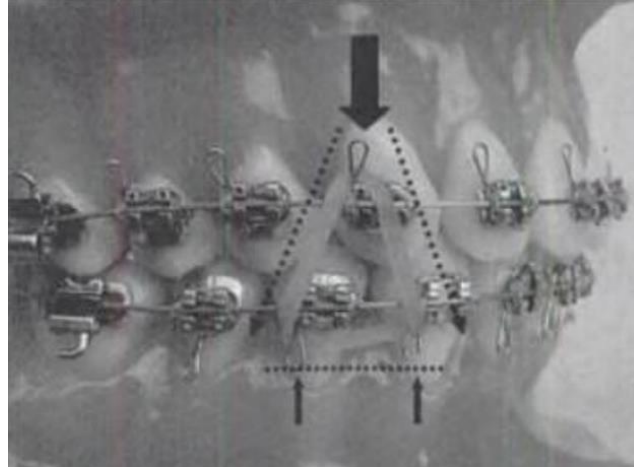


FIG. 8 Elásticos en forma de triángulo

#### g) Elásticos intermaxilares verticales cruzados

Se utilizan en mordidas cruzadas de tipo dental que comprometen uno o más dientes. Se anclan en vestibular y lingual y tienen efectos secundarios verticales que deben ser controlados, para evitar contactos prematuros.(1,3)

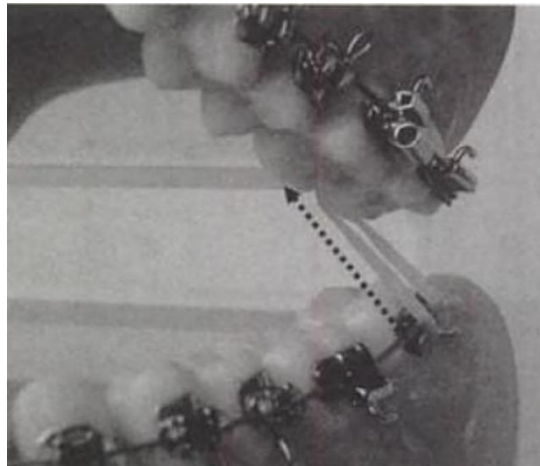


FIG. 9 Elásticos verticales cruzados

**h) Elásticos intermaxilares verticales en forma de M y W.**

Se usan elásticos de 5/15, en etapas de finalización, sobre alambres flexibles redondos o rectangulares completos o seccionados. Sirven para mejorar la relación intercuspídea en la región de molares, premolares y caninos. Se colocan en forma de zigzag formando una M cuando se requiere vector de clase III y W en casos de clase II. (1,3)



FIG. 10 Elásticos en forma de M



FIG. 11 Elásticos en forma de W

### i) Elásticos para la corrección de línea media dental

Se utilizan en etapas finales y en alambres rectangulares rígidos de calibre grueso. Los más utilizados son los de  $1/4$  y  $3/16$  de pulgada, que van desde el incisivo lateral superior hasta el lateral inferior del lado opuesto. Se pueden usar en forma simultánea elásticos intermaxilares de clase II de un lado y III en el otro, dependiendo de la situación clínica. Las discrepancias no deben ser mayores de dos milímetros. Se pueden hacer ligeros desgaste interproximales de esmalte para lograr la corrección y se debe descartar, inicialmente, un problema de tamaño dental de Bolton. (1)

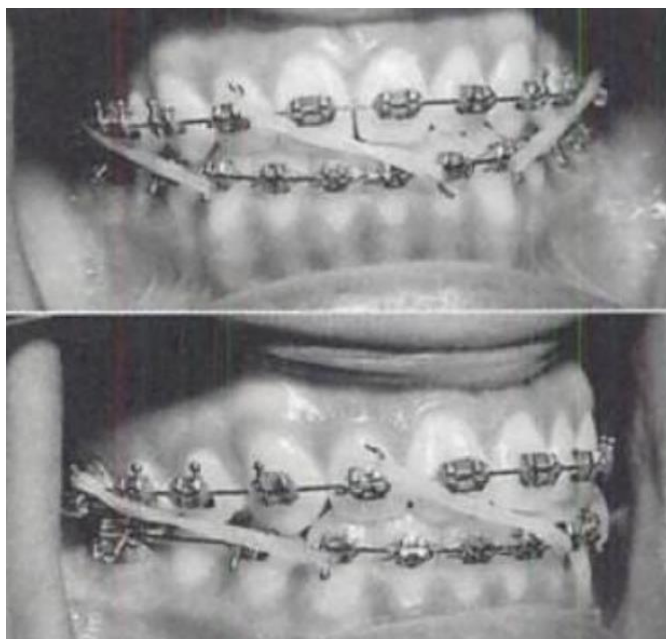


FIG. 12 Elásticos de corrección de línea media

### Elásticos extraorales

Los elásticos extraorales son manejados en los sistemas de mecánica extra oral. Las fuerzas que se utilizan son pesadas y súper pesadas que son desde 13 oz hasta 18 oz respectivamente. (3)

## XII. Presentación de los elásticos

Se debe dejar en claro que la clasificación de los intermaxilares es muy específica y esta misma son catalogadas por su circunferencia y el grueso del material, en su diámetro las medidas comunes son de  $1/4$ ,  $1/8$ ,  $3/16$ ,  $5/16$ ,  $3/8$ ,  $3/4$  y  $1/2$  pulgadas (1 pulgada = 2,54 cm), hablando en su grosor los más utilizado es de 2, 4, 6 y 8 onzas (1 onza = 28,34 gr). (1,3,12)

