



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE  
MÉXICO**

---

---



**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**

**ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE MÓDULOS  
ELASTOMÉRICOS PARA ORTODONCIA.**

**T E S I N A**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

**C I R U J A N O   D E N T I S T A**

P R E S E N T A:

DANIEL MONTIEL GARCÍA.

TUTORA: Esp. MÓNICA PEÑA CHÁVEZ.

V030



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo y no habría podido ser posible sin el impulso de personas que me alentaron a lo largo de toda mi formación. Estaré infinitamente agradecido con cada uno de mis familiares, profesores y amigos, quienes me han apoyado en todo momento:

A mi familia Analilia, Gabriel, Ana, Aldo, Ariadna y Alonso.

A mi tutora Esp. Mónica Peña Chávez, alma y sustancia de este proyecto, mi más profundo agradecimiento.

Quiero incluir un agradecimiento especial a Esp. María Del Carmen Gómez González por su aporte con el tema.

A todos mis compañeros del servicio social en el laboratorio LIFO-BQ, especialmente a la Dra. Gloria Gutiérrez Venegas y al Sr. Antonio Rosas por la ayuda y constantes enseñanzas.

A Adriana Nava y José Luis Torres, cuya continua compañía y amistad fueron estímulos permanentes en mi vida universitaria.

A los miembros del jurado por la revisión del presente trabajo.

Y a mi querida Universidad, mi segunda casa.

¡Gracias!.

# ÍNDICE

<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS BIOMATERIALES DENTALES.....</b>	<b>2</b>
1.1. Carga.....	2
1.2. Tensión.....	3
1.3. Resistencia.....	3
1.4. Fuerza de Tracción Máxima.....	3
1.5. Fricción.....	3
1.6. Deformación Elástica y Plástica.....	3
<b>CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LOS MÓDULOS ELASTOMÉRICOS.....</b>	<b>6</b>
2.1. Antecedentes / hechos históricos.....	6
2.2. Materiales elásticos en la alineación dental.....	8
2.2.1. Hilos Elásticos.....	9
2.2.2. Cadenas.....	9
2.2.3. Elásticos Intermaxilares.....	10
2.3. Módulos elastoméricos o ligaduras.....	11
2.4. Clasificación de acuerdo a su uso.....	13
2.5. Composición química del poliuretano.....	14
2.6. Clasificación de acuerdo a su composición.....	15
2.6.1. Poliuretano con látex.....	15
2.6.2. Poliuretano sin látex.....	15

<b>CAPÍTULO III. COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS ENTRE LAS DISTINTAS MARCAS DE MÓDULOS ELASTOMÉRICOS.....</b>	<b>17</b>
3.2. Fricción.....	27
3.3. Características morfológicas, estructurales y superficiales. ....	29
3.4 Deformación elástica y plástica. ....	30
<b>CAPÍTULO IV. ELEMENTOS QUE DETERIORAN A LOS MÓDULOS ELASTOMÉRICOS.....</b>	<b>32</b>
4.1. Tiempo. ....	32
4.2. Solubilidad.....	34
4.3. pH en el medio bucal.....	37
4.4. Colonización bacteriana. ....	38
4.5. Humedad.....	39
<b>CAPÍTULO V. MEJORAS A LOS MÓDULOS ELASTOMÉRICOS .....</b>	<b>40</b>
5.1. Sustancia Lubricante.....	40
5.2. Tecnología Metafasix. ....	41
5.3. Nanopartículas De Plata.....	42
5.4. Elastómeros Liberadores de Fluoruro. ....	44
<b>VI. Conclusiones .....</b>	<b>45</b>
<b>VI. Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>46</b>
<b>VIII. Anexos.....</b>	<b>49</b>

## **Introducción.**

Los módulos elastoméricos son un tipo de aditamentos complementarios en aparatos de tratamientos ortodóncicos, su frecuente empleo en la actualidad se debe por sus cualidades tan particulares, como lo es estirarse ante una carga traccional, volver a su tamaño y forma original. Sus usos son tan versátiles que hace que son empleados recurrentemente por los ortodoncistas al realizar diferentes movimientos dentales en las arcadas. Los módulos elastoméricos son anillos elásticos que están asociados a la configuración de los aparatos de ortodoncia, desempeñan funciones biomecánicas tanto intraorales como extraorales, en favor de la corrección de desarmonías oclusales dentro de las dimensiones sagital, transversal y vertical, proporcionando la fuerza necesaria y controlada para trasladar uno o más órganos dentales (OD) a la posición adecuada.

A lo largo del tiempo han sido usados numerosos materiales que aplican cargas hacia los OD para cumplir con estas funciones, tales como los sistemas de fuerza entre arcos, resortes abiertos, arcos de níquel-titanio (NiTi), elásticos de látex e hilos elásticos o auxiliares elastoméricos. Aunque todos estos materiales tienen sus propias ventajas y desventajas, este análisis descriptivo apoya la idea de que algunos de los aditamentos elastoméricos tienen mayor potencial para cumplir con los movimientos ya mencionados. Por ello, el propósito de este análisis es realizar una explicación detallada de los módulos elastoméricos; desde sus características en función al material con el cuál están hechos, para comprender su comportamiento. Es importante distinguir las variaciones normales entre las líneas de productos y marcas comerciales, así como conocer las propiedades físicas de los materiales, para lograr los mejores resultados clínicos.

# **CAPÍTULO I. GENERALIDADES DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DE LOS BIOMATERIALES DENTALES.**

Los átomos de los materiales sólidos se posicionan de manera uniforme y continua. Dependiendo de su composición, su acomodo espacial será de forma ordenada (cristalinos) o desordenada (amorfos). El comportamiento interno de un sólido ante alguna carga desencadena un desplazamiento entre átomos y a su vez se contraponen en tensión, si la carga supera a la tensión, habrá mayor desplazamiento molecular hasta su separación o ruptura<sup>1</sup>.

El objetivo de este capítulo es obtener las bases para el análisis del comportamiento de la estructura interna de los módulos elastoméricos.

## **1.1. Carga.**

Una carga es fuerza aplicada a un material, tiene como finalidad modificar la distancia intermolecular o romper la unión entre átomos, existen cuatro tipos de cargas<sup>2</sup>:

- a) Carga Compresiva: Provoca la disminución de las distancias interatómicas.
- b) Carga Traccional: Genera el aumento en las distancias interatómicas.
- c) Carga Tangencial o de corte: Produce un deslizamiento de planos de átomos sobre átomos.
- d) Carga Compuesta: Es la combinación de dos o más cargas, ya sea compresiva, traccional y/o tangencial en una sola intención.

Todos los materiales dentales están sometidos a cualquier tipo de carga debido a los movimientos complejos de la masticación, de ello depende el conocimiento y elección de materiales adecuados para lograr los beneficios de cualquier tratamiento odontológico.

## 1.2. Tensión.

La tensión es la oposición a la deformación cuando es aplicada una carga externa. Los átomos generan fuerzas entre ellos para oponerse al cambio de posición<sup>2</sup>.

## 1.3. Resistencia.

Se refiere a la **tensión máxima** que es capaz de soportar un material. La resistencia se asocia directamente a las uniones químicas, y cuanto más fuerte sean, el material será inalterable<sup>3</sup>.

## 1.4. Fuerza de Tracción Máxima.

Es la carga máxima aplicada antes de la ruptura del material, los biomateriales dentales elastoméricos que poseen una mayor fuerza de tracción requieren mayores cargas<sup>4</sup>.

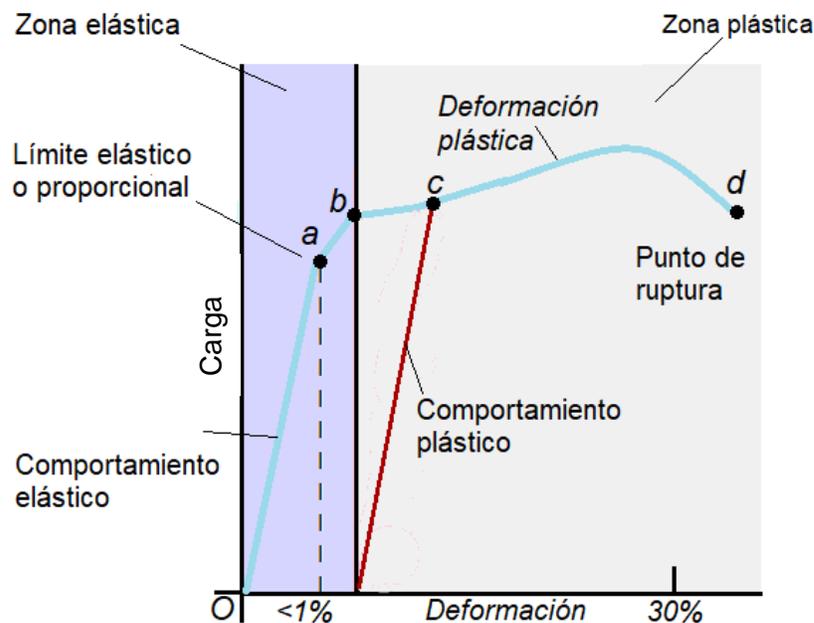
## 1.5. Fricción.

