



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE ELÁSTICOS  
INTERMAXILARES DE TIPO LÁTEX Y SINTÉTICOS**

**PRESENTADA POR  
RUTH ALEJANDRA PACHECO ZAMORA**

**ASESOR  
GERMÁN CHÁVEZ ZELADA**

**TESIS  
PARA OPTAR EL TÍTULO DE CIRUJANA DENTISTA**

**LIMA – PERÚ  
2022**



**CC BY-NC-ND**

**Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada**

**El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.**

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE  
ODONTOLOGÍA

**TESIS TITULADA**

**“DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE ELÁSTICOS  
INTERMAXILARES DE TIPO LÁTEX Y SINTÉTICOS”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO DE:**

**CIRUJANA DENTISTA**

**PRESENTADA POR:**

**BACH. RUTH ALEJANDRA PACHECO ZAMORA**

**ASESOR:**

**DR. ESP. GERMÁN CHÁVEZ ZELADA**

**LIMA – PERÚ**

**2022**



**DEDICATORIA:**

A mis padres por el apoyo incondicional en la parte moral y económica, a mi familia en general por la constante motivación que me brindaron durante toda mi etapa universitaria.

**AGRADECIMIENTOS:**

Agradezco a Dios por haberme guiado, a mis docentes, compañeros por su constante apoyo.

A mi asesor, Dr. German Chávez Zelada por su tiempo en brindarme sus conocimientos, necesarios para culminar esta tesis.

A la Facultad de Odontología de la Universidad San Martín de Porres por permitirme ser parte de ella y brindarme los conocimientos de esta linda carrera.

## ÍNDICE GENERAL

	Pag.
<b>INTRODUCCIÓN</b>	01
<b>CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO</b>	02
1.1 Antecedentes de la Investigación	04
1.2 Bases Teóricas	07
1.3 Definición de Términos Básicos	19
<b>CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES</b>	20
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>	22
4.1 Diseño Metodológico	11
4.2 Diseño Muestral	11
4.3 Técnicas de Recolección de Datos	12
4.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información	13
4.5 Aspectos Éticos	13
<b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS</b>	14
<b>CAPÍTULO V: DISCUSIÓN</b>	22
<b>CONCLUSIONES</b>	24
<b>RECOMENDACIONES</b>	25
<b>FUENTES DE INFORMACIÓN</b>	26
<b>ANEXOS</b>	

## RESUMEN

**Objetivo:** Determinar la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex y sintéticas en distintos intervalos de tiempo: 0, 6, 12, 24 horas

**Material y métodos:** Se lleva a cabo un estudio experimental con la finalidad de evaluar la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex y sintéticas a 0, 6, 12 y 24 horas. Se utilizaron 60 elásticos intermaxilares de 5/16 pulgadas y 6.0 oz. de la marca OrthoClassic divididos en dos grupos de 30 unidades de muestra de acuerdo al tipo de material: látex y sintético. Se elaboraron 6 bases de acrílico transparente. En cada base se efectuaron perforaciones con 24 mm de separación entre ellas y una profundidad de 4 mm, estas mediciones se llevaron a cabo con un calibrador Vernier Digital de 200 mm de la marca MITUTOYO. Se colocaron pines que mantendrán los elásticos sometidos a un estiramiento constante de 24 mm, con el objetivo de analizar la degradación de fuerza en los intervalos de tiempo asignados.

Para determinar la fuerza de tracción inicial se utilizará una máquina digital de tracción (CMT-5L MARCA LG). Después de realizar la medición inicial de las fuerzas, las muestras serán colocadas en los pines de acero. Seguidamente, estas son sumidas en un envase con 500 ml de saliva artificial del laboratorio LUSA.

**Resultados:** Existen diferencias estadísticamente significativas en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares de látex y sintéticos, siendo los de tipo sintéticos los que presentaron una mayor degradación en todos los intervalos de tiempo excepto a las 24 horas.

**Conclusión:** Se encontró que la mayor pérdida de fuerzas a lo largo del tiempo fue la de tipo sintéticas.

**Palabras claves:** elásticos intermaxilares, degradación de fuerzas.

## ABSTRACT

**Objective:** To determine the degradation of latex and synthetic intermaxillary elastic forces in different time intervals: 0, 6, 12, 24 hours.

**Material and methods:** An experimental study was done in order to evaluate the degradation of latex and synthetic intermaxillary elastic forces at 0, 6, 12 and 24 hours. 60 5/16 inch 6.0 oz intermaxillary elastics were used of the OrthoClassic brand divided into two groups of 30 sample units according to the type of material: latex and synthetic. 6 transparent acrylic bases were made; in each base, perforations were made with 24 mm of separation between them and a depth of 4 mm, these measurements were carried out with a 200 mm Digital Vernier caliper of the MITUTOYO brand. Pins were placed in order to keep the elastics subjected to constant stretching at a distance of 24 mm, with the target of analyzing the force degradation in the assigned time intervals.

To determine the initial traction force, a digital traction machine (CMT-5L BRAND LG) will be used. After making the initial measurement of the forces, the samples were placed on the steel pins, the samples will then be submerged in a container with 500 ml of artificial saliva from the LUSA laboratory.

**Results:** There are statistically significant differences in the force degradation of latex and synthetic intermaxillary elastics, with the synthetic type showing the greatest degradation in all time intervals except at 24 hours.

**Conclusion:** It was established that the greatest loss of strength over time was the synthetic type.

**Keywords:** intermaxillary elastics, force degradation.

## INTRODUCCIÓN

Los elásticos ortodónticos constituyen uno de los recursos más empleados para corregir mal posiciones dentarias, retracción de caninos, cerrar espacios, corregir la línea media y discrepancias de desarrollo maxilofacial<sup>1,2,14-16</sup>

Los elásticos ortodónticos pueden clasificarse como de látex o sintéticos. Las cadenas de látex (hule natural) fueron las primeras que se fabricaron, y se elaboran a partir de la savia de diversos vegetales<sup>3,18</sup>. Posteriormente los elásticos sintéticos surgieron como una alternativa a los elásticos de látex debido a las reacciones de hipersensibilidad que se reportaron con este material.

Las cadenas y ligaduras elásticas no pueden ejercer grados constantes de fuerza durante un largo período de tiempo, experimentando un proceso conocido como “degradación de fuerza”. Esta situación origina que el movimiento dentario disminuya o se detenga, incrementando el tiempo de tratamiento. “La mayor disminución de fuerza ocurre en las primeras horas; después de este período, la pérdida es más gradual”<sup>3,4</sup>.

Por consiguiente, el propósito del presente estudio es determinar la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex y sintéticas en distintos intervalos de tiempo: 0, 6, 12, 24 horas. Siendo los objetivos específicos:

1. Determinar la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex a las 0, 6, 12 y 24 horas.
2. Determinar la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticas a las 0, 6, 12 y 24 horas.
3. Comparar la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex a las 0, 6, 12 y 24 horas.
4. Comparar la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticas a las 0, 6, 12 y 24 horas.
5. Comparar la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y sintéticas en cada intervalo de tiempo.

## CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

### 1.1 Antecedentes de la investigación

**NOTAROBERTO DFC, et al. (2018)**, compararon la degradación de fuerzas de elásticos ortodónticos de látex y sintéticos. El estudio fue un ensayo clínico con grupo control. Con esta finalidad se trataron a 15 pacientes que se encontraban en fase final de tratamiento de ortodoncia, utilizando arcos rectangulares o redondos de 0,020 pulgadas de diámetro, sin extracciones y con prescripción para utilizar elásticos intermaxilares Clase II o Clase III, en ambos lados de la boca. Se emplearon 75 bandas de látex y 75 sintéticas, de la marca *American Orthodontics*. Los elásticos se sujetaron en ganchos aplicados a caninos y primeros molares, a una distancia 25 mm. Se indicó a los pacientes que utilizaran los elásticos durante 1, 3, 12 y 24 horas. Solo podían quitarse el elástico para comer o cepillarse los dientes, reemplazando entonces el mismo elástico. En el momento de la extracción del elástico, se realizaron las medidas respectivas de la fuerza. El estudio encontró que, al inicio del estudio, la fuerza de los elásticos sintéticos fue ligeramente mayor que las de los de látex. Posteriormente las fuerzas de las bandas de látex elástico mostraron valores más altos. Al cabo de 24 horas la degradación de las fuerzas fue mayor con los elásticos sintéticos. El estudio concluye que la resistencia de los elásticos de látex fue más estable que la de los sintéticos<sup>12</sup>.

**ARDANI IGAW, et al. (2018)** compararon la degradación de la fuerza de los elásticos ortodónticos de látex y sintéticos. El estudio fue de tipo experimental *in vitro*. Con esta finalidad se tomaron 110 elásticos de ambos tipos de las marcas *American Orthodontics* y *Ortho Technology*, con medidas de 1/4 pulgada y 3/16 pulgadas, los cuales fueron sumergidos en saliva artificial e incubados durante 48 horas. Seguidamente se les aplicó una fuerza de estiramiento moderada (30 mm) por los siguientes intervalos de tiempo: inicial, 1, 3, 6, 12, 24 y 48 horas. Al comparar la degradación de las fuerzas, el estudio encontró diferencias durante el período de 0 a 24 horas con una mayor degradación de fuerzas con los elásticos de látex, mientras que en el periodo de 24-48 horas no se observó ninguna diferencia. El estudio concluye ambos tipos de elásticos mostraron una degradación de fuerzas a lo largo del tiempo, siendo mayor en los de látex que con los sintéticos<sup>9</sup>.