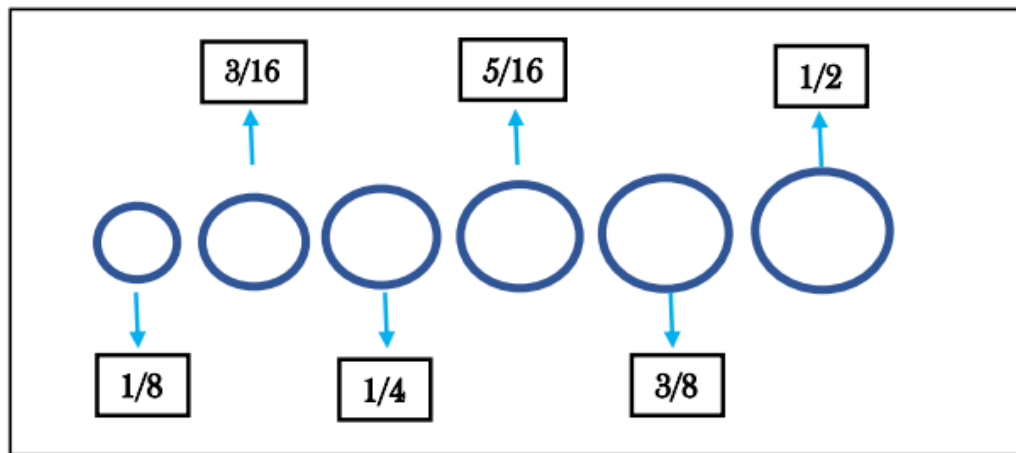


FIG. 13 Diámetros más utilizados en ortodoncia

## XIII. Composición y desgaste de los elásticos

Los factores que influyen en la pérdida de fuerza de los elásticos intermaxilares son variados y pueden ejercer distinto tipo de desgaste según sea su desgaste y la forma en la que se ve afectado el elástico. Entre los factores más comunes se encuentran los ejercicios simples como hablar o no desligarse para comer, aunque existen algunos compañeros que sugieren no desligarse durante las 24 horas en caso de que las ligas no impidan la ingesta de alimentos. Igualmente, una investigación que se desea emular realizada por Fernandes y otros (2011) acerca del intercambio de fuerzas en el uso de elásticos ortodóncicos de látex expone que:





La comparación entre fuerza de extensión/contracción en el laxamiento de diferentes fabricantes de elásticos fue realizado utilizando el porcentaje de relajación de la fuerza en lugar de la fuerza real generada debido al gran número de valores de extensión de fuerza. Aunque las tasas de degradación de la fuerza en este estudio fueron mayores los patrones de degradación para 1/4 de elásticos fueron similares a los de elásticos de látex medidos por Kersey, que informó 17% de degradación de la fuerza a las 24 horas para 20 mm con el método de estiramiento estático (4)

#### **XIV. Factores que influyen en la pérdida de fuerza**

Estos materiales se ven afectados, tanto en sus propiedades físicas como en su apariencia, cuando se exponen a los siguientes factores:

- Absorción de agua: Afecta su estabilidad dimensional y al procedimiento mecánico del elástico, se menciona que un estado húmedo afecta al componente del elástico (el plastificante) haciéndolo débil, puesto que dicho componente posee un bajo peso molecular, por lo que su deformación resulta fácil. (12) Kovatch y cols. (1976) y Brantley y cols. (1979), nos dicen que después de los primeros segundos, en medio húmedo, la pérdida de fuerza de los elásticos obedecía a la siguiente fórmula:  $Carga (fuerza) = constante \times (tiempo)^n$ . La fuerza de elásticos de poliuretano disminuye con el tiempo y el índice de caída aumenta con la hidrólisis. (54). Varios estudios coinciden en que los elásticos en medios húmedos o en el medio bucal, tienen una pérdida de fuerza inicial de entre el 10% y el 40% entre 30 minutos y 24 horas después de que existe una activación. Kanchana y Godfrey (2000) llegaron a conclusiones similares, notaron una degradación de la fuerza en todos los elásticos cuando se introducían en agua, aproximadamente sufrían un 30 % de pérdida de fuerza durante la primera hora, pero tras esta pérdida de fuerza inicial, sufrían una pérdida de fuerza media menor al 7 % en los siguientes 3 días. (12)



- Tiempo: Es el tiempo en el que el elástico está soportando la carga, se menciona que el elástico al ser sometido a tiempos prolongados de estiramiento hay una creciente pérdida en su fuerza. (12)
- Extensión: Al someter un elástico a tensión, a pesar de poseer la propiedad de elasticidad, presenta una deformación de las cadenas elastoméricas, lo cual resulta en la pérdida de fuerza. (12)
- Dieta: Existen ciertos químicos e irritantes pueden causar la degradación de los componentes del elástico, representado como defectos en la estructura molecular, donde las enzimas salivales que causan la hidrólisis en el elástico, causan deformación. (12)
- Temperatura: Un mayor tiempo de exposición a la luz, altera la estructura de los elásticos, por lo cual se hace énfasis a la conservación del empaque de elásticos. También, se menciona que cambios de temperatura disminuyen la fuerza del elástico entre 7 y 10g, especialmente el calor. (12)