Es la oposición al movimiento de un objeto que se mueve tangencialmente realizando un rozamiento hacia una superficie u otro objeto. La fuerza de fricción está determinada por el coeficiente de fricción entre la oposición de los materiales<sup>5</sup>.

## 1.6. Deformación Elástica y Plástica.

Cuando se aplica una carga que supera a la tensión los átomos reaccionan realizando un desplazamiento, modificando la posición y distancia espacial entre las fuerzas interatómicas. Se habla de una **deformación elástica** si al retirar la carga los átomos pueden regresar a su posición original<sup>6</sup>.

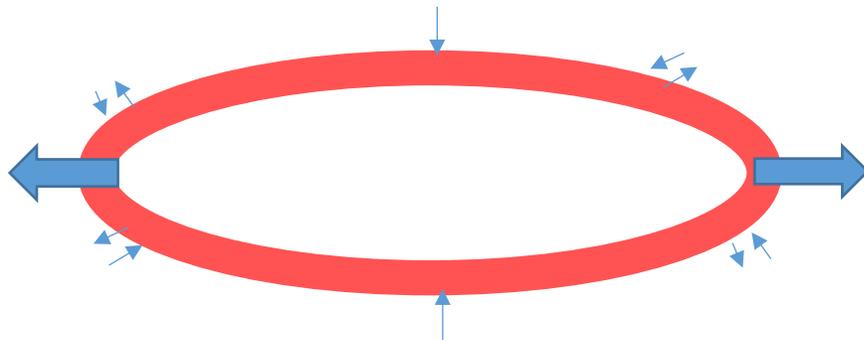
Cuando aplicamos una carga a un material elástico, a medida que la carga aumenta, llega al punto conocido como límite de elasticidad. Este se refiere a la resistencia máxima de deformación elástica soportada por el material, donde, al retirar la carga el acomodo atómico regresará a su posición original, donde existe una proporcionalidad carga/ deformación (ley de Hooke). Por ejemplo, cuando se estira una liga, al quitarle la carga, esta regresa a su forma original, no así, si aplicamos mayor carga (estiramiento), la liga no recuperará su forma original, cambiará de tamaño, se vuelve más grande de lo que era antes, eso es porque ha superado su límite de elasticidad siendo deformada permanentemente. Luego si se continúa estirando terminará por romperse, es decir superará el límite de plasticidad.



**Figura 1.** Gráfica de Deformación Elástica y Deformación Plástica Fuente Directa.

- Segmento  $0-a$ : Ley de Hooke Deformación elástica.
- Segmento  $a-b$ : No Ley de Hooke Fatiga.
  - Punto  $a$ : Límite elástico o proporcional.
  - Punto  $b$ : Punto de cedencia o fluencia, inicio de deformación permanente.
  - Punto  $c$ : Deformación permanente.
  - Punto  $d$ : Resistencia máxima/última y ruptura.

Sobre este gráfico hay unos puntos denominados “a, b, c y d”. En la primera sección, desde “0” hasta el punto “a” la elasticidad se representa con una línea recta, por lo que el material cumple con la ley de Hooke, es decir la deformación es proporcional a la carga aplicada;<sup>2</sup> El punto “b” corresponde al punto de cedencia o fluencia y se encuentra delimitando a ambas dos zonas; Toda la sección delimitada desde el punto “b” hasta “d”, expresa la deformación plástica, después de superar el límite de “b” hasta esta etapa el material solo tiene un comportamiento plástico y no recupera las propiedades elásticas; En el punto “c” aunque el material ya sufrió deformación plástica; El punto “d” significa que el material llegó a la ruptura, que es donde se separan las uniones interatómicas de manera irreversible.



**Figura 2.** Dirección de las cargas en un módulo elastomérico. Al tirar de los elastómeros las cargas aparentemente son solo de tipo traccional, pero al producirse el estrechamiento de sus dimensiones, sufren cargas compresivas en el sentido perpendicular desde la extensión, a su vez al recibir cargas desde dos sentidos, el propio material produce cargas tangenciales, aunque en menor proporción. Fuente Directa.

Los módulos elastoméricos tienen alta capacidad de deformación elástica su ruptura total ocurre con altos niveles de cargas o por fatiga, sufren deformación plástica en un tiempo aproximado de 3 a 4 semanas, por ello deberán ser reemplazados para generar el movimiento deseado del OD<sup>7</sup>.

## **CAPÍTULO II. GENERALIDADES DE LOS MÓDULOS ELASTOMÉRICOS.**

### **2.1. Antecedentes / hechos históricos.**

De acuerdo con distintos registros, el caucho fue manipulado inicialmente por los pobladores nativos de las culturas precolombinas en América Latina, solían extraer resinas naturales de tipos de árboles específicos, incluso se les conoce por haber realizado el proceso de vulcanización con savias y hierbas cientos de años antes de 1839, año en que Charles Goodyear por casualidad revolucionó el uso del caucho mezclado con azufre para endurecerlo y hacerlo resistente al frío.

En la etapa de profesionalización de la odontología a mediados del siglo XIX, Henry Albert Baker, odontólogo e inventor estadounidense desarrolló un interés hacia la corrección de irregularidades de la alineación de los dientes. Fue el Dr. Henry A. Baker a quien se le atribuyeron las ideas y técnicas innovadoras de ese momento en el campo de la ortodoncia, tales como el uso de los elásticos intermaxiarios de caucho y las bandas molares metálicas, ambas técnicas empleadas posteriormente por el Dr. Edward H. Angle, quien a su vez diseñó el “Anclaje de Baker” (Baker Anchorage), con este aparato el Dr. Baker obtuvo un mayor prestigio internacional<sup>8</sup>.

A lo largo de las siguientes décadas las bandas elásticas de caucho fueron reemplazadas paulatinamente por materiales plásticos sintéticos con o sin látex con el objeto de mejorar la transmisión de fuerza a los dientes y de esta manera se optimizó la manipulación de los movimientos.

El proceso de vulcanización actualmente es usado para acrecentar las propiedades del material mediante la unión lateral entre cadenas por enlaces covalentes, por lo que esta estructura tridimensional adicional otorga flexibilidad, elasticidad, baja solubilidad a solventes orgánicos y resistencia a

la temperatura. Otro fenómeno que provee de propiedades a este material es poseer enlaces de hidrógeno también conocidos como fuerzas de Van Der Waals<sup>9</sup>. La calidad de los elastómeros disponibles en el mercado depende de la técnica de fabricación de las industrias manufactureras.

## 2.2. Materiales elásticos en la alineación dental.

Es común que los ortodoncistas se apoyen de aparatos y dispositivos, así como de materiales adicionales: arcos de alambre, ligaduras de acero, distintos elastómeros, sistemas de autoligado, microimplantes, brackets con el fin de realizar movimientos dentales a lo largo de las arcadas. De acuerdo a Josell et al<sup>10</sup>, “las fuerzas necesarias para lograr el cierre del espacio pueden obtenerse mediante varias técnicas y dispositivos, incluyen resortes, arcos, loops, miniimplantes, imanes y cadenas elastoméricas”<sup>10</sup>.



**Figura 3.** Distintos dispositivos y materiales son capaces de liberar cargas para lograr el movimiento de un diente o un grupo de dientes. (a) Resortes; (b) Miniimplantes y resortes en combinación con un sistema de autoligado; (c) Loops de ortodoncia. (d) Elásticos Intermaxilares<sup>10-11</sup>.

Cada una de ellos produce ciertos obstáculos en la práctica real: los resortes helicoidales tienen dificultades de higiene, los resortes de retracción pueden causar heridas en mucosa, por otro lado los imanes pueden llegar a ser

costosos e incómodos por su gran tamaño. Por el contrario, los materiales elásticos son de fácil manipulación, bajo costo, y cómodos, incluso la elección del color en cada consulta hace que los pacientes se involucren con los tratamientos.

Los principales materiales elastoméricos en los tratamientos de ortodoncia son: ligaduras, hilos elásticos, cadenas, elásticos intermaxilares y módulos elastoméricos.

### **2.2.1. Hilos Elásticos.**

Son especialmente utilizados para incorporar a aquellos dientes que están parcial o totalmente fuera de la arcada dental, cuando no es posible sujetar un diente al arco mediante bracket por la gran distancia que existe entre ambos. Es común que sean usados en dientes con una posición palatina como los incisivos laterales o en posición vestibular como en casos de caninos incluidos<sup>7</sup>.

### **2.2.2. Cadenas.**

Son materiales que cierran espacios y corrigen rotaciones de incisivos premolares, se usan en el segmento anterior y en la zona de premolares durante la fase de nivelación en el tratamiento<sup>10</sup>. Las diferencias que tienen a comparación de los resortes (dispositivos con funciones semejantes), es que las cadenas elásticas no irritan a la mucosa bucal ni al tejido gingival, son fáciles de manipular, son más higiénicas y económicas.



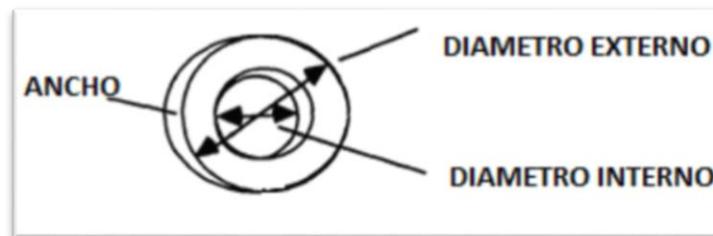
**Figura 4.** Las cadenas elásticas corrigen inclinaciones, rotaciones y cierre de espacios, sin embargo la activación inadecuada y sin control de este material puede generar movimientos no favorables de OD. Fuente directa.