**MONTENEGRO OA, et al. (2018)** compararon la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares de látex y sintéticos. El estudio fue de tipo experimental *in vitro*. La muestra estuvo constituida por 20 elásticos intermaxilares de látex y 20 sintéticos de la marca *Forestadent*, los cuales fueron extendidos a 18 mm y sumidos en saliva artificial por 24 horas. Las mediciones de fuerza se realizaron en los siguientes intervalos de tiempo: 0, 6, 12, 18 y 24 horas. Se encontró que los elásticos de látex presentaron mayor fuerza que los sintéticos en todos los intervalos de tiempo. “La mayor pérdida de fuerza en ambos materiales se produjo durante las primeras seis horas, y en ese lapso la diferencia entre ambos tipos de elásticos fue significativa”<sup>10</sup>.

**SANTOS JLS, et al. (2018)** compararon la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex y sintéticos. El estudio fue experimental *in vitro*. Para el estudio se utilizaron 60 elásticos de látex y 60 sintéticos de la marca *Morelli*. Los elásticos se estiraron 4 cm y se sumergieron en saliva artificial a 37°C. La fuerza se midió en los siguientes intervalos de tiempo: inicio, 24, 48, 72 y 120 horas después de la inmersión. Se encontró que los valores promedio de ambos grupos fueron similares. La mayor degradación de fuerzas se dio durante las primeras 24 horas. El estudio concluye que los elásticos deben ser cambiados en un plazo de 48 horas, para que la fuerza aplicada se mantenga en niveles aceptables<sup>7</sup>.

**FARFÁN ML, et al. (2017)** compararon la degradación de fuerzas entre los elásticos intermaxilares de látex y las sintéticas. El estudio fue de tipo experimental *in vitro*. Con esta finalidad se utilizaron 30 bandas de 6 y 3/16” de la marca *Ortho Classic* por grupo e intervalo de tiempo, haciendo un total de 180 elásticos de látex y 180 elásticos sintéticas. A las bandas se les aplicó una tracción estática bajo las mismas condiciones de humedad y temperatura por 1, 3, 6, 12 y 24 horas. “El estudio encontró que los elásticos intermaxilares de látex presentaron una degradación media de la fuerza de 13,8%, 17,4%, 18,2%, 21% y 23,4% al cabo de 1, 3, 6, 12 y 24 horas, respectivamente. Los elásticos intermaxilares sintéticas presentaron una degradación media de la fuerza de 32,5%, 39,6%, 44,4%, 51,1% y 56% al cabo de 1, 3, 6, 12 y 24 horas, respectivamente”<sup>13</sup>. Cuando se compararon

los valores, se encontró que la mayor degradación de fuerza se mostró en las bandas sintéticas, en todos los intervalos de tiempo<sup>13</sup>.

## 1.2 Bases teóricas

### ELÁSTICOS ORTODÓNTICOS

Los elásticos ortodónticos constituyen uno de los recursos más empleados para corregir mal posiciones dentarias, retracción de caninos, cerrar espacios, corregir la línea media y discrepancias de desarrollo maxilofacial<sup>1,2,14-16</sup>. Las principales ventajas son su memoria elástica, biocompatibilidad, relación costo-beneficio, su inserción y retiro requieren un menor tiempo clínico, facilitan una adecuada higiene y su resultado no depende del cumplimiento del paciente<sup>2,4,6,17</sup>.

Los elásticos ortodónticos pueden clasificarse como de látex o sintéticos. Las cadenas de látex (hule natural) fueron las primeras que se fabricaron, y se elaboran a partir de la savia de diversos vegetales<sup>3,18</sup>. El hule natural fue descubierto y utilizado inicialmente por las antiguas civilizaciones incas y maya<sup>19</sup>. “Sin embargo, su uso era limitado pues sus propiedades se alteraban por la temperatura y la absorción de la humedad. El proceso de vulcanización introducido por Charles Goodyear en 1839, permitió mejorar las propiedades de estos materiales”<sup>11,14,20</sup>.

Ortodoncistas como Henry Baker (Boston), Calvin Case (Chicago) y Edward Angle (Pensilvania y Minnessotta) comenzaron a emplearlo hacia fines del siglo XIX en el tratamiento ortodóntico<sup>14,21</sup>. Posteriormente, el desarrollo de la petroquímica permitió que hacia el año 1920 se desarrollen las cadenas elastoméricas sintéticas, cuyo uso clínico se difundió en la década del 60<sup>2,14,22,23</sup>.

Estos materiales surgieron como una alternativa a los elásticos de látex debido a las reacciones de hipersensibilidad que se reportaron con este material. Hacia 1999, la American Dental Association (ADA) estimaba que entre el 0,12 y 6% de la población general, entre el 4 y 10% de los trabajadores de salud, y el 6,2% de odontólogos y asistentes dentales podrían presentar hipersensibilidad al látex.<sup>11</sup>

La reacción alérgica se debería a los agentes químicos empleado en el proceso de vulcanización, como el amonio y los antioxidantes<sup>10</sup>. Las reacciones producidas por

el látex pueden ser de hipersensibilidad inmediata, y las manifestaciones incluyen inflamación, estomatitis, lesiones orales eritematosas, reacciones respiratorias, y – en los casos más severos – shock anafiláctico<sup>9,24</sup>.

Los componentes alergénicos también pueden esparcirse en el aire con el talco de los guantes, y ocasionar reacciones asmáticas en personas susceptibles. Las reacciones alérgicas al látex son más frecuentes en trabajadores de salud, pacientes con dermatitis en manos, o niños con espina bífida u otras anomalías congénitas. También se ha observado que estos pacientes pueden tener reacciones cruzadas con el plátano, palta, castañas y kiwi<sup>25</sup>.

Los elásticos sintéticos se elaboran a partir materiales de poliuretano, derivados del carbón, petróleo, alcoholes y aceites vegetales<sup>4</sup>. De estas materias primas se obtiene el poliéster, del poliéter glicol o del polihidrocarbano diol con un agente disociante, dependiendo del uso que se le va a dar<sup>26</sup>.

Los elastómeros sintéticos tienen propiedades fisicoquímicas superiores a los derivados del caucho natural: mayor elasticidad, resistencia, menor solubilidad a disolventes orgánicos, menor deterioro por luz, temperatura y envejecimiento natural, y menor costo<sup>27,28</sup>.

Después de su polimerización, los elastómeros se presentan como una masa informe, con cadenas poliméricas unidas por fuerzas de atracción relativamente débiles, El proceso de vulcanización permite mejorar sus propiedades mecánicas mediante la formación de enlaces covalentes entre las cadenas y la formación de una estructura tridimensional reticulada (reticulación covalente). Adicionalmente, en el proceso se forman enlaces químicos no covalentes – fuerzas de van der Waals o puentes de hidrógeno- intramoleculares o entre distintas moléculas del polímero (cadenas virtuales cruzadas)<sup>27</sup>.

En inicio los polímeros muestran un patrón espiral; cuando se deforman ante la aplicación de fuerzas, las cadenas asumen una estructura lineal con eslabones cruzados en algunos puntos a lo largo de sus ejes. La modificación del patrón espiral a lineal ocurre debido a conexiones secundarias lábiles, mientras que la recuperación de su estructura original se debe a su estructura reticulada. La

deformación permanente ocurre solo cuando el polímero es estirado por encima de su límite elástico, provocando la ruptura de los enlaces cruzados<sup>4,17,29</sup>.

Esto se debe a que, al no presentar una estructura homogénea, una fuerza excesiva puede producir una fatiga en ciertos puntos débiles; además, la fricción entre las cadenas moleculares también provoca una fatiga dinámica<sup>28</sup>.

## **DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE LOS ELÁSTICOS ORTODÓNTICOS**

La elasticidad se define como la capacidad de un material de retornar a su dimensión principal luego de haber sido sujeto a una deformación<sup>19,20,26</sup>. La elasticidad está determinada por el patrón geométrico y por el tipo de atracciones moleculares del cuerpo<sup>19</sup>.

Un elastómero ideal es aquel que vuelve a su configuración original exacta después de haber sido dilatado más allá de su límite elástico. Esta situación es poco frecuente debido a que al ser distendidas las cadenas de polímeros se deslizan irreversiblemente unas sobre otras, lo que da como resultado una nueva disposición espacial<sup>4</sup>. “Los principios biológicos del movimiento ortodóntico mencionan que las fortalezas requeridas para producir movimientos dentales deben ser tenues y constantes para no causar daños en los tejidos periodontales”<sup>23</sup>. Las cadenas y ligaduras elásticas no pueden ejercer niveles constantes de fuerza durante un largo período de tiempo, experimentando un proceso conocido como “degradación de fuerza”. Esta situación origina que el movimiento dentario disminuya o se detenga, incrementando el tiempo de tratamiento. “La mayor disminución de fuerza ocurre en las primeras horas; después de este período, la pérdida es más gradual”<sup>3,4</sup>. Por esta razón se recomienda la aplicación de una fuerza inicial mayor a la deseada para un movimiento de ortodoncia, con el objetivo de compensar dicha reducción de fuerza durante el uso continuo de dispositivo<sup>4</sup>.

Entre los factores que pueden disminuir la fuerza de los elásticos tenemos la temperatura bucal, concentración de oxígeno, cambios de pH, absorción de agua, radicales libres, enzimas y sustancias contenidas en el fluido salival, enjuagues bucales, higiene oral y efectos de fuerzas externas como la masticación<sup>5-8,14,18,27,30-34</sup>.

La reducción de fuerzas de los elásticos sintéticos tiende a ser mayor que la de los de látex en medios húmedos<sup>7,10</sup>. Sin embargo, cuando se trabaja en medios secos la pérdida de fuerza tiende a ser similar entre ambos<sup>10</sup>.