A esto se pueden sumar otras causas de la pérdida de fuerza por la humedad o salivación que se genera a lo largo del uso de las ligas; esta puede generar porosidad en el material que a su vez sufrirá una falla estructural en su composición desenlazando en la ruptura de los lazos que unen al material (13). Lo más importante en el tema de la pérdida de fuerza es sin duda la calidad del producto que se coloca en cada ortodoncia pues una situación relacionada con factores ordinarios daría vida de 24 horas por elástico, sin embargo existen productores que llegan a vender elásticos que no superan ni la mitad del uso indicado a los pacientes. Por su lado Yang y otros (2019) prueban que:

Las propiedades de desintegración de fuerza de los elásticos de látex se han probado durante muchos años y la mayoría de los valores fueron determinado por estudios in vitro que utilizaron saliva artificial a una temperatura constante de 37C y pH= 6.7 para estimular la situación oral. Sin embargo, la verdadera condición bucal es mucho más complicada. Varios factores pueden afectar las



propiedades mecánicas de los elásticos de látex; como el material de diferentes empresas, la influencia de la saliva, el pH, la dieta y los efectos de los movimientos de la mandíbula en la estructura de relajación. (13)

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### I. Tipo de estudio

- Cuantitativo
- Corte transversal
- Experimental
- Comparativo

### II. Población y muestra

**Población:** Bolsas de 100 unidades de las casas comerciales American Orthodontics®, Borgatta® y Ah Kim Pech®

**Tamaño de la muestra:** 25 elásticos de cada casa comercial para cada intervalo de tiempo, con un total de 300 elásticos intermaxilares.

### III. Criterios de inclusión

- Bolsas de elásticos correctamente sellados
- Elásticos intermaxilares de 1/8"
- Elásticos intermaxilares de 3.5 oz
- Elásticos intermaxilares de 4.5 oz

- Elásticos intermaxilares de Látex

#### IV. Criterios de exclusión

- Elásticos rotos o dañados
- Elásticos pegados entre los mismos
- Elásticos que presenten algún cambio de color o forma
- Bolsas de elásticos caducos

#### V. Operacionalización de variables

VARIABLE	CONCEPTO	INDICADOR	TIPO	ESCALA
<b>Dependiente</b> Nivel de fuerza de los elásticos intermaxilares	Cambio dimensional ocurrido por la fatiga del material medido por un dinamómetro.	SI la disminución es desde 0.1oz se considera degradación. NO si no existe variación	Cuantitativa	Discreta
<b>Independiente</b> Saliva Artificial	Producto sustituto de la saliva en el cual se colocarán las ligas intermaxilares.	SI NO	Cualitativa	Nominal
<b>Independiente</b> Temperatura	Magnitud física que refleja la cantidad de calor a la cual van a estar sometidas las ligas	37°C al estar en el calentador, siendo constante.	Cuantitativa	Discreta



<b>Independiente</b> Tracción	Esfuerzo al que se somete un objeto cuando hay dos fuerzas que resultan opuestas y varían, a partir de su aplicación, o estiramiento.	SI 9.6 y 9.54mm que resulta de la tracción de 3 veces el diámetro interno de los elásticos. NO 0mm al no estar bajo un estiramiento previo.	Cuantitativa	Discreta
<b>Independiente</b> Marca comercial	Las diferentes casas comerciales que contienen elásticos 1/8" de 4.5oz y 3.5 oz	American Orthodontics 4.5oz Borgatta 4.5 oz Ah Kim Pech 3.5 oz	Cualitativa	Nominal
<b>Independiente</b> Tiempo	Dimensión física que representa la sucesión de cambios por los que pasan las ligas.	0 horas (inicial) 3 horas 12 horas 24 horas	Cuantitativa	Discreta

## VI. Procedimiento

1. Un docente especialista supervisó el entrenamiento y la calibración del investigador en la medición de la magnitud de fuerza.
2. Se puso en práctica una prueba piloto para determinar la desviación estándar y encontrar la cantidad de la muestra.

3. Se evaluarán tres marcas de elásticos intermaxilares de látex 1/8" y fuerza media, American Orthodontics®, Borgatta® y Ah Kim Pech®.
4. Se seleccionaron 25 elásticos de cada casa comercial para cada intervalo de tiempo, con un total de 300 elásticos.
5. Se procedió a medir la fuerza de cada elástico en cuatro intervalos de tiempo, el inicial, antes de sumergirlo en saliva artificial, estirando tres veces su diámetro interno (en un medio seco), 3, 12 y 24 hrs.
6. Para la medición de la fuerza **inicial** de los elásticos intermaxilares se utilizará un dinamómetro marca **INVECTA**® modelo ODG-503 16 oz, y una estructura de madera con dos pines metálicos, los cuales fueron fijados a una distancia que es tres veces el diámetro interno del elástico, llegando a la medida de 9.6 mm para American Orthodontics® y Borgatta®, Y 9.54 para Ah Kim Pech®, según marcan las medidas del fabricante.