### **2.2.3. Elásticos Intermaxilares.**

Son ligas que se aplican desde una arcada a otra para corregir las relaciones interdentes, dirigen a los dientes hacia los puntos de contactos entre los dientes superiores e inferiores en sentido vertical. Pueden ser prescritos en distintas configuraciones de acuerdo con las necesidades de cada tratamiento, se educa al paciente para que él mismo los cambie diariamente o como lo indique el especialista para tratar de mantener un estímulo de cargas constantes conforme los días transcurren<sup>11</sup>.

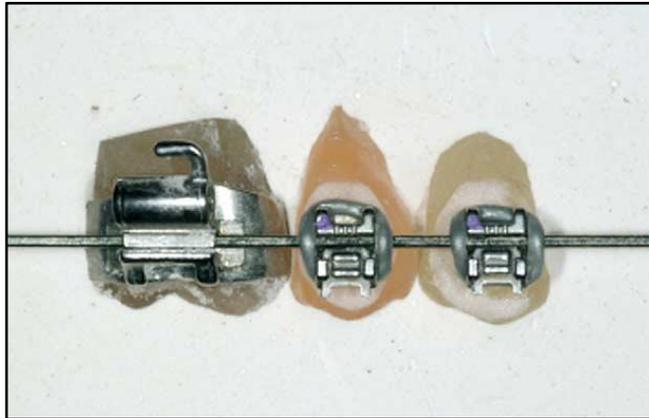
### 2.3. Módulos elastoméricos o ligaduras.

Tienen como función adaptar el arco al bracket, son dispositivos que pueden ser utilizados de materiales tanto elásticos como metálicos. Se usan para corregir rotaciones y distalización de los OD dentro de la fase de alineación y nivelación. Son materiales que se constituyen de unidades elásticas circulares dispuestas en hilera termoplásticos, ofrecen la posibilidad de crear varios dispositivos con formas, tamaños y colores diferentes, se deforman bajo la aplicación de una carga, temperaturas elevadas de alimentos ingeridos y poseen la capacidad de retomar rápidamente su tamaño y forma original<sup>9</sup>. Los módulos elastoméricos son bastante usados por su versatilidad, bajo costo, fácil manipulación, comodidad, colores, biocompatibilidad, etc.



**Figura 5.** Configuración de los elastómeros<sup>6</sup>.

Este material es capaz de generar cargas, en parte se le atribuye a su forma, al grosor de su figura y a la longitud del diámetro interno. Aminian et al<sup>12</sup>., describe que solo un módulo elástico atado a un arco y bracket convencionales puede producir una carga de entre 50a 150 g<sup>4</sup>.



**Figura 6.** Segmento vestibular en un aparato ortodóncico que consta de una banda molar y dos brackets en ambos premolares. Módulos elastoméricos Dispense-A-Sticks® de TP Orthodontics® previo a una prueba *in vitro*<sup>13</sup>.

Las ligaduras elásticas al momento de colocarlas con una pinza se estiran un poco y el ortodoncista las va colocando sobre las aletas de cada bracket para que ajusten al arco y éste mismo pueda mover a los dientes. En caso de requerir brackets estéticos como los de tipo cerámico o de zafiro se usan anillos de ligaduras elásticas a diferencia de ligaduras metálicas que además vienen atadas de manera prefabricada generalmente con alambres de calibre .008, .010 o .014 pulgadas, los anillos elásticos tienen una ligera desventaja frente a las metálicas pues con estas últimas es posible manipular la activación de las cargas traccionales<sup>7</sup>. La ligadura metálica consiste en un tramo de alambre metálico que viene en un rollo grande, se dobla en forma curvada y se coloca alrededor de las aletas del bracket. La ligadura metálica es utilizada cuando los dientes se encuentran bastante apiñados o en rotaciones dentales, en ese caso una ligadura elastomérica ejercería la suficiente fuerza de sujeción del arco al bracket y realizaría un movimiento efectivo. Las ligaduras metálicas en teoría serían mejor, sin embargo consumen un mayor tiempo de colocación, el ortodoncista puede tomar mucho tiempo realizando un control y estas ligaduras no son necesarias en todos los casos, eso depende mucho del diagnóstico del paciente en función de los dientes y el grado de apiñamiento.

## **2.4. Clasificación de acuerdo a su uso.**

El movimiento dental es la máxima actividad de la ortodoncia, y casi todas las acciones en este tipo de tratamientos se piensan para crear fuentes de fuerzas con la capacidad de ser transmitidas a los dientes. Los módulos elastoméricos son excelentes complementos, útiles a los aparatos ortodóncicos para corregir maloclusiones<sup>11</sup>.

Existen numerosas aplicaciones de estos materiales los cuales están diseñados para provocar el movimiento dental,<sup>14</sup> entre las principales utilidades en Ortodoncia podemos mencionar:

- Retracción o distalización.
- Cierre de diastemas.
- Corrección de rotaciones.
- Constricción de arcada.

## 2.5. Composición química del poliuretano.

Los poliuretanos componen un grupo de polímeros orgánicos bastante comunes, pueden ser utilizados en la industria química como pinturas, fibras, adhesivos o recubrimientos, son pertenecientes al grupo de polímeros termoestables tras un proceso de polimerización en cadena<sup>15</sup>. Su unidad estructural es:



La estructura de estos polímeros consta de tres porciones:

- porción rígida (anillos aromáticos y urea), unida por;
- porción corta flexible (enlace diamina y el grupo CH<sub>2</sub> entre los anillos aromáticos), y por último;
- porción larga flexible (poliéter).

En el campo de la Odontología los elastómeros sintéticos son polímeros basados en poliuretanos, más otros materiales como el látex. Tras el proceso de polimerización, los elastómeros de poliuretano presentan una fuerza de atracción relativamente débil entre las cadenas poliméricas que le confieren propiedades físico-químicas mejoradas, más que los derivados del caucho natural<sup>9</sup>. El proceso de estos materiales de poliuretano es por moldeo por inyección de plásticos, consiste en inyectar los polímeros a gran presión dentro de un molde prefabricado, este proceso es utilizado para la producción rápida a grande escala de piezas pequeñas.<sup>16</sup>

La obtención de la materia prima para módulos elastoméricos estéticos proviene de carbón y extractos de aceites vegetales<sup>16</sup>, sin embargo la fórmula de composición exacta aún está patentada por los inventores, lo que impide que esté disponible para terceras personas por ahora.

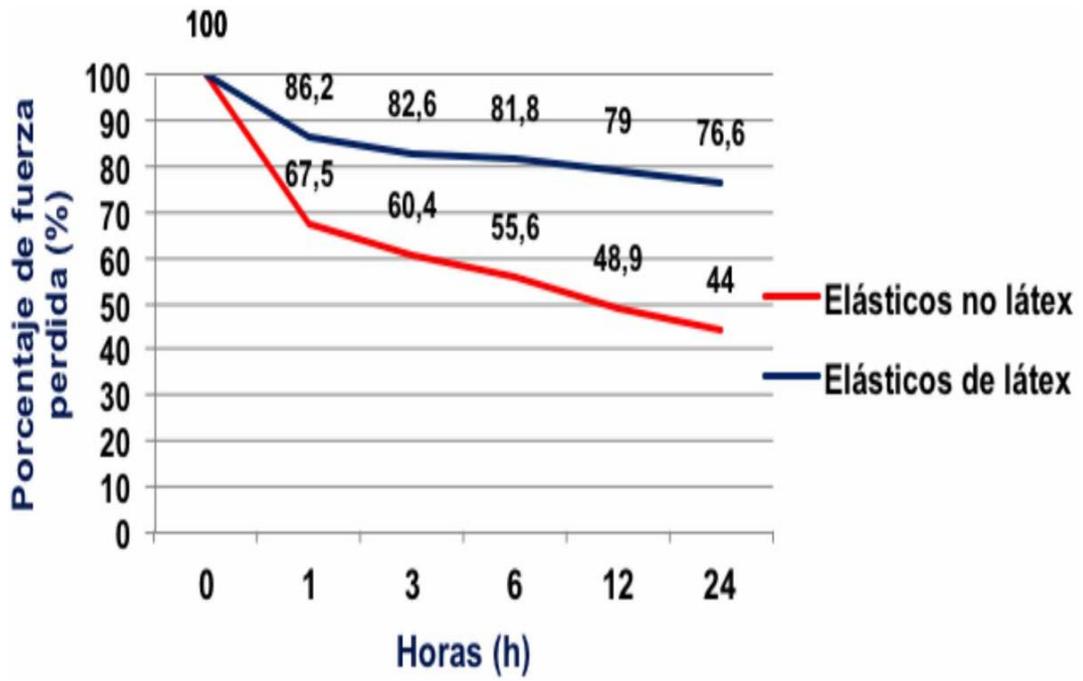
## **2.6. Clasificación de acuerdo a su composición.**

### **2.6.1. Poliuretano con látex.**

La manufactura de los módulos elastoméricos incluye un procesamiento químico con la intención de acrecentar sus propiedades elásticas, lo más común es que el poliuretano sea combinado en conjunto con otro polímero de alto peso molecular, y para este propósito el polímero ideal es el látex<sup>11</sup>, Este material naturalmente es un caucho elástico que se obtiene a partir de la savia de la corteza del árbol *Hevea brasiliensis*, por otro lado el látex sintético es producto de una vulcanización y da como resultado un poliisopreno sintético procesado por más de 200 químicos y aditivos que le confieren un incremento en su densidad, elasticidad y compatibilidad con otros aditivos<sup>17</sup>, lo que lo hace distinto al látex natural.