### 1.3 Definición de términos básicos

**Degradación:** Destrucción o alteración de las propiedades de un material macromolecular<sup>35</sup>.

**Elastómero:** Polímero natural o sintético que presenta propiedades elásticas.<sup>35</sup>

**Elasticidad:** Capacidad de retornar a su dimensión original luego de haber sido sometido a una deformación<sup>19,20,26</sup>.

**Fuerza:** proceso capaz de deformar un cuerpo o de variar su estado de reposo o movimiento<sup>35</sup>.

**Sintético:** se aplica a los productos industriales que se obtienen por este procedimiento y que se caracterizan por producir o imitar algunos materiales naturales<sup>35</sup>.

**Vulcanización:** Operación que consiste en mejorar el caucho, tratándolo con azufre<sup>35</sup>.

## **CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.1 Hipótesis**

#### **2.1.1 Hipótesis general**

Existe diferencia en la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex y sintéticos de 5/16 pulgadas y 6.0 oz. En relación al tiempo a las 0, 6, 12 y 24 horas.

#### **2.1.2 Hipótesis específicas**

H1: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex a las: 0, 6, 12, 24 horas.

H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex a las: 0, 6, 12, 24 horas.

H2: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticos a las: 0, 6, 12, 24 horas.

H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticos a las: 0, 6, 12, 24 horas.

H3: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex en comparación con los sintéticos, a las: 0, 6, 12, 24 horas.

H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex en comparación con los sintéticos a las: 0, 6, 12, 24 horas.

## 2.2 Variables y definición operacional

**Variable independiente:** Tipo de elástico intermaxilar.

**Definición conceptual:** Los elásticos intermaxilares son dispositivos de almacenamiento de fuerza, que producen un movimiento ortodóntico al liberar fuerzas sobre los dientes y transmitirla al periodonto<sup>10</sup>.

**Definición operacional:** Para el estudio se tomará en cuenta el material empleado en la fabricación del elástico intermaxilar según lo reportado por el fabricante, clasificándose como elásticos intermaxilares de látex o sintéticos de la marca Dentsply y GAC.

**Variable dependiente:** Degradación de fuerza del elástico intermaxilar.

**Definición conceptual:** Disminución de la fuerza del elástico en un periodo de tiempo, lo que trae como consecuencia que el movimiento dentario disminuya o cese<sup>3</sup>.

**Definición operacional:** Para el estudio se determinará la pérdida de fuerzas a través del tiempo, medido con un dinamómetro.

### 3.3 Operacionalización de variables

VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	CATEGORÍA O VALOR	TIPO	ESCALA
<b>Independiente:</b> Tipo de elástico intermaxilar	- 5/16 pulgadas y 6.0 oz.	-Látex - sintética	OrthoClassic	CUALITATIVA	NOMINAL
<b>Dependiente:</b> Degradación de fuerza de elásticos intermaxilares	Magnitud de la fuerza	Diferencia entre el porcentaje de la fuerza inicial y la degradación	Porcentaje (%) de pérdida de fuerza.	CUANTITATIVA	RAZÓN
<b>Intervinientes:</b> Tiempo	Período que transcurre entre cada toma de datos	Horas	0, 6, 12, 24	CUANTITATIVA	ORDINAL

## CAPÍTULO III: METODOLOGÍA

### 4.1 Diseño metodológico

- Experimental:** In-vitro ya que al manipular la fuerza que se produce al estirar los elásticos intermaxilares.
- Analítico:** Comparará la información de las variables en dos o más poblaciones.
- Prospectivo:** Se tomarán las medidas después de ser aceptado el proyecto.
- Longitudinal:** Se medirán sus dimensiones a través del tiempo a las 0, 6,12, 24 horas.

### 4.2 Diseño muestral

**Muestra:** Elásticos intermaxilares de látex y sintéticas de 5/16 pulgadas y 6.0 onzas de la marca OrthoClassic que serán extendidos 24mm y sumergidos en saliva artificial.

**Muestreo:** Será no probabilístico, ya que se dividirá por conveniencia en dos grupos.

**Unidad de análisis:**

- 30 elásticos de látex de 5/16 pulgadas y 6.0 oz. de fuerza.
- 30 elásticos sintéticos de 5/16 pulgadas y 6.0 oz de fuerza.

**Tamaño de muestra:** Conformada por 60 elásticos intermaxilares de 5/16 pulgadas y 6.0 oz. Repartidos en dos grupos de 30 unidades de muestra de acuerdo al tipo de material: látex y sintético.

Para calcular el tamaño muestral se tomó como referencia los estudios de Montenegro OA (2018)<sup>10</sup>, Achachao KK (2017)<sup>37</sup>, Ajami S, *et al.* (2017)<sup>38</sup>,

Javanmardi y Salehi (2016)<sup>2</sup>, Omidkhoda M, *et al.* (2015)<sup>39</sup>, Morales EC, *et al.* (2014)<sup>23</sup>, Sánchez MA, *et al.* (2006)<sup>14</sup>.

### **Criterios de inclusión**

Los elásticos procederán del mismo lote y fecha de expiración.

Empaque nuevo y/o sellado.

### **Criterios de exclusión**

Empaque con sellado defectuoso.

Fallas de fabricación o alteraciones de la superficie (p.ej. desgastes, roturas, o elásticos pegados).

## **4.3 Técnicas de recolección de datos**

La investigación se realizará según el procedimiento empleado por Montenegro OA (2018)<sup>10</sup>. Se elaborarán 6 bases de acrílico transparente de 50 mm de largo, 45 mm de ancho y 4 mm de espesor. En cada base se realizarán perforaciones con una fresa redonda multilaminada de carburo, con 24 mm de separación entre ellas y una profundidad de 4 mm, estas mediciones se llevaron a cabo con un calibrador Vernier Digital de 200 mm de la marca MITUTOYO; en estas perforaciones se insertarán pines de acero de 15 mm fijados con acrílico de autocurado. Los pines mantendrán los elásticos sometidos a un estiramiento constante a una distancia de 24 mm, con el fin de analizar la degradación de fuerza en los intervalos de tiempo asignados.

Para determinar la fuerza de tracción inicial se utilizará una máquina digital de tracción (CMT-5L MARCA LG) previamente calibrado. Los valores de la fuerza serán procesados por la computadora asociada a la máquina de tracción, y registrados en el instrumento de recolección de datos. Después de llevar a cabo la medición inicial de las fuerzas, las muestras serán colocadas en los pines de acero. Seguidamente las muestras serán sumergidas en un envase con 500 ml de saliva artificial del laboratorio LUSA, cuya composición es cloruro de sodio 0,084g, cloruro

de potasio 0,120g, cloruro de calcio dihidratado 0,015g, cloruro de magnesio hexahidratado 0,005g, carboximetilcelulosa sódica 0,375g, propilenglicol 4,000g, metilparabeno 0,100g, propilparabeno 0,010g y agua destilada cs. 100,00ml. Las siguientes mediciones de fuerzas se realizarán al cabo de 0, 6, 12 y 24 horas; los intervalos de tiempo serán medidos con un reloj digital. Estos resultados serán registrados en la ficha de recolección de datos (Anexo 2)

#### **4.4 Técnicas estadísticas para el procesamiento de la información**

Todos los estudios estadísticos se ejecutaron con el programa SPSS versión 22. Los datos fueron registrados en tablas y gráficos usando estadística descriptiva; la fuerza fue registrada en Newtons (N) (anexo 1) y se trabajó en 4 intervalos de tiempo: fuerza inicial, a las 6, 12 y 24 horas de tracción. Se realiza el análisis con la prueba de la suma de rangos de Wilcoxon para estimar los valores de la fuerza dentro de un mismo grupo. Por otro lado, se aplicó el análisis con la prueba paramétrica de T de Student para grupos relacionados; la prueba no paramétrica de U de Mann - Whitney para comparar los valores entre los grupos de látex y no látex en los distintos intervalos de tiempo. Finalmente, se empleó la prueba de Kolmogorov-Smirnov con el fin de señalar si los datos presentaban una distribución normal. Todas las pruebas estadísticas fueron establecidas con un nivel de significancia del 95% ( $p < 0.05$ ).

#### **4.5 Aspectos éticos**

Este proyecto al ser *in vitro* no necesitará de consentimiento informado ya que será un estudio *in vitro*. Además, será revisado, evaluado y aprobado por el Comité Revisor de Proyectos de Investigación y comité de Ética de la FO - Universidad de San Martín de Porres.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

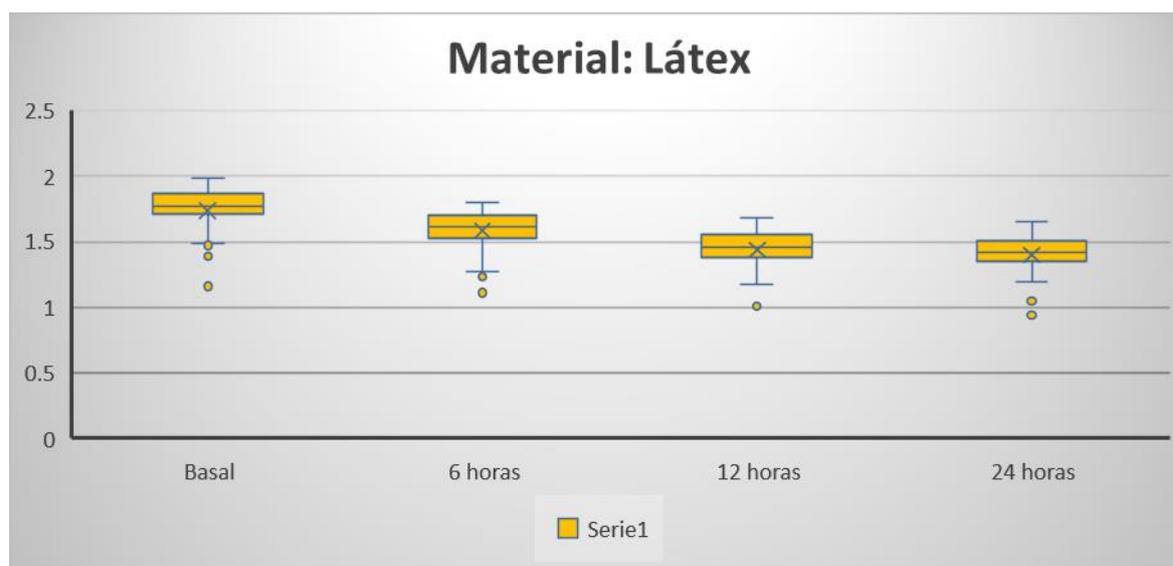
Después de realizada la evaluación estadística descriptiva a la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de tipo látex se pudo observar:

Que el promedio de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex al inicio del estudio fue de 1.7347 gr. disminuyendo progresivamente a 1.5817gr. a las 6 horas, a 1.4377gr. a las 12 horas y 1.3967gr. a las 24 horas.