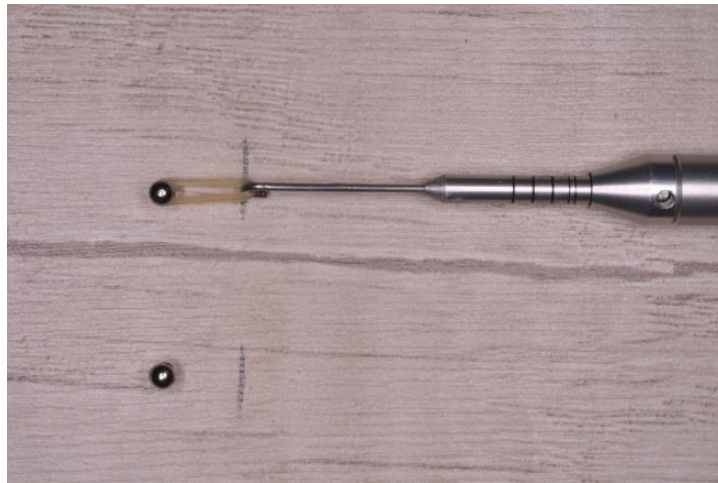


FIG. 14 Medición de fuerza de elásticos

7. Se utilizó un calentador (SABELA) con el cual se puede simular la temperatura bucal de 37°C.

8. Dentro del calentador lleno con saliva artificial (SALIVSOL de 60 ml), cuya composición es de agua, xilitol, goma, Na<sup>+</sup>, F<sup>-</sup>, K<sup>+</sup>, Cl<sup>2-</sup>, Ca<sup>++</sup>, PO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Mg<sup>++</sup>. Se sumergieron los elásticos previamente estirados en 3 charolas de acrílico, una para cada intervalo de tiempo (3, 12 y 24 hrs), dividida en tres grupos para cada marca comercial. Cada charola consta de 36 pines metálicos, los cuales fueron fijados a una distancia que es tres veces el diámetro interno del elástico, a la medida antes mencionada

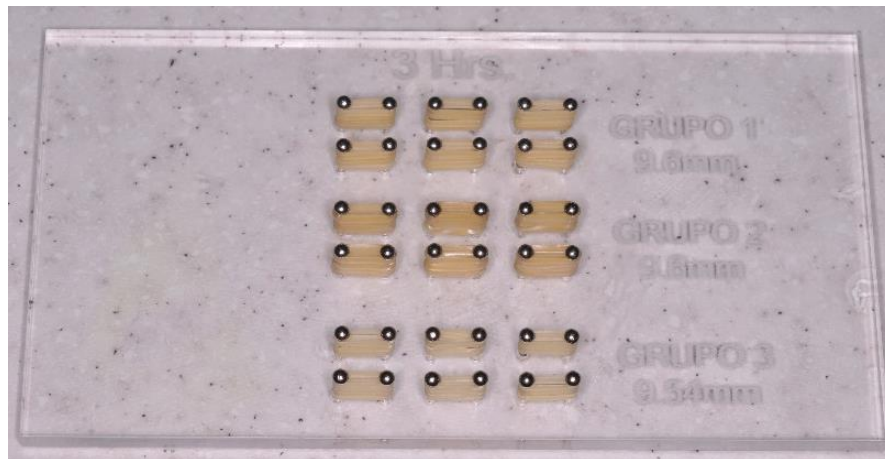


FIG. 15 Grupos de elásticos para 3 horas

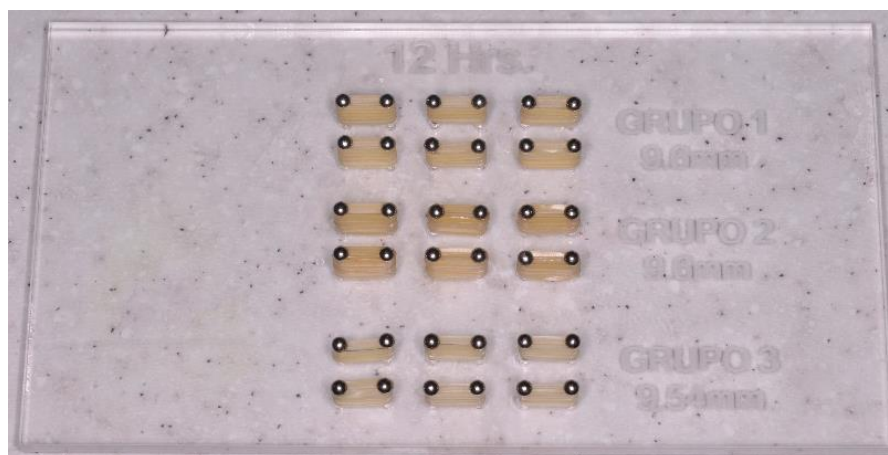


FIG. 16 Grupos de elásticos para 12 horas

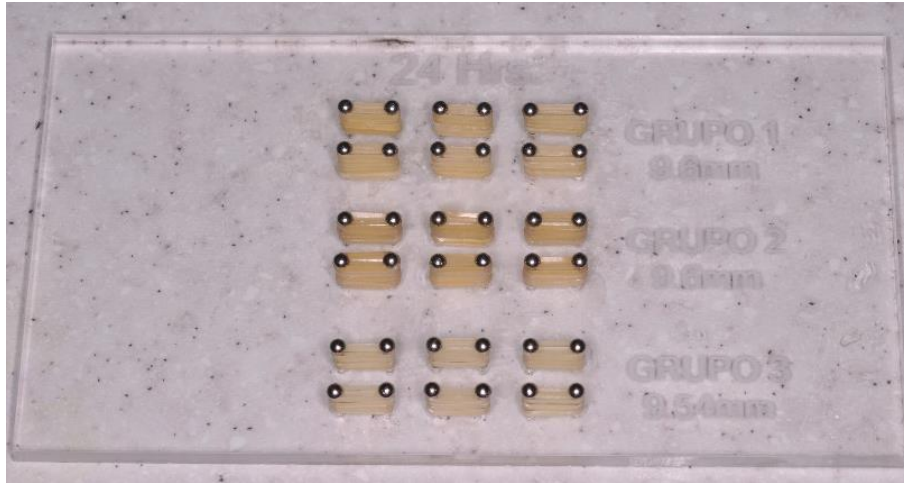


FIG. 17 Grupos de elásticos para 24 horas



FIG. 18 Charolas sumergidas en saliva artificial a temperatura constante de 37°C

9. Se realizó la medición de la fuerza en la estructura de madera después de cada intervalo de tiempo con el dinamómetro.