### **2.6.2. Poliuretano sin látex.**

Los elásticos sin látex son realizados a base de poliuretano de grado médico, se desempeñan de diferente manera en el medio oral. Farfán et al<sup>11</sup>., afirma que “los módulos elastoméricos de poliuretano sin látex pierden entre 19% y 73% de su fuerza inicial después de 24 horas, mientras los elásticos con látex en su configuración pierden solamente entre 10% y 40%”.Realizó una comparación puntual entre módulos de látex y no látex revelando que los registros con menores cargas mecánicas pertenecen a los módulos que carecen de látex en su composición con hasta una disminución de cargas del 32.5% en contraste con 13.8% de los elásticos con látex en sus primeras 24 horas de activación y durante todos los intervalos de tiempo<sup>11</sup>.



**Gráfica 1.** Comparación de los porcentajes de fuerza perdida entre elásticos de látex y no látex en los distintos intervalos de tiempo<sup>11</sup>.

## **CAPÍTULO III. COMPARACIÓN DE LAS PROPIEDADES FÍSICAS ENTRE LAS DISTINTAS MARCAS DE MÓDULOS ELASTÓMERICOS.**

En este capítulo se realiza una comparación de los diferentes estudios de acuerdo a sus propiedades mecánicas, la obtención de los datos de este análisis descriptivo proviene de artículos de revistas internacionales reconocidas, así como de los catálogos distinguidos de cada marca señalados en el apartado de “Anexos” al final de este trabajo. Es importante indicar que cada autor utilizó una metodología y parámetros diferentes, debido a la diversidad de marcas disponibles en el mercado internacional, sin embargo, se muestran las que pueden encontrarse en nuestro país.

### **3.1. Fuerza Ideal de los Elastómeros.**

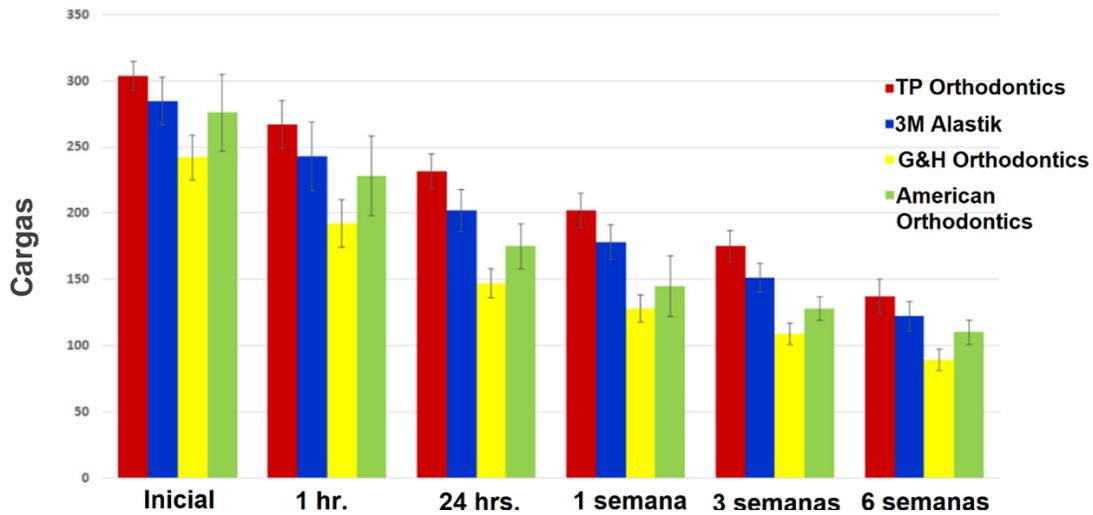
Una de las acciones más importantes en tratamientos ortodónticos es aplicar cargas controladas, cualquier desequilibrio con cargas excesivas provoca daños a los tejidos periodontales, tales como procesos de reabsorciones radiculares, daño tisular, compresión de las fibras periodontales y dolor, por mencionar algunas. Por otro lado, cargas deficientes serían de poca función. Una de las particularidades de los módulos elastoméricos es originar cargas controladas y con manipulación sencilla, con esta afirmación el especialista puede ser consciente de la magnitud de fuerza que está aplicando a los tejidos adyacentes del paciente. Según Weissheimer et al<sup>9</sup>., aún no hay evidencias para recomendar el nivel de fuerza ideal en la práctica ortodóncica. Para Condo et al<sup>7</sup>., sus cargas deben ser lo suficientemente alta pero sin interrumpir la irrigación vascular del ligamento periodontal, de acuerdo con lo descrito por S. Josell et al<sup>10</sup>., “la fuerza depende del área de la superficie de la raíz del diente que se moverá” y para desplazar un canino la carga necesaria se aproxima entre 100 y 350 g con fricción mecánica o aproximadamente 60 g libras de fricción mecánica, contemplando que las cargas disminuyen a 55 g

hasta que el movimiento se frena. Los datos obtenidos por Andrade et al<sup>6</sup>., indican que “las fuerzas friccionales producidas por módulos elastoméricos varían de 50 a 150 g”. Tanto módulos como cadenas elastoméricas son aptas para producir las cargas suficientes para lograr el desplazamiento pero desde la colocación inicial las cargas disminuyen con el transcurso de las horas de manera que su activación pronto deja de cumplir una función si no son reemplazadas periódicamente<sup>18</sup>.

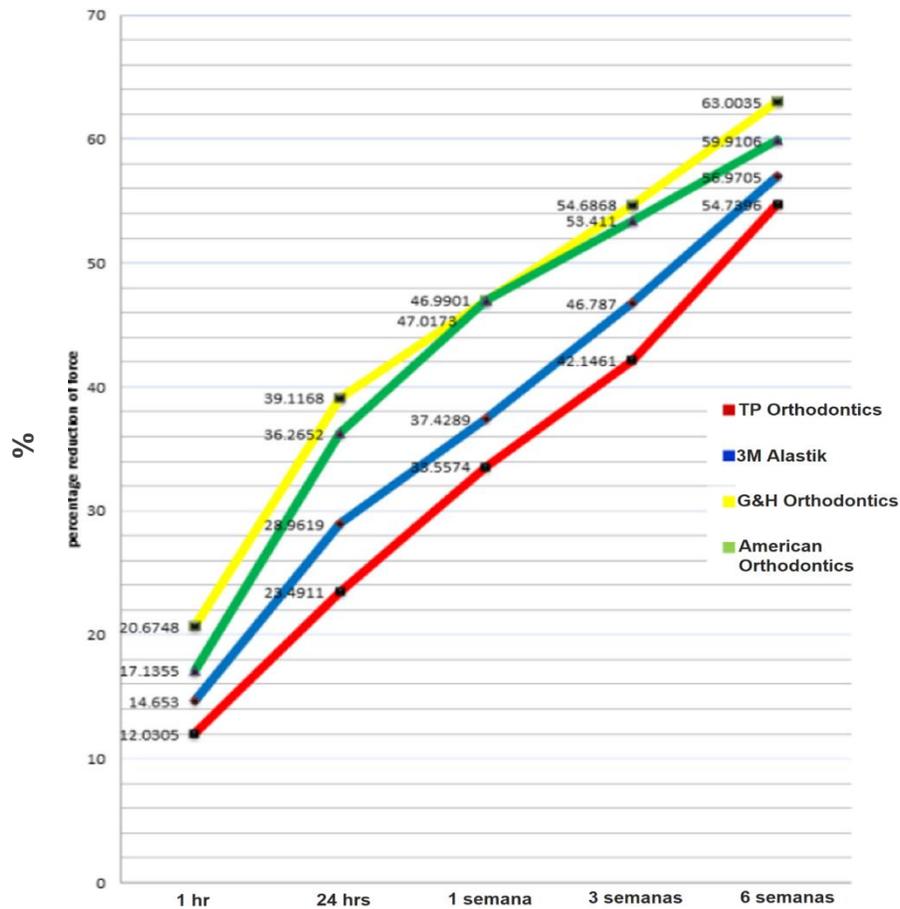
Las cargas de cada marca pueden tener cambios en el orden de las moléculas, en general los cambios de cargas tienden a disminuir, pero se tienen registros de módulos que logran llegar a un momento de relativa estabilización en los últimos intervalos de tiempo o que generan un ligero aumento de cargas<sup>5</sup>.

Los mejores módulos son los que poseen mayores cargas traccionales, deformación elástica y plástica porque son los que tienen menores posibilidades de sufrir una ruptura, Aminian et al<sup>4</sup>., indica que las cargas traccionales y deformación plástica y elástica son mayores cuando los materiales son estirados de 1 a 3 mm en comparación con los que carecen de estiramiento.