**TABLA 1. Degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex a las 0, 6, 12 y 24 horas.**

		Basal	6 horas	12 horas	24 horas
Media		1.7347	1.5817	1.4377	1.3967
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1.6671	1.5179	1.3828	1.3396
	Límite superior	1.8022	1.6454	1.4925	1.4537
Mediana		1.7650	1.6150	1.4550	1.4150
Desv. Desviación		0.18091	0.17076	0.14682	0.15280
Mínimo		1.16	1.11	1.01	0.94
Máximo		1.98	1.80	1.68	1.65

**GRÁFICO 1. Degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex a las 0, 6, 12 y 24 horas.**



**TABLA 2. Pruebas de normalidad elásticos intermaxilares de látex**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig
Basal	0.246	30	0.000	0.869	30	0.002
6 horas	0.253	30	0.000	0.850	30	0.001
12 horas	0.152	30	0.074	0.923	30	0.031
24 horas	0.164	30	0.038	0.910	30	0.015

Con la finalidad de determinar la diferencia estadística se realizó las pruebas de normalidad de Kolmogorov-Smirnov, pudiendo concluir que no existe semejanza a la distribución normal en los grupos representativos del momento basal, 6 horas, 12 y 24 horas, por lo tanto, se decide realizar el análisis con la prueba de la suma de rangos con signo de Wilcoxon, utilizando para ello los rangos positivos.

**Tabla N° 3 Estadísticos de prueba Wilcoxon**

	N	Rango promedio	Suma de rangos
Rangos negativos	30a	15.50	465.00
Rangos positivos	0b	0.00	0.00
Empates	0c		
Total	30		

	Basal-6 horas	Basal-12 horas	Basal-24 horas
Z	-4,787b	-4,789b	-4,785b
Sig. asintótica(bilateral)	0.000	0.000	0.000

Como se puede observar en la tabla N°3 la significancia del momento inicial con la medida a las 6 horas, 12 horas y 24 fue  $p < 0.001$  (en las tres medidas) por lo tanto, se determina que existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex entre el momento inicial (basal) y seis horas, el momento inicial y 12 horas y el momento inicial y las 24 horas.

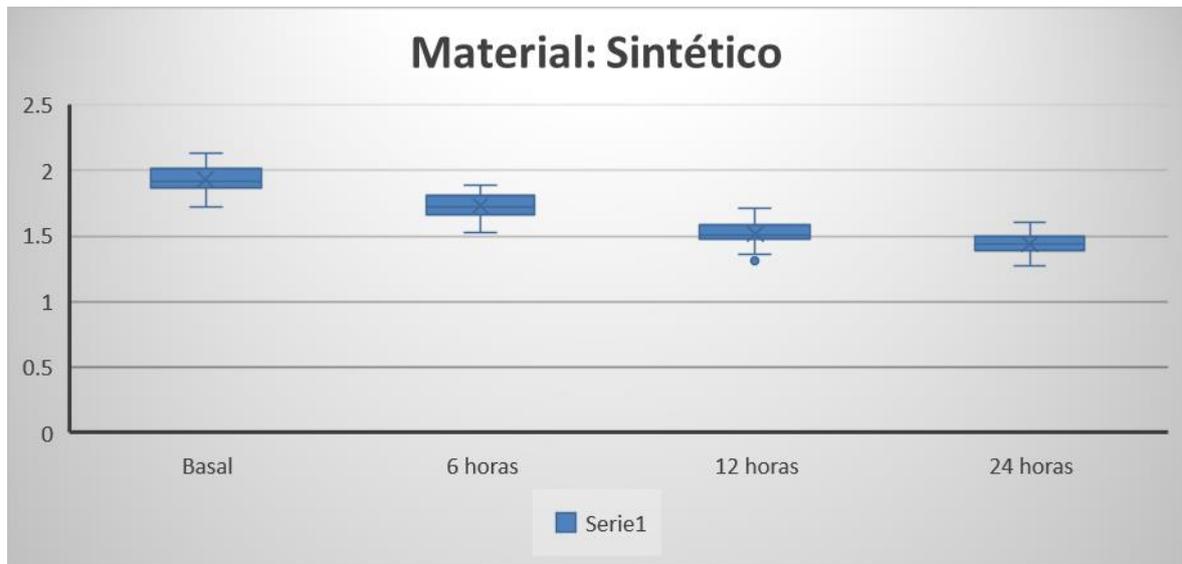
**TABLA 4. Degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticos a las 0, 6, 12 y 24 horas.**

		Basal	6 horas	12 horas	24 horas
Media		1.9290	1.7297	1.5163	1.4350
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	1.8858	1.6912	1.4807	1.4003
	Límite superior	1.9722	1.7682	1.5519	1.4697
Mediana		1.9150	1.7200	1.5100	1.4350
Desv. Desviación		0.11577	0.10307	0.09536	0.09299
Mínimo		1.72	1.52	1.31	1.27
Máximo		2.13	1.89	1.71	1.60

Al realizar la evaluación estadística descriptiva a la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de tipo sintético se pudo observar:

Que el promedio de la fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticos al inicio del estudio fue de 1.9290gr. disminuyendo progresivamente a 1.7297gr. a las 6 horas, a 1.5163gr. a las 12 horas y 1.4350gr. a las 24 horas.

**GRÁFICO 2. Degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticos a las 0, 6, 12 y 24 horas.**



**TABLA 5. Pruebas de normalidad elásticos intermaxilares de látex**

	Kolmogorov-Smirnov <sup>b</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig
Basal	0.101	30	,200	0.966	30	0.426
6 horas	0.119	30	,200	0.962	30	0.350
12 horas	0.125	30	,200	0.975	30	0.693
24 horas	0.087	30	,200	0.963	30	0.369

De acuerdo al análisis de Kolmogorov-Smirnov, se puede concluir que existe semejanza a la distribución normal en todos los grupos representados.

Al observar que existe semejanza a la distribución normal en todos los momentos, se realiza el análisis estadístico con la prueba paramétrica de T de Student para grupos relacionados.

**TABLA 6. Prueba T de Student para grupos relacionados**

	Diferencias emparejadas						t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t			
				Inferior	Superior				
Basal - 6 horas	0.19933	0.05729	0.01046	0.17794	0.22073	19.057	29	0.000	
Basal - 12 horas	0.41267	0.03290	0.00601	0.40038	0.42495	68.705	29	0.000	
Basal - 24 horas	0.49400	0.03169	0.00579	0.48217	0.50583	85.387	29	0.000	

Después de realizar la prueba estadística T de Student para muestras relacionadas se ha podido determinar que existe diferencia estadísticamente significativa cuando se relaciona los valores basales (inicial) con los valores después de 6 horas, basal – 12 horas y basal-24 horas ya que el grado de significancia fue  $p < 0.001$  en los tres grupos de estudio.

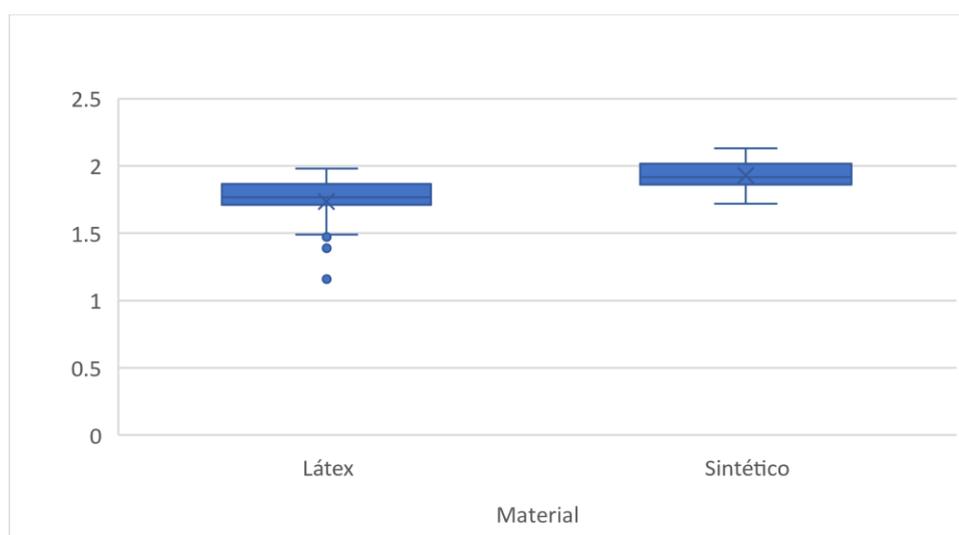
Para comparar los elásticos intermaxilares látex y sintéticos se tuvo que tener en cuenta que no existe semejanza a la distribución normal en el grupo látex, por lo que se decidió realizar el análisis con la prueba U de Mann Whitney.