## VII. Procesamiento y análisis de datos

Se realizó el análisis de resultados en una Laptop Lenovo con procesador AMD Ryzen 5, con un sistema operativo Windows 11. Se registraron las medidas en una base de datos mediante el programa SPSS versión 21.0,

Para encontrar diferencias entre los grupos se usaron la prueba ANOVA de un factor con un nivel de confianza del 95% y pruebas post-hoc, en las que se asume no hay distribución normal de varianzas, debido a que se arrojó un valor de significancia.

## 7. RESULTADOS

De la evaluación del total de 300 elásticos de 3 marcas (AO, BORGATTA Y AH KIM PECH) a intervalos de tiempo de 0, 3, 12 y 24 horas de ser sumergidos en saliva artificial, se obtuvieron los siguientes resultados:

**TABLA 1. Resultados de las estadísticas descriptivas para los tres grupos**

INTERVALO DE TIEMPO	MARCA COMERCIAL	Media	N	Desv. típ.
TIEMPO 0	AMERICAN ORTHODONTICS	4.812	25	.3432
	BORGATTA	4.664	25	.2644
	AH KIM PECH	4.184	25	.2267
	Total	4.553	75	.3878
3 HORAS	AMERICAN ORTHODONTICS	4.064	25	.1604
	BORGATTA	3.996	25	.1098
	AH KIM PECH	3.140	25	.2102
	Total	3.733	75	.4536
12 HORAS	AMERICAN ORTHODONTICS	3.416	25	.3424
	BORGATTA	3.580	25	.3731
	AH KIM PECH	2.996	25	.1859
	Total	3.331	75	.3945
24 HORAS	AMERICAN ORTHODONTICS	3.224	25	.2587
	BORGATTA	3.364	25	.2059
	AH KIM PECH	2.896	25	.1859
	Total	3.161	75	.2927

**TABLA 2. Porcentaje de degradación de fuerza a diferentes intervalos de tiempo**

TIEMPO	n	AO	BORGATTA	AH KIM PECH
3 hrs	25	<b>9.7%</b>	11.2%	10.3%
12 hrs	25	24%	21%	<b>14.4%</b>
24 hrs	25	28.4%	25.3%	<b>17.3%</b>

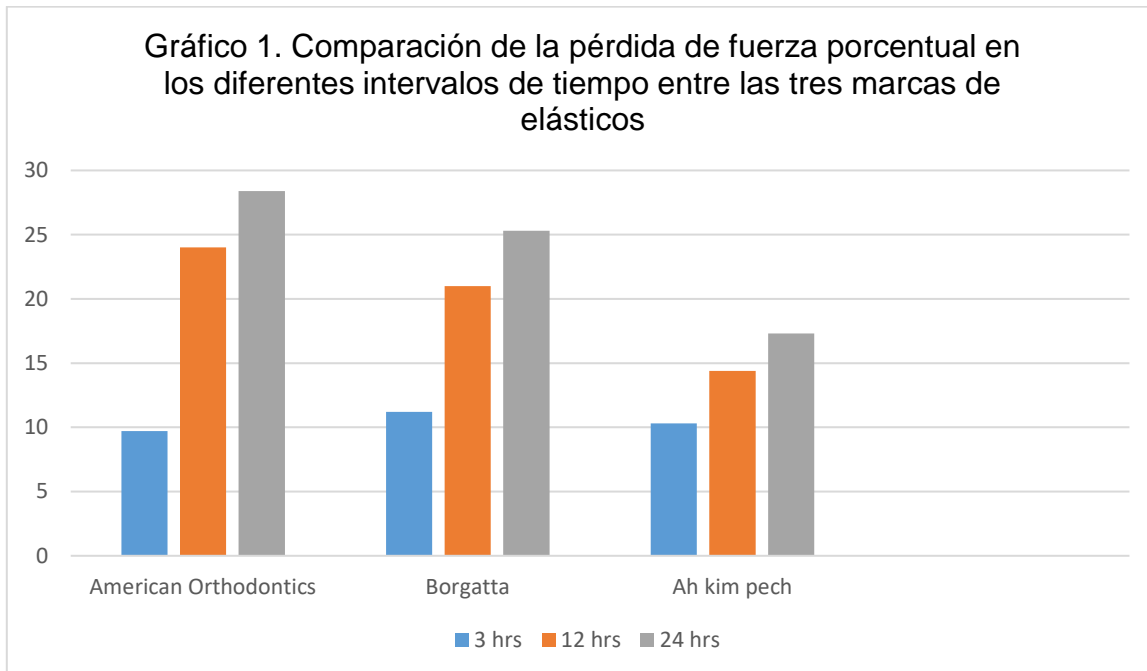


Los resultados arrojaron que todas las casas comerciales sobrepasan la fuerza indicada al activarse.

Los resultados nos muestran que los elásticos de la marca American Orthodontics presentaron una pérdida del 9.7% desde su fuerza inicial durante las 3 primeras horas, 24% a las 12 horas y 28.4% a las 24 horas después de ser sometidos a tracción constante, bajo condiciones orales de humedad y temperatura. La mayor degradación de la fuerza fue durante las 3 a las 12 horas, la cual se incrementó con el paso del tiempo.