Según Patell<sup>19</sup>., los productos de TP Orthodontics®, Alastik™ y American Orthodontics®, tienen las cargas adecuadas para poder desplazar un diente, por el contrario, la marca G&H Orthodontics® pierde desde 12% a 20% de resistencia sin mantener la constancia hasta 6 semanas **(Gráficas 2 y 3)**.



**Gráfica 2.** Características de las cargas entregadas por diferentes marcas de cadenas elastoméricas en diferentes periodos de tiempo<sup>19</sup>.



**Gráfica 3.** Porcentaje de la disminución de cargas entregadas por diferentes marcas de cadenas elastoméricas en diferentes periodos de tiempo<sup>19</sup>.

Aminian et al<sup>4</sup>., muestran las diferencias importantes entre marcas de 4 a 8 semanas, Ortho Technology® con 70 g y Hangzhou Yamei con 40 g, tras 3 mm de deformación elástica.

Josell et al<sup>10</sup>., informaron que “las cadenas cerradas y abiertas de Rocky Mountain Orthodontics® y la cadena cerrada de TP Orthodontics® mantienen un porcentaje más alto de cargas iniciales (aproximadamente 78%) durante el período de prueba de 28 días”. De igual forma, “la cadena cerrada y abierta de Dentaurum® entregó de manera constante el porcentaje más bajo de cargas iniciales (30%)”. Aun así al finalizar las pruebas de 28 días, los elásticos claros cumplen con los 55 g mínimos necesarios para mover un canino, mientras que los elásticos grises finalizan aproximadamente con 150 g. Probablemente la diferencia se centra en la formulación del poliuretano utilizado para producir las cadenas claras y grises.



**Figura 7.** Tipos de cadenas elastoméricas de acuerdo a su morfología<sup>26</sup>.

Según la investigación de Lawal et al<sup>3</sup>., al comparar las marcas Orthoclassics®, Ormco® y Dalton®, los resultados fueron: Orthoclassics® con los valores más altos de carga traccional, mientras que la marca Ormco® tuvo mayor deformación plástica ( $14.4 \pm 1.1$  mm) y la marca Dalton® obtuvo los datos más bajos de deformación ( $10.2 \pm 1.5$  mm).

Manufactura	Marca	Tipo	Referencia	Tipo de Tracción	Autores et al.
TP Orthodontics, Inc., 100 Centre Plaza, La Porte, IN 46350, USA	Super Slick®	Blancos Grisés	382-932 382-9334	0 mm 1 mm 3 mm	Griffiths Edwards Patel Solís Weissheimer Magno
	Dispensa-Stix® (redondeado)	Grisés	383-020	<i>In vivo</i>	
	E-chain	Grisés	383-050		
American Orthodontics, 1714 Cambridge Avenue, Sheboygan, WI 53081, USA	Unisticks	Rojos, Azules, Violetas y Fuchsia	854-262	0 mm 1 mm	Edwards Weissheimer Patel Aminian
	Memory Chain	Grisés	854-252		
DB Orthodontics®	DB Orthodontics	Claros Blancos	DB03-0068	<i>In vivo</i>	Edwards
Orthocare Elastoloops®	Orthocare Elastoloops	Claros Blancos	466-4355W	<i>In vivo</i>	Edwards
Ormco (Corporation, Glendora, CA, USA)	Power Chain Generation II	Grisés	639-0001 640-0078	<i>In vivo</i>	Eliades Solís Weissheimer Lam
		Claros	640-0075		
Dentaurum, Pforzheim, Germany	Dentaurum Elastic Chain	Grisés	774-231-00	<i>In vivo</i>	Eliades
	Elasto-force	Blancos	774-236-00		
3M Unitek Orthodontic Products, 2724 South Peck Road, Monrovia, CA 91016, USA	Alastik™	Grisés	406-612 406-407	<i>In vivo</i>	Eliades Patel Lam
		Claros	406-417		
G&H Orthodontics, 2165 Earlywood Drive, Franklin, IN 46131, USA	Dyna-Link Elastomeric Chain	Grisés	SDLCL1	<i>In vivo</i>	Patel
Morelli, Sorocaba, SP, Brazil	Short gray Rubber chain	Grisés	60.05.501	21 mm	Solís Weissheimer Aminian
Ortho Technology (Tampa, Florida, USA)	Power Sticks	Grisés	404-001	0 mm 1 mm 3 mm	Aminian
Hangzhou Yamei (Sandun Town, Hangzhou, China)	Ligature Ties	Grisés	EL01-02	1 mm 3 mm	Aminian

**Tabla No. 1.** Comparación general entre las diferentes marcas de módulos y cadenas elastoméricas consultadas, el código de referencia es propio de cada producto y empresa, únicamente organiza el tipo de liga que utilizó cada autor. Fuente Directa.

**Autor** Griffiths HS, Sherriff M, Ireland Aj

<b>Marcas 4</b>	Super Slick® (TP Orthodontics®, LaPorte, Ind) Dispensa-Stix® (redondeado TP Orthodontics®) Liga-ties® (cuadrangular TP Orthodontics®)
<b>Tiempos*</b>	El autor no menciona tiempos
<b>Metodología</b>	Inmersión de 3 tipos de 4 marcas un sistema de autoligado en saliva artificial mediante una máquina de elongación del material. LR5K (Lloyd Instruments)
<b>Resultados</b>	Módulos rectangulares moderados Módulos redondos son menos resistentes Los de autoligado eliminaron la fricción
<b>Conclusiones</b>	Las mayores cargas ocurren en las primeras 24 horas Lubricación reduce la fricción Super Slick® son más resistentes

**Autor** Edwards I, Spar D, Rock W.

<b>Marcas 4</b>	American Orthodontics Gris® DB Orthodontics Blancos® Orthocare Elastoloops Blancos® Super Slick TP Orthodontics Blancos®
<b>Tiempos</b>	0, 24 horas, 1 semana, 6 semanas
<b>Metodología</b>	Pruebas de fricción <i>In vivo: retirados y mismo procedimiento</i> <i>In vitro: en saliva artificial y máquina de fricción y saliva artificial</i> Análisis estadísticos con Minitab Release
<b>Resultados</b>	Las mayores cargas ocurren en las primeras 24 horas Módulos Super Slick® son más resistentes a la deformación

Módulos rectangulares moderados  
 Módulos redondos son menos resistentes  
 Los de autoligado eliminaron la fricción  
 Módulos Super Slick® producen más fricción  
 La estructura y superficie de los módulos afectan el deslizamiento de los brackets a lo largo del arco

<b>Autor</b>	<b>Aminian A, Nakhaei S, Agahi R.</b>
<b>Marcas</b>	Ortho technology® Hangzhou®
<b>Tiempos</b>	Inicial 24 horas, 2, 4 y 8 semanas
<b>Metodología</b>	Tablillas para estiramiento de fabricación asistida por ordenador mediante CAD-CAM, cantidad de: Cargas Resistencia a la tracción Deformación elástica
<b>Medición</b>	Programa software (SOLIDWORKS 2011)
<b>Resultados</b>	Las mayores cargas ocurren en las primeras 24 horas El comportamiento fue similar sin diferencias significativas El periodo de ruptura del material ocurre al terminar la semana 8

<b>Autor</b>	<b>Patel A, Thomas B.</b>
<b>Marcas cadenas</b>	Super Slick®, TP Orthodontics® Alastik™ 3M Unitek Dyna-Link® G&H Orthodontics® Memory Chain® American Orthodontics®
<b>Tiempos</b>	Inicial 1 y 14 horas, 1, 3 y 6 semanas
<b>Metodología</b>	<i>In vivo</i>

<b>Medición</b>	Dinamómetro digital
<b>Resultados</b>	<p>Las mayores cargas ocurren en las en la primer hora de uso</p> <p>La fuerza decrece constantemente hasta la semana 6</p> <p>Con excepción de G&amp;H® Orthodontics®, todas las cadenas producen las cargas necesarias para realizar un retracción canina.</p> <p>Las cadenas más estables son de Super Slick®</p> <p>Las cadenas con mayor deterioro son ® Orthodontics®</p>

<b>Autor</b>	<b>Solís MD, Cedillo FP, Bravo ME,</b>
<b>Marcas cadenas</b>	<p>TP Orthodontics®</p> <p>Morelli®</p> <p>Ormco®</p>
<b>Tiempos</b>	<p>Inicial</p> <p>1, 7, 14 y 24 horas</p> <p>7, 14, 21 y 28 días</p>
<b>Metodología</b>	<p>Capacidad de deformación elástica y plástica <i>in vitro</i></p> <p>Medio seco y medio húmedo con saliva artificial a 37°</p>
<b>Análisis Estadístico</b>	Prueba de chi cuadrado de Pearson
<b>Medición</b>	espectrofotometría infrarroja para comparar cambios moleculares superficiales
<b>Resultados</b>	<p>En el medio húmedo incrementa la deformación elástica</p> <p>Las mayores cargas ocurren en las primeras 24 horas</p> <p>TP Orthodontics® ofrece mejores resultados en medio húmedo aunque se deforme más en medio seco</p> <p>Ormco® sufre mayor ruptura</p> <p>TP y Ormco® se deforman más que Morelli</p>