**TABLA 7. Comparación de las fuerzas de los elásticos intermaxilares látex y sintéticos al momento basal (inicial)**

	Basal
U de Mann-Whitney	146.000
W de Wilcoxon	611.000
Z	-4.498
Sig. asintótica(bilateral)	0.000

Se obtuvo que los elásticos intermaxilares sintéticos tuvieron una mayor degradación de fuerzas comparándolo con los elásticos intermaxilares de látex al momento basal. (Prueba no paramétrica U de Mann Whitney,  $p < 0.001$ )

**GRÁFICO 3.**

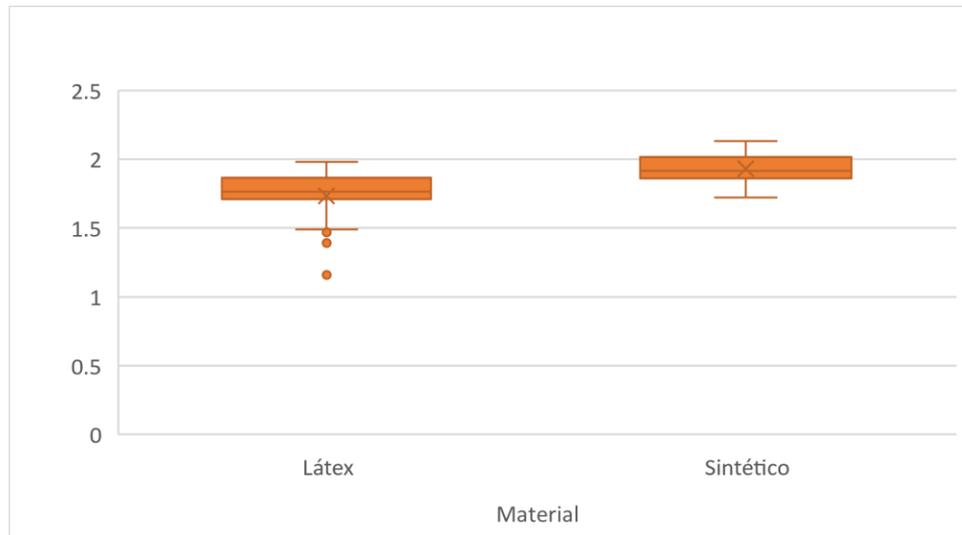


**TABLA 8. Comparación de las fuerzas de los elásticos intermaxilares látex y sintéticos al momento 6 horas**

	6 horas
U de Mann-Whitney	201.000
W de Wilcoxon	666.000
Z	-3.684
Sig. asintótica(bilateral)	0.000

Después de emplear la prueba estadística U de Mann Whitney a las 6 horas de uso de los elásticos intermaxilares de látex y sintéticos se determinó que los elásticos intermaxilares sintéticos tuvieron una mayor degradación de fuerzas comparándolo con los elásticos intermaxilares de látex a las 6 horas. ( $p < 0.001$ ).

**GRÁFICO 4.**

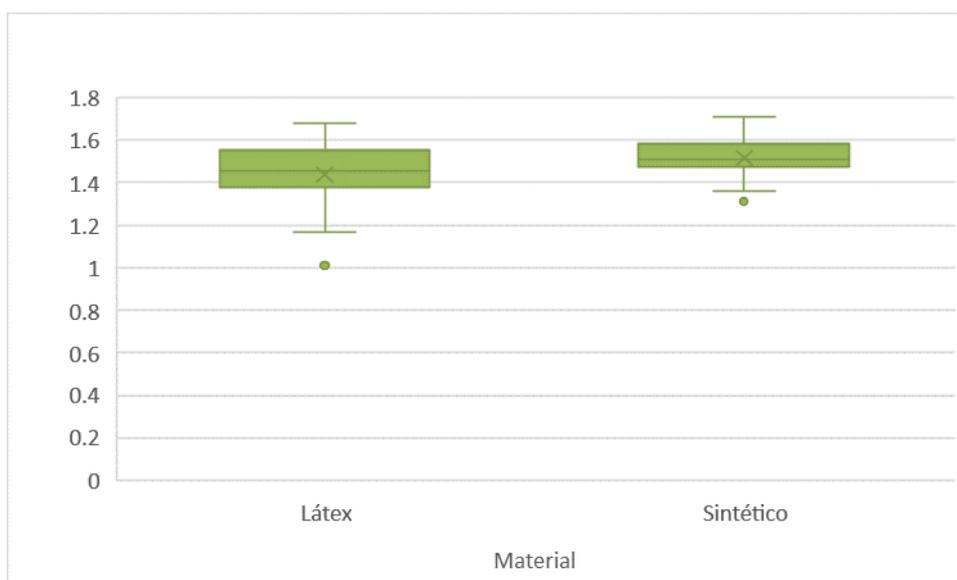


**TABLA 9. Comparación de las fuerzas de los elásticos intermaxilares látex y sintéticos al momento 12 horas**

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas		Prueba t para la igualdad de medias					95% de intervalo de confianza de la diferencia	
	F	Sig.	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	inferior	Superior
Se asumen varianzas iguales	2.990	0.089	-2.461	58	0.017	-0.07867	0.03196	-0.14265	0.01469
No se asumen varianzas iguales			-2.461	49.770	0.017	-0.07867	0.03196	-0.14287	0.01446

Al realizar la prueba estadística de Levene se ha podido determinar que existen diferencias estadísticamente significativas en la degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de latex siendo menor que los sintéticos a las 12 horas. (Prueba T de Student para grupos independientes,  $p=0.017$ )

**GRÁFICO 5.**

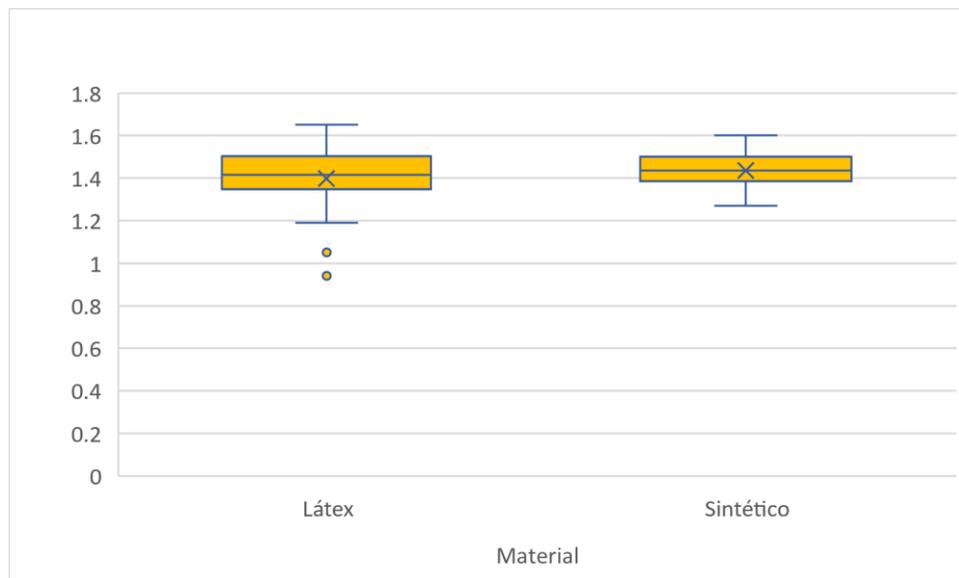


**TABLA 10. Comparación de las fuerzas de los elásticos intermaxilares látex y sintéticos al momento 24 horas**

	24 horas
U de Mann-Whitney	403.500
W de Wilcoxon	868.500
Z	-0.688
Sig. asintótica(bilateral)	0.491

Al observar que no existe semejanza a la distribución normal en el grupo de látex, se realiza el análisis con la prueba de U de Mann Whitney. Determinado que no existen diferencias estadísticamente significativas en la degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y sintéticas a las 24 horas. (Prueba no paramétrica de U de Mann Whitney,  $p=0.491$ )

**GRÁFICO 6.**



## CAPÍTULO VI: DISCUSIÓN

Los elásticos ortodónticos se presentan como aditamentos que se usan en ortodoncia para corregir mal posiciones dentarias y mejorar el engranaje entre los dientes. Los elásticos ortodónticos pueden clasificarse como de látex o sintéticos. Las de tipo látex fueron las primeras que se fabricaron, y se elaboran a partir de la savia de diversos vegetales<sup>3,18</sup>. Posteriormente los de tipos sintéticos surgieron como una alternativa debido a las reacciones de hipersensibilidad registradas. Desafortunadamente, estas ligaduras elásticas no pueden crear niveles constantes de fuerza en un largo período de tiempo, experimentando así un proceso conocido como “degradación de fuerza”. Se plantea que “la mayor disminución de fuerza ocurre en las primeras horas; después de este período, la pérdida es más gradual”<sup>3,4</sup>. Asimismo existen factores que contribuyen a la disminución de fuerzas, algunos factores que debemos tener en cuenta son: temperatura bucal, cambios de ph, enjuagues bucales, el medio bucal húmedo y la dieta, entre otros.