Los elásticos de la marca Borgatta presentaron una pérdida del 11.2% desde su fuerza inicial durante las 3 primeras horas, 21% a las 12 horas y 25.3% a las 24 horas. La mayor degradación de la fuerza fue durante las 3 a las 12 horas, la cual se incrementó con el paso del tiempo.

Los elásticos de la marca Ah Kim Pech presentaron una pérdida del 10.3% desde su fuerza inicial durante las 3 primeras horas, 14.4% a las 12 horas y 17.3% a las 24 horas. La mayor degradación de la fuerza fue durante las 3 a las 12 horas, la cual se incrementó con el paso del tiempo.



En el gráfico de barras se puede observar que todas las marcas presentan degradación de fuerza, tras ser sumergidas en saliva artificial a las 3, 12 y 24 horas. La marca American Orthodontics presentó un mayor porcentaje de pérdida de fuerza comparado con las demás marcas a las 12 y 24 horas, siendo Ah Kim Pech la que presentó menor pérdida a las 12 y 24 horas con respecto a las dos marcas comerciales.

#### RESULTADOS DE LA PRUEBA ANOVA

A continuación, se presentan los resultados del análisis de varianza. Los datos se sometieron a un programa estadístico, donde con la prueba ANOVA, a un nivel de significancia de 5%, además de una prueba post-hoc de ANOVA de Bonferroni, donde se compararon cada una de las marcas comerciales, y si existe diferencia en la resistencia del elástico, del diseño experimental de bloques completamente al azar se obtienen los resultados mostrados a continuación:



**TABLA 3. Comparaciones múltiples de la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares entre las marcas American Orthodontics, Borgatta y Ah Kim Pech**

Comparaciones múltiples

Variable dependiente: NIVEL DE FUERZA  
Bonferroni

INTERVALO DE TIEMPO	(I) MARCA COMERCIAL	(J) MARCA COMERCIAL	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
TIEMPO 0	AMERICAN ORTHODONTICS	BORGATTA	.1480	.0798	.204	-.048	.344
		AH KIM PECH	.6280*	.0798	.000	.432	.824
	BORGATTA	AMERICAN ORTHODONTICS	-.1480	.0798	.204	-.344	.048
		AH KIM PECH	.4800*	.0798	.000	.284	.676
	AH KIM PECH	AMERICAN ORTHODONTICS	-.6280*	.0798	.000	-.824	-.432
		BORGATTA	-.4800*	.0798	.000	-.676	-.284
3 HORAS	AMERICAN ORTHODONTICS	BORGATTA	.0680	.0468	.450	-.047	.183
		AH KIM PECH	.9240*	.0468	.000	.809	1.039
	BORGATTA	AMERICAN ORTHODONTICS	-.0680	.0468	.450	-.183	.047
		AH KIM PECH	.8560*	.0468	.000	.741	.971
	AH KIM PECH	AMERICAN ORTHODONTICS	-.9240*	.0468	.000	-1.039	-.809
		BORGATTA	-.8560*	.0468	.000	-.971	-.741
12 HORAS	AMERICAN ORTHODONTICS	BORGATTA	-.1640	.0881	.200	-.380	.052
		AH KIM PECH	.4200*	.0881	.000	.204	.636
	BORGATTA	AMERICAN ORTHODONTICS	.1640	.0881	.200	-.052	.380
		AH KIM PECH	.5840*	.0881	.000	.368	.800
	AH KIM PECH	AMERICAN ORTHODONTICS	-.4200*	.0881	.000	-.636	-.204
		BORGATTA	-.5840*	.0881	.000	-.800	-.368
24 HORAS	AMERICAN ORTHODONTICS	BORGATTA	-.1400	.0619	.080	-.292	.012
		AH KIM PECH	.3280*	.0619	.000	.176	.480
	BORGATTA	AMERICAN ORTHODONTICS	.1400	.0619	.080	-.012	.292
		AH KIM PECH	.4680*	.0619	.000	.316	.620
	AH KIM PECH	AMERICAN ORTHODONTICS	-.3280*	.0619	.000	-.480	-.176
		BORGATTA	-.4680*	.0619	.000	-.620	-.316

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

Como se observa en la tabla de comparaciones múltiples se determinó que no existen diferencias significativas en la pérdida de fuerza entre las marcas de American Orthodontics y Borgatta ( $p > 0.05$ ) para ninguno de los intervalos de tiempo, así como si existen diferencias significativas entre Ah Kim Pech con las marcas de American Orthodontics y Borgatta ( $p < 0.05$ ) para todos los intervalos de tiempo.



## 8. DISCUSIÓN

El propósito de este estudio fue comparar entre diferentes marcas la degradación de la fuerza de elásticos intermaxilares 1/8" de fuerza media. En los resultados se encuentra una diferencia entre la marca Ah Kim Pech en contra de las casas comerciales American Orthodontics y Borgatta, teniendo la casa comercial de Ah Kim Pech una menor degradación, y una mayor para American Orthodontics.

No se encontraron diferencias significativas entre las casas comerciales de American Orthodontics y Borgatta.