<b>Autor</b>	<b>Eliades T, Eliades G, Silikas N, Watts DC.</b>
<b>Marcas</b>	Alastik, 3M/Unitek™ Dentaurum Elastic Chain®, Dentaurum GmbH & Co.KG Generation II, Ormco Investigar cambios estructurales producidos por el deterioro mecánico y químico.
<b>Tiempos</b>	Inicial 3 semanas
<b>Metodología</b>	<i>In vitro</i> Grupo 1: del paquete Grupo 2: elongado al 50% Grupo 3: elongado al 50% en inmersión de etanol al 75% a 23°
<b>Medición</b>	Espectrofotometría
<b>Resultados</b>	Los cambios estructurales fueron identificados en las tres marcas probadas

<b>Autor</b>	<b>Lawal</b>
<b>Marcas</b>	Dalton® American Orthodontics® Ormco® Orthoclassics
<b>Tiempos</b>	1 día 1 semana 3 semanas 6 semanas
<b>Metodología</b>	<i>In vivo e In vitro con tipodonto, de incisivo central a segundo premolar con alambres 0.017 y 0.025, incubadora a 37°C</i> <i>Grupo 1: medio seco</i> <i>Grupo 2: Saliva artificial</i>
<b>Medición</b>	Dinamómetro digital: fuerza de tensión máxima y extensión a la fuerza de tensión.

<b>Resultados</b>	Orthoclassics® tuvo mayor carga 28.4±1.6 N Ormco® tuvo mayor estiramiento 14.4±1.1mm y peor carga 22.3 ± 1.0 mm Dalton® peor extensión 10.2 ± 1.5 mm.
-------------------	--

<b>Autor</b>	<b>Lam</b>
<b>Marcas</b>	Ormco Power Chain™ Unitek Alastik Chain™
<b>Tiempos</b>	24 horas 1, 2, 4, 8 y 12 semanas
<b>Metodología</b>	<i>In vitro</i> : tablillas, 37°C ± 1°C
<b>Medición</b>	Dinamómetro digital: Fuerza de tensión y extensión a la fuerza de tensión.
<b>Resultados</b>	Las ligaduras Unitek™ tienden a tener cargas traccionales más altas que las ligaduras Ormco® en cada intervalo de tiempo

**Tabla No. 2.** Descripción del estudio realizado por cada autor.

### 3.2. Fricción

La fricción está presente en los aparatos de ortodoncia convencionales fijos, para comprender el concepto de fricción en un aparato ortodóncico consideramos sus elementos, bracket, arco y módulo elastomérico.

El arco es el encargado de liberar las cargas necesarias para mover a los dientes mediante flexión o torsión, pasa a través de la ranura de cada bracket, el cual les transmite sus cargas. Se genera entonces una oposición de cargas por parte de los dientes entre las superficies del bracket y del arco. Una vez que dichas cargas superan la fricción estática, los dientes se desplazan por medio de sus respectivos brackets deslizándose a lo largo del arco. Cada vez que el arco y módulos sean reemplazados por nuevos deben superar la fricción estática de manera cíclica para darle continuidad al movimiento dental<sup>5</sup>.

Existe una relación entre las cargas traccionales y la fricción, si las cargas traccionales de los elastómeros son más altas dan como resultado una fricción mayor en todo el sistema, lo que disminuye la capacidad de movimiento de los dientes. En ese contexto los sistemas de autoligado son más eficientes porque tienen menor fricción, incluso existen algunos sistemas de autoligado que disminuyen la fricción casi por completo<sup>4</sup>.

Edwards et al<sup>5</sup>., registraron que la fricción de los módulos, independientemente de la marca usada, “se reduce desde 430 a 410 g durante las primeras 24 horas, y luego de 370 g después de una semana pero que a las 6 semanas la fricción aumenta a 396 g.

En cuanto a la diferencia entre cadenas cerradas o abiertas, los ensayos de laboratorio muestran que existe una ligera pérdida de cargas de las cadenas abiertas a comparación de las cadenas cerradas, sin embargo no todas las marcas tienen una diferencia significativa, como es el caso de las marcas Rocky Mountain Orthodontics®, GAC® y Ormco®<sup>6-10</sup>. Hablando del material

del bracket, la mayoría de los autores coinciden en que los cerámicos muestran mayor resistencia al deslizamiento comparándolos con los metálicos<sup>13</sup>. Según Edwards et al<sup>5</sup>., los módulos Super Slick cuando son utilizados con brackets cerámicos en humedad producen menos fricción<sup>5</sup>.

### **3.3. Características morfológicas, estructurales y superficiales.**

Las módulos elastoméricos vienen fabricadas con distintas formas, ya sea redondas u ovaladas, distintos diámetros, grosores, pueden ser ásperos o lisos, opacos o transparentes<sup>7</sup>. La estructura y textura en la superficie del elastómero determinan las cargas traccionales, la resistencia a la fricción y la capacidad de deformación elástica, los elastómeros con polímeros más cristalinos están asociados con cargas más altas<sup>4</sup>.

Existen marcas comerciales que nos ofrecen distintas características tales como el grosor, forma y tamaño. Griffiths HS et al<sup>13</sup>., describe que entre los módulos Super Slick® de la marca TP Orthodontics®, los de diámetro interno redondo y con exceso de material “reducen la fricción de la mecánica de deslizamiento”, más que los módulos con diámetro interno cuadrangular.

En cuanto a la textura, según Edwards et al<sup>5</sup>., una superficie lisa conlleva a mayor capacidad de deslizamiento a través del arco con baja fricción y al contrario, una superficie rugosa tendrá mayor fricción.

Los módulos Super Slick® son superiores desde el diseño porque al tener un mayor grosor y un menor diámetro interno, la distancia se incrementa al estirarse, y al ser colocados en bracket refleja mayores cargas.

### 3.4 Deformación elástica y plástica.

Existe una gran cantidad de artículos con el objetivo de medir la capacidad de deformación elástica y plástica entre las diferentes marcas de mayor exposición en el comercio, la mayoría de autores comparan el espesor, diámetro interior, diámetro externo y estiramiento, con ayuda de dispositivos de medición. Solís et al<sup>6</sup>., compararon las marcas Morelli®, Ormco® y TP Orthodontics®, siendo esta última, la marca con menor grado de deformación elástica y plástica, y mayor durabilidad de hasta 28 días de uso.

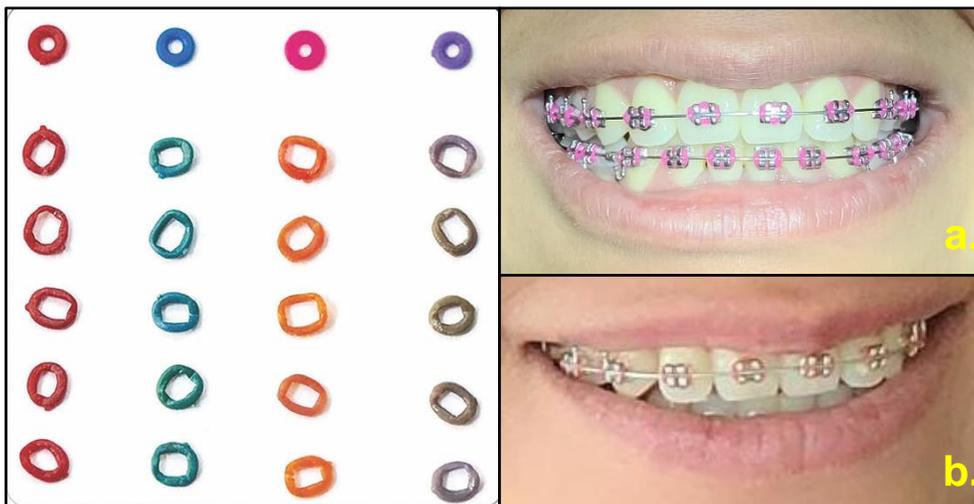
		Espesor			Diámetro Externo			Diámetro Interno		
		N° DE MUESTRA	MEDIDA	DESVIACION ESTANDAR	N° DE MUESTRA	MEDIDA	DESVIACION ESTANDAR	N° DE MUESTRA	MEDIDA	DESVIACION ESTANDAR
INICIAL	MORELLI	20	0,75	0	20	2,75	0	20	1	0
	TP ORTHODONTIC	20	0,75	0	20	3	0	20	1	0
	ORMCO	20	0,75	0	20	3	0	20	1	0
7 DIAS	MORELLI	20	0,43	0,11	20	3,71	0,18	20	2,15	0,2
	TP ORTHODONTIC	20	0,41	0,17	20	3,66	0,16	20	2,15	0,32
	ORMCO	20	0,4	0,11	20	3,77	0,17	20	2,2	0,1
14 DIAS	MORELLI	20	0,4	0,11	20	3,77	0,17	20	2,2	0,1
	TP ORTHODONTIC	20	0,49	0,17	20	3,76	0,23	20	2,15	0,32
	ORMCO	20	0,38	0,11	20	3,79	0,38	20	2,44	0,22
21 DIAS	MORELLI	20	0,38	0,06	20	3,95	0,17	20	2,12	0,24
	TP ORTHODONTIC	20	0,33	0,11	20	3,79	0,93	20	2,15	0,5
	ORMCO	20	0,3	0,07	20	4,05	0,24	20	2,62	0,66
28 DIAS	MORELLI	20	0,27	0,02	20	4,22	0,12	20	2,42	0,22
	TP ORTHODONTIC	20	0,28	0,07	20	4,27	0,16	20	2,35	0,68
	ORMCO	20	0,26	0,03	20	4,21	0,21	20	2,72	0,62

**Tabla No. 3.** Deformación plástica: diferencias entre medidas iniciales y 28 días de uso de los módulos elastoméricos en medio húmedo<sup>6</sup>.