Por tal motivo el presente estudio comparó la degradación de la fuerza de estos dos tipos de elásticos utilizando 60 elásticos intermaxilares de 5/16 pulgadas y 6.0 oz. de la marca OrthoClassic divididos en dos grupos de 30 unidades de muestra de acuerdo al tipo de material: látex y sintético. Se considera que para los estudios se debe utilizar la fuerza proporcionada por los fabricantes al extender 2 o 3 veces el diámetro interno de los elásticos, según descrito por Fernandes et al.<sup>28</sup> por lo cual se extendieron dichos elásticos a 24 mm de distancia, lo que equivale a 3 veces el diámetro interno de los elásticos de 5/16”.

Como resultado se obtuvo que existen diferencias estadísticamente significativas en la degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y sintéticas en todos los intervalos de tiempo excepto a las 24 horas, similar al estudio de Montenegro OA, e al.<sup>10</sup> quién evaluó la degradación de fuerzas de estos dos tipos de elásticos intermaxilares en distintos intervalos de tiempo durante 24 horas y concluyó que la mayor degradación de fuerza entre ambos materiales fue durante las primeras seis horas; el estudio realizado por Ardani IGaw, et al.<sup>9</sup> mostraron resultados similares, ellos compararon la degradación de estos dos tipos de

elásticos y concluyeron que hubo una diferencia estadísticamente proporcional durante las primeras 12 horas, luego de ese periodo de tiempo no se observaron cambios significantes al igual que el presente estudio.

Por otro lado, se encontró que la mayor pérdida de fuerzas a lo largo del tiempo fue la de tipo sintéticas, similar al estudio realizado por Farfán ML, et al.<sup>13</sup> similar al presente estudio, utilizaron elásticos de la marca OrhoClassic y bajo medios orales de humedad y temperatura, concluyeron que los elásticos sintéticos presentaron una mayor degradación de fuerzas en todos los intervalos de tiempo. Asimismo, Notaroberto DFC, et al.<sup>12</sup> en su estudio resaltó que los elásticos de látex tuvieron resultados más estables a comparación de los elásticos sintéticos.

En el presente estudio se decidió no evaluar los tiempos fuerza de degradación después de las 24 horas, ya que posterior a este tiempo clínicamente los pacientes suelen desechar dichos elásticos, además diversos estudios no registran cambios significativos de degradación luego de 24 horas.<sup>7,9</sup>

Farfán ML, et al.<sup>13</sup> explica que “En la práctica clínica real los elásticos son expuestos a numerosos factores intraorales, por lo tanto no se pueden tomar decisiones clínicas basadas en estudios in vitro” no obstante, estos tipos de investigaciones resultan útiles como guías para futuros estudios.

Es importante comprender el proceder de estos elásticos, se recalca que en este estudio se evaluó la diferencia de estos dos tipos de elásticos, en especial la de tipo sintéticos ya que sirve como una alternativa en pacientes con sensibilidad al látex. Así, solo se estudió una marca y un diámetro para un óptimo entendimiento de resultados, marcas y tallas distintas pueden experimentar resultados diferentes.

## CONCLUSIONES

Acorde a los resultados obtenidos en este estudio experimental se puede concluir que:

1. Existen diferencias estadísticamente significativas en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares de látex y sintéticos, siendo los de tipo sintéticos los que presentaron una mayor degradación en todos los intervalos de tiempo excepto a las 24 horas.
2. Existen diferencias estadísticamente significativas en la degradación de fuerzas de los elásticos intermaxilares sintéticos en todos los intervalos de tiempo.
3. Quedó demostrado que, en las primeras 6 horas se obtuvo una mayor degradación de fuerzas en los elásticos intermaxilares de tipo sintéticos.
4. Se encontró que la mayor pérdida de fuerzas a lo largo del tiempo fue la de tipo sintéticas.

## RECOMENDACIONES

1. Debido al conocimiento del aumento de pacientes alérgicos al látex, se recomienda que se realicen más estudios relacionados con el tipo de elástico sintético.
2. Realizar estudios comparando los elásticos sintéticos a diferentes medios orales, como variaciones del pH o influencia de la dieta.
3. Se recomienda realizar estudios variando las dimensiones y extensiones de los elásticos con el fin de lograr los movimientos dentales requeridos para cada paciente.
4. Se recomienda realizar estudios similares de elásticos intermaxilares de otros tipos de marcas con el fin de averiguar su eficacia.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

- 1.- Kardach H, Biedziak B, Olszewska A, Golusińska-Kardach E, Sokalski J. The mechanical strength of orthodontic elastomeric memory chains and plastic chains. An in vitro study. *Adv Clin Exp Med*. 2017; 26(3):373–378.
- 2.- Javanmardi Z, Salehi P. Effects of Orthokin, Sensikin and Persica mouth rinses on the force degradation of elastic chains and NiTi coil springs. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2016;10(2):99-105
- 3.- Loriato LB, Machado AW, Pacheco W. Considerações clínicas e biomecânicas de elásticos em orthodontia. *R Clin Ortodon Dental Press, Maringá*, 2006;5(1):42-55.
- 4.- Lopes da Silva D, Kochenborger C, Marchioro EM. Force degradation in orthodontic elastic chains. *Rev Odonto Ciênc*. 2009; 24(3):274-278.
- 5.- Mousavi SM, Mahboobi S, Rakhshan V. Effects of different stretching extents, morphologies and brands on initial force and force decay of orthodontic elastomeric chains: An in vitro study. *Dent Res J*. 2020;17:326-337.
- 6.- Lucindo MTC, Carneiro DPA, Souza FA, Correr AB, Valdrighi HC. Evaluation of degradation of force of esthetic elastomeric chains. *Rev Odontol UNESP*. 2019;48:e20190111.
- 7.- Santos JLS, Conti ACCF, De Almeida-Pedrin RR, De Mendonça DL, Valarelli DP. Comparação da degradação da força de elásticos ortodonticos intermaxilares de látex e sintéticos quando submetidos à distensão em saliva artificial. *SALUSVITA, Bauru*. 2018;37(1):7-16.
- 8.- Behnaz M, Dalaie K, Hosseinpour S, Namvar F, Kazemi L. The effect of toothpastes with bleaching agents on the force decay of elastomeric orthodontic chains. *Eur J Dent* 2017;11:427-431.

- 9.- Ardani IGAW, Susanti B, Djaharu'ddin I. Force degradation trend of latex and nonlatex orthodontic elastics after 48 hours stretching. Clin Cosmet Investig Dent. 2018;10:211–220.
- 10.- Montenegro OA, Mosquera JA, González G, Thomas YI. Differential *in vitro* force degradation of intermaxillary latex and non-latex elastics. Rev. Fac. Odontol. Univ. Antioq. 2018; 30(1):24-31.
- 11.- American Dental Association (ADA). ADA Council on Scientific Affairs 1999 The dental team and latex hypersensitivity. J Am Dent Assoc. 1999;130:257–264.
- 12.- Notaroberto DFC, Martins e Martins M, Goldner MTA. Force decay evaluation of latex and non-latex orthodontic intraoral elastics: *in vivo* study. Dental Press J Orthod. 2018;23(6):42-47.
- 13.- Farfán ML, Mattos MA, Soldevilla LC. Degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y no látex. Int J Odontostomat. 2017;11(3):363-368.
- 14.- Sánchez MA, Katagiri M, Alvarez C. Estudio in-vitro del deterioro de las propiedades elásticas de las cadenas elastoméricas. Rev. Odont. Mex. 2006;10(2):79-82.
- 15.- Casaccia GR, Gomes JC, Alviano DS, De Oliveira Ruellas AC, Sant' Anna EF. Microbiological evaluation of elastomeric chains. Angle Orthod. 2007;77(5):890-893.
- 16.- Baratieri C, Mattos CT, Alves M Jr, Lau TC, Nojima LI, de Souza MM, Araujo MT, Nojima Mda C. *In situ* evaluation of orthodontic elastomeric chains. Braz Dent J. 2012;23(4):394-398
- 17.- Yagura D, Baggio PE, Carreiro LS, Takahashi R. Deformation of elastomeric chains related to the amount and time of stretching. Dental Press J Orthod. 2013;18(3):136-42.
- 18.- Pithon MM, Mendes JL, da Silva CA, Lacerda Dos Santos R, Coqueiro RD. Force decay of latex and non-latex intermaxillary elastics: a clinical study. Eur J Orthod. 2016;38(1):39-43.

- 19.- Alexandre LP, Júnior GDO, Dressano D, Paranhos LR, Scanavini MA. Avaliação das propriedades mecânicas dos elásticos e cadeias elastoméricas em ortodontia. *Revista Odonto* 2008; 16: 53-63.
- 20.- Kochenborger C, Silva DL, Marchioro EM, Vargas DA, Hahn L. Assessment of force decay in orthodontic elastomeric chains: An *in vitro* study. *Dent Res J Orthod*. 2011;16(6):93-99.
- 21.- Maltagliati LA. Utilização dos elásticos intermaxilares nos estágios iniciais do tratamento ortodôntico. *Orthod Sci Pract*. 2017;10(39):146-160.
- 22.- Cara Araujo FB, Ursi WJS. Estudo da degradação da força gerada por elásticos ortodônticos sintéticos. *R Dental Press Ortodon Ortop Facial*. 2006;11(6):52-61.
- 23.- Morales EC, Lavado A, Quea E. Degradación de fuerzas en cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes. Estudio *in vitro*. *KIRU*. 2014;11(2):110-114.
- 24.- Santos RL, Pithon MM, Mendes GS, Romanos MTV, Ruellas ACO. Cytotoxicity of intermaxillary orthodontic elastics of different colors: An *in vitro* study. *J Appl Oral Sci*. 2009;17(4):326-329
- 25.- Alenius H, Turjanmaa K, Palosuo T. Natural rubber latex allergy. *Occup Environ Med*. 2002; 59:419-424.
- 26.- Kamisetty SK, Nimagadda C, Begam MP, Nalamotu R, Srivastav T, Gs S. Elasticity in elastics. An *in vitro* study. *J Int Oral Health*. 2014; 6(2):96-105.
- 27.- Weissheimer A, Locks A, Menezes LM, Borgatto AF, Derech CA. In vitro evaluation of force degradation of elastomeric chains used in Orthodontics. *Dental Press J Orthod*. 2013;8(1):55-62
- 28.- Fernandes D, Abrahão G, Elias C, Mendes A. Force Relaxation Characteristics of Medium Force Orthodontic Latex Elastics: A Pilot Study. *International Scholarly Research Network*. 2011; 1(1) :1-5.