Se puede observar que hubo una pérdida de 9.7 a 11.2% de fuerza en las primeras 3 horas, donde la degradación de la fuerza en la casa comercial de Borgatta fue más evidente, de un 14.4 a 24%, a las 12 horas, siendo evidente la pérdida más alta de la casa comercial American Orthodontics, y un 17.3 a 18.4% a las 24 horas, siendo la mayor pérdida para la casa comercial de American Orthodontics, lo cual coincide con el estudio de Wang y col (2007) donde demostraron que el caucho elástico al ser sometido al ambiente oral, pierde entre el 10 y 40 % de su fuerza inicial, esto lo comprobaron luego de 12 a 24 horas de la instalación de los elásticos. Se reitera en el estudio de Alavi y col. (2014) donde compararon la fuerza inicial y la fuerza de degradación de elásticos sin látex en un tiempo de 24 horas. En la primera hora se produjo una pérdida de 4-7,5% de la fuerza y de 19 a 38%, después de 24 horas.

A su vez, en el estudio de Fiallos (2016) la pérdida de fuerza para la casa comercial de American Orthodontics fue del 9,3% y el 11,1% a las 12h y 24h respectivamente en elásticos de 3/16", que fue menor en este estudio, lo cual se relaciona con el estudio de Kersey et al (2003) el cual menciona que los elásticos más pequeños son susceptibles a tener más pérdida de fuerza. Dentro del estudio realizado por Moris y cols (2009) demuestra la pérdida de potencial de fuerza a las 24 horas para las ligas American Orthodontics en un 22.6% acercándose la cifra en esta investigación, que fue de 28.4% tomando en cuenta las variaciones de medida de los elásticos, siendo diámetro más grande y fuerza pesada.



Una observación pertinente es que la variación en la degradación podría diferenciarse aún más al ser usados en la práctica clínica ya que están expuestos a más factores que en un medio artificial, un ejemplo sería la composición de la saliva artificial la cual no contiene los electrolitos, hormonas, enzimas, inmunoglobulinas, citoquinas y otros compuestos necesarios para sus funciones, además de los cambios de pH, que se realiza por los procesos de digestión. Los valores indicados en este estudio nos dan las pautas para realizar el tratamiento adecuado y no hacerlo con la práctica y error, además de generar líneas de investigación para futuros experimentos.



## 9. CONCLUSIONES

- Todas las casas comerciales estudiadas presentan degradación de fuerza de los elásticos.
- La degradación de la fuerza de las ligas intermaxilares se ven influenciadas por las casas comerciales que las distribuyen.
- Se definió que la marca Ah Kim Pech, tiene una menor pérdida de elasticidad en comparación a American Orthodontics y Borgatta.





## 10. BIBLIOGRAFÍA.

1. URIBE, Gonzalo. Ortodoncia teoría y clínica. Cap, 2010, vol. 59, p. 267-279
2. Ahmed I (2016). Force decay and dimensional changes of thermoplastic ligatures and novel thermoset elastomeric ligatures. Accepted: November 2015. Submitted: August 2015. Published Online: January 7 by The EH Angle Education and Research Foundation, Inc. DOI: 10.2319/082815-581.1.
3. Farfán R. (2014). Degradación de la fuerza de los elásticos. Tesis. Lima: Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Odontología.
4. Fernandes y otros (2011). Force extension relaxation of medium force orthodontic latex elastics. Angle Orthodontist, Vol 81, No 5, 812-819.
5. Ferreira y otros (2018). Force decay evaluation of latex and non-latex orthodontic intraoral elastics: in vivo study. Dental Press J Orthod. 2018 Nov-Dec;23(6):42-7.
6. Fiallos S. (2016). Degradación de la fuerza de ligas intermaxilares de uso ortodóntico de diferentes casas comerciales según el tiempo empleado. Estudio in vitro. Tesis. Quito: Universidad Central de Ecuador, Facultad de Odontología.
7. Singh y otros (2012). Elastics in orthodontics: a review. Singh VP et al Health Renaissance, January-April; Vol 10 (No. 1);49-56 Elastics in orthodontics.
8. Roy, S. Tan, K. & Khalid, M (2017). Changes in the force degradation of orthodontic elastomeric chains when subjected to different formulations of chlorhexidine mouthrinse - an in vitro study. Contemporary research journal of multidisciplinary sciences. EUA.
9. Gioka C. Zinelis S. Eliades T. Eliades G (2006). Orthodontic Latex Elastics: A Force Relaxation Study. Angle Orthodontist. Enero 76.
10. Patel, R. y otros (2017). A clinical evaluation and comparison of force degradation of latex and non-latex orthodontic elastics. Diario internacional de investigaciones científicas recientes. Vol. 9.



11. Torres-Reyes P. Manuel-Chávez G. Cavazos-López E. Aguilera-Longoria I. y Arellano-Sandoval Z. (2019). Evaluación de la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas de cuatro marcas diferentes. *Journal Odont Col.* (42-50).
12. Mendoza Guerrero, (2018). "Degradación de la magnitud de fuerza de elásticos intermaxilares de diferentes marcas, evaluados según el tiempo de uso en ortodoncia: estudio in vitro."
13. Yang y cols (2019). Force degradation of orthodontic latex elastics analyzed in vivo and in vitro. February 2019; revised and accepted, March 2019 by the American Association of Orthodontists. All rights reserved: <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.03.028>
14. Kanitkar y otros (2019). Role of Orthodontic Elastics in the Oral & Maxillofacial Surgical Procedures. *Journal of Advanced Medical and Dental Sciences Research.* doi: 10.21276/jamdsr.
15. Kardach y otros (2019). Force decay of intermaxillary orthodontic elastics: in vitro study.
16. Kersey M. Glover K. Heo G. Raboud D. y Major P. (2003) Acomparision of dynamic and static testing of latex and nonlatex orthodontic elastics. *Angle Orthodontist* p. 181-186.
17. Khan A, Shaheed S. (2015). Comparison of claimed and measured of forces of interarch orthodontic elastics - an in vitro study. *POJ.*
18. Lacerda D y otros (2018). The influence of pH levels on mechanical and biological propertiers of nonlatex and latex elastics. *Angle Orthodontist.*
19. Leao J y otros (2013). Influence of different beverages on the force degradation of intermaxillary elastics: an in vitro study. *Journal of Applied Oral Science* (p. 145-149).
20. López R. (2016). Estudio In Vitro de la Pérdida de Fuerza Experimentada por los Elásticos de Ortodoncia con Látex y Libres de Látex. *Revision de Literatura.* Lima: Universidad de Murcia Escuela Internacional de doctorado.