Por otra parte, el deterioro estructural del material, según Edwards et al<sup>5</sup>., produce cambios en las características de la superficie aumentando así la resistencia a la fricción, dicho autor notó ascenso de cargas en todas las marcas después de 24 horas de uso en cavidad bucal, la fricción incrementó de 460 g a 450.8 g (carga cercana a la del paquete) y después de 1 semana se redujo a 430 g. Es decir, la deformación plástica incrementa debido a los

cambios estructurales y de las características de la superficie a pesar de la reducción de cargas, esta afirmación es apoyada por Eliades et al<sup>15</sup>, quien además menciona que la degradación del material “depende más del medio ambiente que del estado de estiramiento”. Por su parte, Aminian et al<sup>4</sup>., describe que la deformación y resistencia friccional incrementa debido a cambios estructurales y superficiales compensando la reducción de las fuerzas.

En cuanto a la degradación del color, de acuerdo a pruebas de absorbancia mediante espectrofotometría, al estar en contacto con fluidos biológicos y partículas de alimentos, distintos grados pH y temperaturas, el material realiza sorción acuosa, cediendo pigmentos de manera gradual, los materiales más afectados son los que poseen transparencia, pasan ligeramente de un color amarillo a verde, en cambio los módulos con pigmentos grises u opacos tienen un mejor desempeño óptico debido a la formulación cristalizada del poliuretano y no se alteran como los transparentes<sup>20</sup>. **(Figura 8).**



**Figura 8.** Deterioro dimensional, estructural y de pigmentos de los módulos elastoméricos: **(izquierda)** utilizados a lo largo de 6 semanas dentro de un modelo de laboratorio *in vitro*<sup>12</sup>; **(a)** recién colocados al inicio de un tratamiento; y, **(b)** tras 2 semanas de la colocación. Fuente Directa.

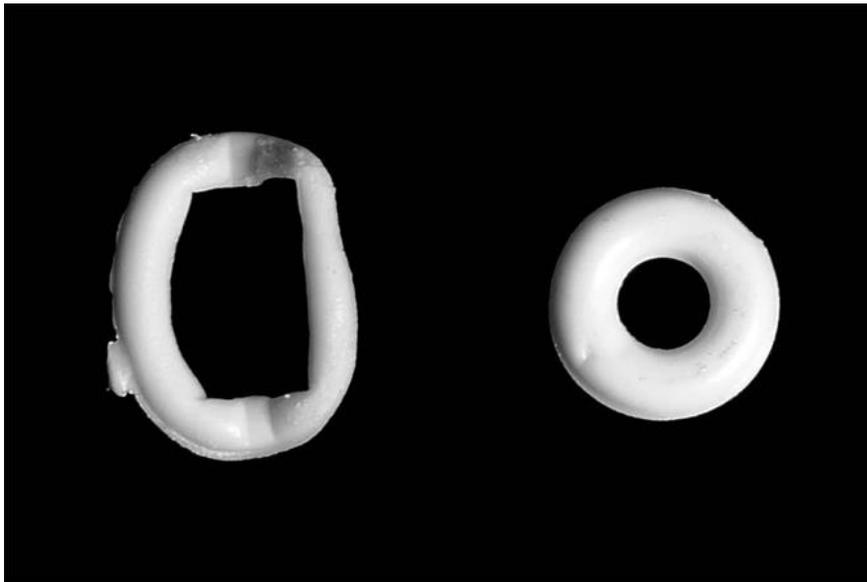
## CAPÍTULO IV. ELEMENTOS QUE DETERIORAN A LOS MÓDULOS ELASTOMÉRICOS.

Los materiales elastoméricos desde el momento en que son activados sufren una deformación elástica, sus cadenas de polímeros se despliegan y vuelven a su posición cuando se aplica una carga. No obstante, si la carga aplicada se mantiene constante, las moléculas de polímeros se deslizan unas sobre otras produciendo deformación plástica, lo que se traduce con una carga debilitada transmitida a los dientes<sup>10</sup>. Además, en el medio oral, la humedad, la saliva, así como los alimentos son absorbidos por el material provocando la ruptura de los enlaces internos, lo que reduce aún más la fuerza ideal haciendo que la efectividad de la mecánica sea menor. El grado de disminución de la carga depende de distintas causas: la eficacia del fabricante, los pigmentos agregados, el estiramiento previo antes de su uso, el pH salival la técnica de pre-esterilización, incluso las condiciones de temperatura al ser almacenado<sup>10</sup>. El objetivo de los estudios *in vitro* dentro de un laboratorio de materiales dentales es simular las condiciones naturales de la cavidad oral fuera de un organismo: temperatura, pH, carga bacteriana, humedad, fuerzas de masticación, entre otras, no obstante se trata de un medio altamente complejo y difícil de replicar. P de los estudios citados en esta investigación han sido basados en pruebas experimentales apoyadas en evidencias con métodos *in vitro*, tales como saliva artificial, pruebas de inmersión bajo distintos reactivos o distintos pH, dispositivos para pruebas mecánicas: tracción, compresión, fatiga y torsión.

### 4.1. Tiempo.

Los poliuretanos no son los materiales elásticos perfectos y la pérdida de elasticidad de los módulos elastoméricos es algo habitual, independientemente del tipo de módulo, fabricante y marca se comportan de manera parecida desde el momento de colocación hasta el día de recambio,

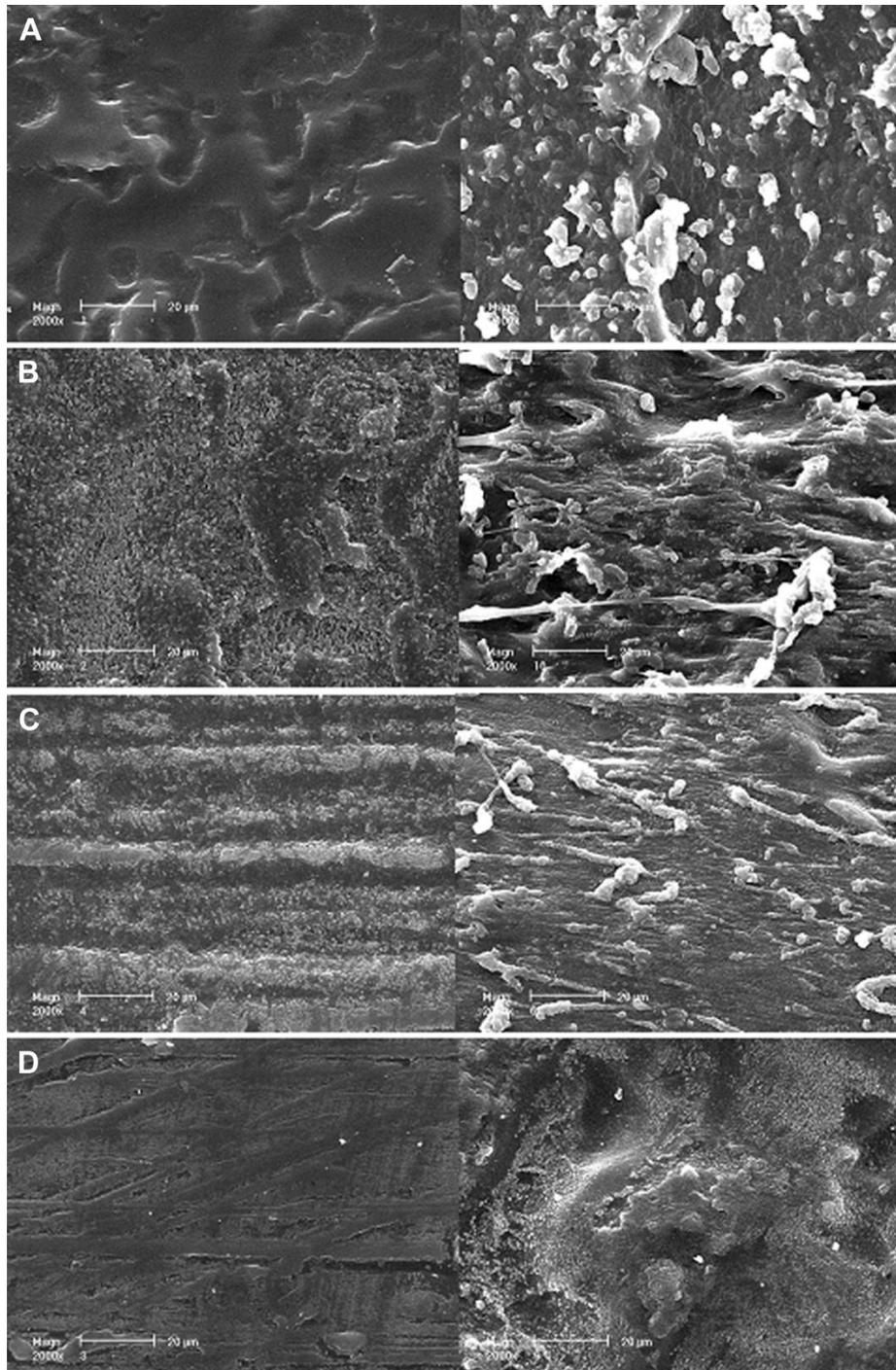
su deterioro constante ocasiona la disminución de cargas traccionales, siendo las primeras 24 horas el tiempo en el cuál sufren un mayor porcentaje de pérdida de cargas traccionales, en especial durante la primer hora de uso<sup>4,10,12-19</sup>, posteriormente la pérdida de cargas se estabiliza pero continúa decreciendo y transcurridas 9 horas se presenta otro momento crítico de disminución de cargas que caen hasta el 75%<sup>9</sup>.