- 29.- Macêdo EOD, Collares FM, Leitune VCB, Samuel SMW, Fortes CBB. Pigment effect on the long term elasticity of elastomeric ligatures. *Dent Res J Orthod.* 2012; 17(3):27.e1-6
- 30.- Oshagh M, Khajeh F, Heidari S, Torkan S, Fattahi HR. The effect of different environmental factors on force degradation of three common systems of orthodontic space closure. *Dent Res J.* 2015;1 2(1):50-6.
- 31.- Nahidh M, Abdullah NN, Hassan AFA, Ghaib NH. The effect of herbal mouthwashes on the force decay of elastomeric chains: An *in-vitro* study. *Int J Med Res Health Sci.* 2017; 6(10): 45-53.
- 32.- Pithon MM, Lacerda-Santos R, Santana LR, Rocha M, Leal RO, Santos MM. Does acidic drinks vs. controls differents interfere with the force of orthodontic chain elastics? *Biosci. J., Uberlândia.* 2014; 30(6):1952-1958.
- 33.- Wang T, Zhou G, Tan X, Dong Y. Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics *in Vitro* and *In Vivo*. *Angle Orthod.* 2007; 77(4):688-693.
- 34.- Achachao KK. Evaluación *in vitro* de la degradación de fuerzas de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas carbonatadas [Tesis de Maestría]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017.
- 35.- Equipo editorial Larousse. El pequeño Larousse ilustrado. 23<sup>a</sup> ed. México: Ed Larousse; 2016.
- 36.- Ajami S, Farjood A, Zare M. Synergic effect of salivary pH baselines and low pH intakes on the force relaxation of orthodontic latex elastics. *Dent Res J.* 2017; 14(1):68-72.
- 37.- Omidkhoda M, Rashed R, Khodarahmi N. Evaluation of the effects of three different mouthwashes on the forcé decay of orthodontic chains. *Dent Res J.* 2015; 12(4):348-352.

38.- Masoud AI, Tsay P, BeGole E, Bedran-Russo AK. Force decay evaluation of thermoplastic and thermoset elastomeric chains a mechanical design comparison. *Angle Orthod.* 2014; 84(6):1026-1033.

39.- Santos AC, Tortamano A, Naccarato SR, Dominguez-Rodriguez GC, Vigorito JW. An in vitro comparison of the force decay generated by different commercially available elastomeric chains and NiTi closed coil springs. *Braz Oral Res.* 2007; 21(1):51-7.

## ANEXO N°1: MATRIZ DE CONSISTENCIA

TITULO: DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES DE LÁTEX Y SINTÉTICOS				
PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPOTESIS	MARCO TEÓRICO	METODOLOGÍA
¿Existirá diferencia en la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex y sintéticos en distintos intervalos de tiempo?	Determinar la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex y sintéticas en distintos intervalos de tiempo: 0, 6, 12, 24 horas.	Existe diferencia en la degradación de fuerzas de elásticos intermaxilares de látex y sintéticos de 5/16 pulgadas y 6.0 oz. En relación al tiempo a las 0, 6, 12 y 24 horas.	<b>Elásticos Ortodónticos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sintéticos</li> <li>• Látex</li> </ul> <b>Degradación de los elásticos ortodónticos</b>	<b>Diseño Metodológico</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experimental</li> <li>• Analíticos</li> <li>• Longitudinal</li> <li>• Prospectivo</li> </ul> <b>Diseño Muestral</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• No probabilístico</li> </ul> <b>Técnica de Recolección de Datos</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Observación</li> </ul> <b>Variables Independiente</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elásticos intermaxilares                             <ul style="list-style-type: none"> <li>• De látex</li> <li>• Sintéticos</li> </ul> </li> </ul> <b>Dependiente</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Degradación de los elásticos intermaxilares</li> </ul> <b>Intervinientes</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo: 0, 6, 12 y 24 Hrs.</li> </ul>
	<b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</b>	<b>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS</b>		
1. Determinar la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex a las 0, 6, 12 y 24 horas.	H1: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex a las: 0, 6, 12, 24 horas.			
2. Determinar la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticas a las 0, 6, 12 y 24 horas.	H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex a las: 0, 6, 12, 24 horas.			
3. Comparar la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex a las 0, 6, 12 y 24 horas.	H2: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticos a las: 0, 6, 12, 24 horas.			
4. Comparar la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticas a las 0, 6, 12 y 24 horas.	H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticos a las: 0, 6, 12, 24 horas.			
5. Comparar la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y sintéticas en cada intervalo de tiempo.	H3: Existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex en comparación con los sintéticos, a las: 0, 6, 12, 24 horas.  H0: No existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de fuerza de los elásticos intermaxilares de látex en comparación con los sintéticos a las: 0, 6, 12, 24 horas.			

## ANEXO N°2: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES  
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°	IE-122-2021	EDICION N° 2	Página 1 de 4
<b>ENSAYO DE TRACCION EN ELÁSTICOS INTERMAXILARES ODONTOLÓGICOS</b>			
<b>1. TESIS</b>	"DEGRADACIÓN DE FUERZAS DE ELÁSTICOS INTERMAXILARES DE TIPO LÁTEX Y SINTÉTICOS"		
<b>2. DATOS DEL SOLICITANTE</b>			
NOMBRE Y APELLIDOS	Ruth Alejandra Pacheco Zamora		
DNI	77917317		
DIRECCIÓN	Jirón Restauración 335		
DISTRITO	Breña		
<b>3. EQUIPOS UTILIZADOS</b>			
INSTRUMENTO	Maquina digital de ensayos universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
<b>4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>			
FECHA DE INGRESO	17	Noviembre	2021
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	2 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras de elásticos intermaxilares 5/16" (8 mm)		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	5/16" High – Grade Látex Elastics	
	Grupo 2	5/16" High – Grade Non Látex Elastics	
<b>5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO</b>			
NORMA DE REFERENCIA	UNE-EN ISO 21606:2007 "ODONTOLOGÍA. AUXILIARES ELASTOMÉRICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA. (ISO 21606:2007)"		
<b>6. REPORTE DE RESULTADOS</b>			
FECHA DE EMISION DE INFORME	19	Noviembre	2021



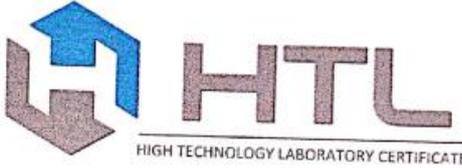
HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC  
Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho  
Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm  
E-mail.: robert.etmec@gmail.com

INFORME DE ENSAYO N°		IE-122-2021		EDICION N° 2		Página 2 de 4			
7. RESULTADOS GENERADOS									
Grupo 1		5/16" High – Grade Látex Elastics							
Espécimen	Inicial		6 horas		12 horas		24 horas		
	Fuerza		Fuerza		Fuerza		Fuerza		
	N	gf	N	gf	N	gf	N	gf	
1	1.39	141.74	1.23	125.43	1.17	119.31	1.05	107.07	
2	1.77	180.49	1.63	166.21	1.43	145.82	1.34	136.64	
3	1.86	189.67	1.71	174.37	1.55	158.06	1.51	153.98	
4	1.47	149.90	1.27	129.50	1.19	121.35	1.19	121.35	
5	1.72	175.39	1.65	168.25	1.38	140.72	1.38	140.72	
6	1.98	201.90	1.80	183.55	1.60	163.15	1.54	157.04	
7	1.71	174.37	1.49	151.94	1.36	138.68	1.31	133.58	
8	1.90	193.75	1.74	177.43	1.53	156.02	1.53	156.02	
9	1.73	176.41	1.61	164.17	1.48	150.92	1.42	144.80	
10	1.92	195.79	1.69	172.33	1.61	164.17	1.60	163.15	
11	1.64	167.23	1.53	156.02	1.37	139.70	1.35	137.66	
12	1.49	151.94	1.34	136.64	1.26	128.48	1.22	124.41	
13	1.83	186.61	1.73	176.41	1.49	151.94	1.45	147.86	
14	1.72	175.39	1.61	164.17	1.38	140.72	1.37	139.70	
15	1.89	192.73	1.65	168.25	1.57	160.10	1.50	152.96	
16	1.76	179.47	1.60	163.15	1.42	144.80	1.39	141.74	
17	1.83	186.61	1.59	162.13	1.45	147.86	1.44	146.84	
18	1.71	174.37	1.61	164.17	1.45	147.86	1.40	142.76	
19	1.92	195.79	1.68	171.31	1.54	157.04	1.51	153.98	
20	1.82	185.59	1.73	176.41	1.55	158.06	1.45	147.86	
21	1.74	177.43	1.51	153.98	1.43	145.82	1.41	143.78	
22	1.91	194.77	1.76	179.47	1.68	171.31	1.65	168.25	
23	1.71	174.37	1.59	162.13	1.46	148.88	1.45	147.86	
24	1.77	180.49	1.62	165.19	1.46	148.88	1.40	142.76	
25	1.16	118.29	1.11	113.19	1.01	102.99	0.94	95.85	
26	1.72	175.39	1.64	167.23	1.45	147.86	1.40	142.76	
27	1.83	186.61	1.73	176.41	1.56	159.08	1.47	149.90	
28	1.47	149.90	1.29	131.54	1.23	125.43	1.21	123.39	
29	1.88	191.71	1.70	173.35	1.55	158.06	1.55	158.06	
30	1.79	182.53	1.61	164.17	1.52	155.00	1.47	149.90	