21. Luciane Q y otros (2014). In vitro assessment of color changes of clear orthodontic elastomeric module materials after exposure to high-pigment beverages. *Journal of the World Federation of Orthodontists*.
22. Montenegro A (2018). Differential in vitro force degradation of intermaxillary latex and non-latex elastics. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*. DOI: <http://dx.doi.org/10.17533/udea.rfo.v30n1a3>
23. Rahpeyma A y Khajehahmadi S (2014). Force relaxation of 3/16 inch heavy orthodontic latex elastics used in maxillofacial trauma in simulated jaw fracture situation. *Dental Hypotheses*.
24. Russell K. Milne A. Khanna R. Lee J. (2000). In vitro assessment of the mechanical properties of latex and non-latex orthodontic elastics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*.
25. Salgado A y col (2017). Influence of temperature and humidity on the long-term storage of latex and non-latex orthodontic elastics, *Journal of Orthodontics*, DOI: 10.1080/14653125.2017.1353788.
26. Torres P y otros (2019). Evaluación de la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas de cuatro marcas diferentes. *Journal Odont* (pág. 42-50).
27. Vecchionacce A. (2009). Estudio comparativo in vitro de la cantidad de deformación de los elásticos intermaxilares utilizados en ortodoncia de acuerdo a la marca y medios de almacenamiento húmedos y secos. Tesis. Quito: Universidad de San Francisco de Quito, Departamento de odontología - post grado.
28. Viana V. (2013). In vitro comparison of the force degradation of orthodontic intraoral elastics from different compositions. *RSBO (Ene-Mar)*.
29. Wang T y cols(2007). Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics in vitro and in vivo. *Angle Orthod*. 2007; 77(5): p. 688-693.
30. Yang y cols (2019). Force degradation of orthodontic latex elastics analyzed in vivo and in vitro. February 2019; revised and accepted, March 2019 by the



American Association of Orthodontists. All rights reserved:  
<https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2019.03.028>

31. MORIS A, SATO K, FRANCISCO DE LUCCA FACHOLLI A, EUCLIDES NASCIMENTO J, RICARDO LOUREIRO SATO F, Estudo in vitro da degradação da força de elásticos ortodônticos de látex sob condições dinâmicas, Dental Press Ortodon Ortop Facial 95 Maringá, v. 14, n. 2, p. 95-108, mar./abr. 2009.
32. Alavi, S., Rahnema, A., Hajizadeh, F., & Ardekani, H. (2014). An In-vitro comparison of force loss of orthodontic non-latex elastics. 11(1), 10-16.



**11. ANEXOS**

**ANEXO 1. ANOVA DE UN FACTOR**

NIVEL DE FUERZA

INTERVALO DE TIEMPO		Suma de gl	Media	F	Sig.	
		cuadrados	cuadrática			
TIEMPO 0	Inter-grupos	5.389	2	2.695	33.813	.000
	Intra-grupos	5.738	72	.080		
	Total	11.127	74			
3 HORAS	Inter-grupos	13.259	2	6.630	242.650	.000
	Intra-grupos	1.967	72	.027		
	Total	15.227	74			
12 HORAS	Inter-grupos	4.536	2	2.268	23.385	.000
	Intra-grupos	6.983	72	.097		
	Total	11.519	74			
24 HORAS	Inter-grupos	2.885	2	1.443	30.081	.000
	Intra-grupos	3.453	72	.048		
	Total	6.338	74			

**ANEXO 2. TABLA DE COMPARACIONES MÚLTIPLES DE DUNNETT**

Variable dependiente: NIVEL DE FUERZA

t de Dunnett (bilateral)<sup>a</sup>

INTERVALO DE TIEMPO	(I) MARCA COMERCIAL	(J) MARCA COMERCIAL	Diferencia de medias (I-J)	Error típico	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
						Límite inferior	Límite superior
TIEMPO 0	BORGATTA	AMERICAN ORTHODONTICS	-.1480	.0798	.121	-.328	.032
	AH KIM PECH	AMERICAN ORTHODONTICS	-.6280*	.0798	.000	-.808	-.448
3 HORAS	BORGATTA	AMERICAN ORTHODONTICS	-.0680	.0468	.256	-.173	.037
	AH KIM PECH	AMERICAN ORTHODONTICS	-.9240*	.0468	.000	-1.029	-.819
12 HORAS	BORGATTA	AMERICAN ORTHODONTICS	.1640	.0881	.119	-.035	.363
	AH KIM PECH	AMERICAN ORTHODONTICS	-.4200*	.0881	.000	-.619	-.221
24 HORAS	BORGATTA	AMERICAN ORTHODONTICS	.1400*	.0619	.050	.000	.280
	AH KIM PECH	AMERICAN ORTHODONTICS	-.3280*	.0619	.000	-.468	-.188

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel 0.05.

a. Las pruebas t de Dunnett tratan un grupo como control y lo comparan con todos los demás grupos.