INFORME DE ENSAYO N°		IE-122-2021		EDICION N° 2		Página 3 de 4			
Grupo 2		5/16" High -- Grade Non Látex Elastics							
Espécimen	Inicial		6 horas		12 horas		24 horas		
	Fuerza		Fuerza		Fuerza		Fuerza		
	N	gf	N	gf	N	gf	N	gf	
1	1.91	194.77	1.73	176.41	1.51	153.98	1.47	149.90	
2	1.75	178.45	1.68	171.31	1.37	139.70	1.29	131.54	
3	2.03	207.00	1.84	187.63	1.60	163.15	1.49	151.94	
4	1.74	177.43	1.52	155.00	1.36	138.68	1.28	130.52	
5	1.72	175.39	1.61	164.17	1.31	133.58	1.27	129.50	
6	1.95	198.84	1.80	183.55	1.51	153.98	1.43	145.82	
7	2.13	217.20	1.85	188.65	1.68	171.31	1.60	163.15	
8	1.89	192.73	1.71	174.37	1.49	151.94	1.44	146.84	
9	1.92	195.79	1.68	171.31	1.54	157.04	1.45	147.86	
10	1.99	202.92	1.77	180.49	1.58	161.12	1.53	156.02	
11	2.08	212.10	1.84	187.63	1.62	165.19	1.53	156.02	
12	1.89	192.73	1.67	170.29	1.50	152.96	1.41	143.78	
13	1.87	190.69	1.71	174.37	1.46	148.88	1.39	141.74	
14	2.01	204.96	1.86	189.67	1.57	160.10	1.47	149.90	
15	1.91	194.77	1.66	169.27	1.50	152.96	1.40	142.76	
16	1.79	182.53	1.57	160.10	1.49	151.94	1.33	135.62	
17	1.97	200.88	1.79	182.53	1.57	160.10	1.46	148.88	
18	1.90	193.75	1.63	166.21	1.49	151.94	1.41	143.78	
19	2.04	208.02	1.88	191.71	1.59	162.13	1.54	157.04	
20	2.12	216.18	1.79	182.53	1.66	169.27	1.59	162.13	
21	1.77	180.49	1.54	157.04	1.36	138.68	1.30	132.56	
22	1.97	200.88	1.80	183.55	1.53	156.02	1.45	147.86	
23	1.95	198.84	1.78	181.51	1.53	156.02	1.45	147.86	
24	1.90	193.75	1.63	166.21	1.48	150.92	1.40	142.76	
25	2.13	217.20	1.86	189.67	1.71	174.37	1.60	163.15	
26	2.08	212.10	1.89	192.73	1.61	164.17	1.54	157.04	
27	1.81	184.57	1.67	170.29	1.41	143.78	1.32	134.60	
28	1.84	187.63	1.71	174.37	1.45	147.86	1.37	139.70	
29	1.89	192.73	1.65	168.25	1.50	152.96	1.41	143.78	
30	1.92	195.79	1.77	180.49	1.51	153.98	1.43	145.82	



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES  
 - LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

<b>INFORME DE ENSAYO N°</b>	<b>IE-122-2021</b>	<b>EDICION N° 2</b>	<b>Página 4 de 4</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Los separadores ortodónticos estuvieron deformados las 24 horas</li> <li>La deformación de los separadores ortodónticos fue de 24 mm</li> <li>Velocidad de ensayo 100 mm/min</li> </ul>			
<b>8. CONDICIONES AMBIENTALES</b>	TEMPERATURA: 22 °C HUMEDAD RELATIVA: 71%		
<b>9. VALIDÉZ DE INFORME</b>	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
 ..... <b>ROBERT NICK</b> <b>EUSEBIO TEHERAN</b> Ingeniero Mecánico CIP N° 193364	 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE		
<b>ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN</b>			
<b>ING. MECANICO</b>			
<b>LABORATORIO HTL CERTIFICATE</b>			



### ANEXO 3. Elásticos intermaxilares de 5/16" y 6.0 oz.

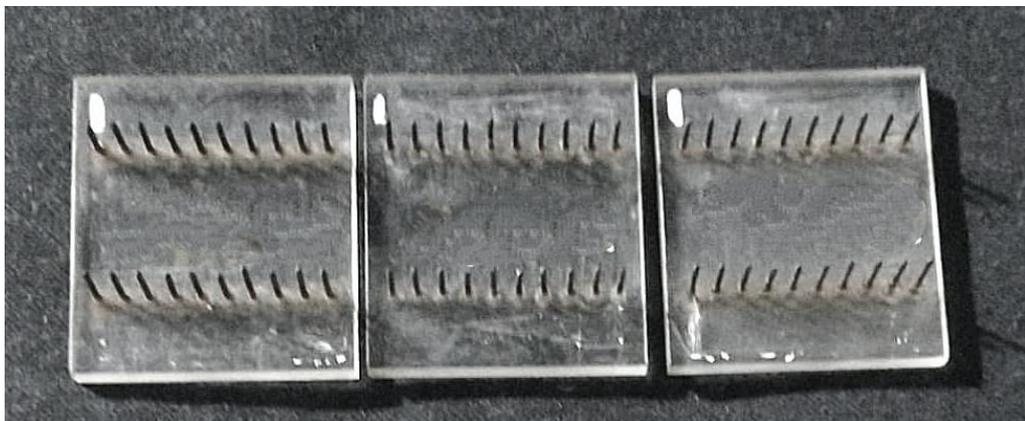
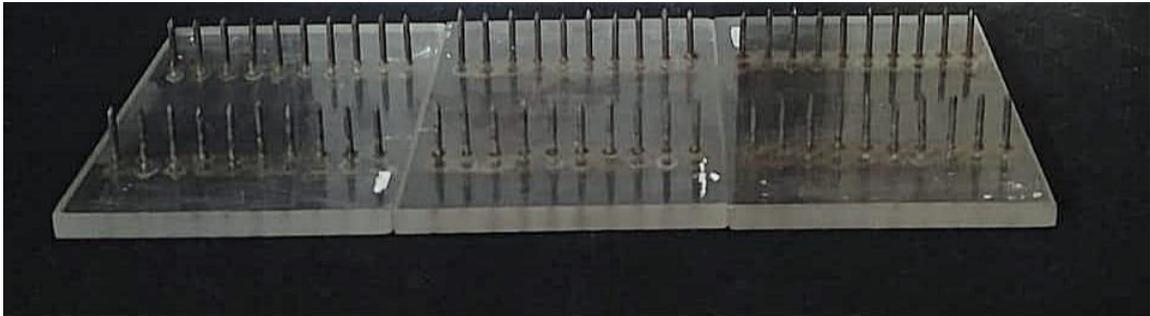


ELÁSTICOS DE LÁTEX



ELÁSTICOS NO LÁTEX

#### ANEXO 4. Bases de acrílico transparente y pines de acero.



#### ANEXO 5. Instrumentos de medición



Vernier Digital (MITUTOYO)

## ANEXO 6. Elásticos estirados a una distancia de 24 mm



ELÁSTICOS NO LÁTAEX



ELÁSTICOS DE LÁTEX

## ANEXO 7.

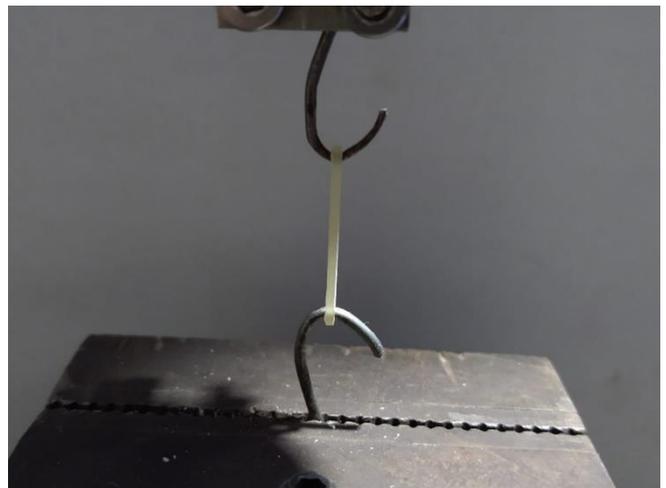


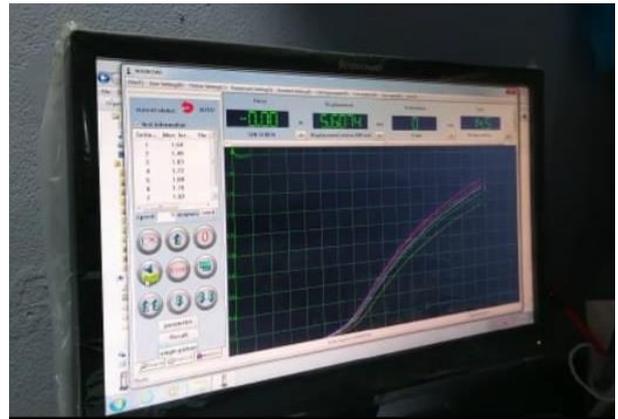
SALIVA ARTIFICIAL (LUSA)

**ANEXO 8. Bases de acrílico sumergidas en 500 ml de saliva artificial.**



**ANEXO 9.**





MÁQUINA DIGITAL DE TRACCIÓN (CMT-5L MARCA LG)