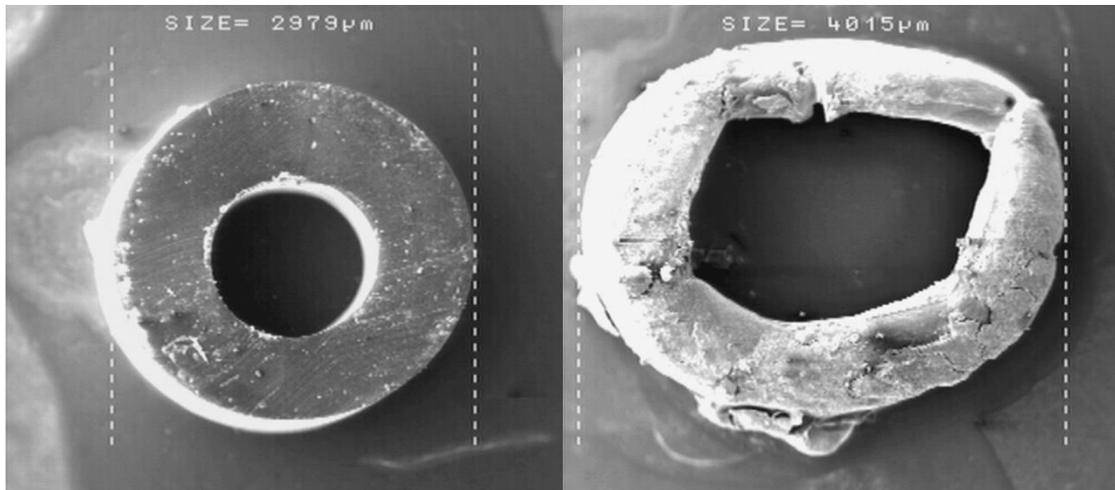
**Figura 9.** Comparación de la deformación plástica de un módulo elastomérico Super Slick® tras prueba *in vitro* de fricción durante seis semanas con uno nuevo<sup>5</sup>.

## 4.2. Solubilidad.

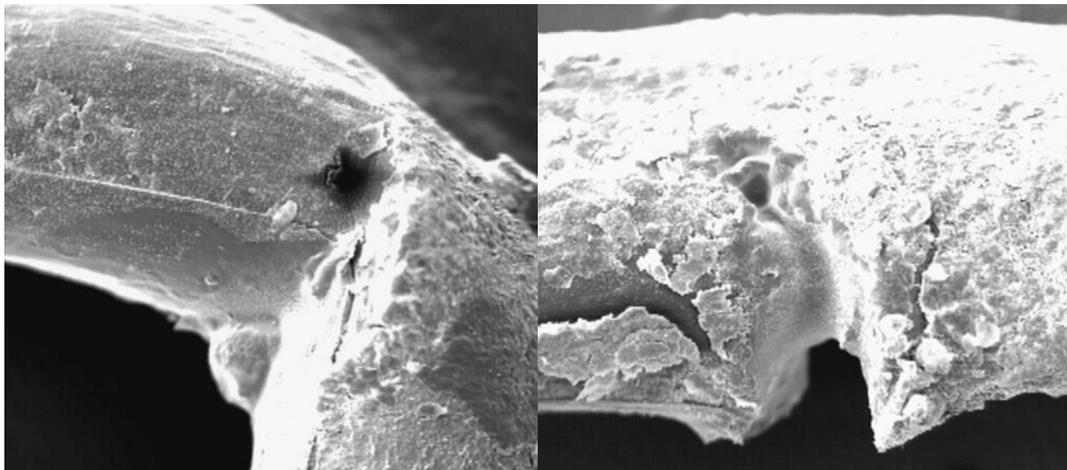
Los materiales elastoméricos sufren un deterioro importante por algunos alimentos sobre todo los que tienen pigmentos provocando microporosidades y rugosidades en la superficie del material<sup>21</sup>. Estos productos se asocian al deterioro por pigmentación de la interacción que generan los anillos aromáticos y los compuestos fenólicos con los átomos polares de los elastómeros, que con el tiempo causan decoloración, microporosidad y rugosidad de las cadenas de poliuretano. Según algunos reportes basados en pruebas de inmersión y espectrofotometría en distintas marcas de elastómeros<sup>16</sup>, el café es uno de los productos que más afectan a los poliuretanos en comparación con otras bebidas como el té negro, vino rojo y refrescos de cola, éstos tres últimos sorprendentemente no los afectan significativamente<sup>21</sup>. En cuanto a la calidad de las marcas comerciales, existen diferencias notables: las marcas GAC® y TP Orthodontics® tienen un mejor desempeño pues sufren menor decoloración, mientras que la marca Morelli® es la más afectada (**Figura 10**), sin embargo, éstos últimos son menos afectados por el vino rojo, caso contrario de la marca TP Orthodontics®.



**Figura 10.** Micrografías electrónicas de barrido de módulos elastoméricos transparentes de ortodoncia de distintas marcas: (a) Morelli®, (b) TP Orthodontics®, (c) GAC® y (d) RMO®; Antes (izquierda) y después (derecha) de las sesiones de inmersión en café. Magnificación original, x2000<sup>16</sup>.



**Figura 11.** Micrografías electrónicas de barrido de módulos elastoméricos: **(izquierda)** color gris, no usado de tipo poliuretano; **(derecha)** transparentes con latex, tras cuatro semanas de uso en cavidad bucal. Ambas en magnificación original  $\times 20^7$ .



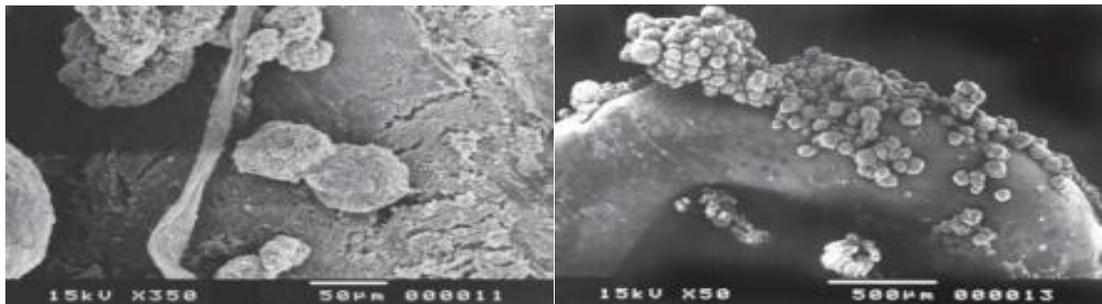
**Figura 12.** Micrografías electrónicas de barrido de módulos elastoméricos elaborados con látex después de permanecer cuatro semanas en cavidad bucal. Magnificación original  $\times 20^7$ .

### **4.3. pH en el medio bucal.**

La cavidad bucal es un medio donde ocurren cambios de pH constantemente. La alimentación, naturalmente causa caídas de pH, y los restos de alimentos incrementan la cantidad de microorganismos en saliva generando mayor placa dentobacteriana. Hablando de los módulos elastoméricos, de acuerdo a estudios *in vitro* hechos en temperatura controlada y saliva artificial, el pH básico de 7.95<sup>10</sup> los afecta de manera considerable, por otro lado, la acidez de la saliva bucal provoca microrupturas que dan lugar a la percolación de líquidos arrastrando gran cantidad de compuestos propios del material, es decir, ocurre la separación de los compuestos sólidos por un medio líquido, fenómeno conocido como lixiviación, donde los pigmentos son los primeros compuestos en degradarse, es posible notarlo a simple vista<sup>21</sup>.

#### 4.4. Colonización bacteriana.

Los materiales usados en los tratamientos de ortodoncia propician mayor retención y acumulación de restos alimenticios desde el primer día de la colocación, ésto se debe a la forma de los brackets y sobre todo al arco o alambre metálico, que como está sujeto a cada bracket se dificulta la higiene de la zona interdental, en consecuencia puede generar la desmineralización de la superficie del esmalte o inflamación gingival. El comienzo de una lesión del esmalte se observa como una mancha o halo blanco justo en la zona que rodea al bracket o banda ortodóncica y puede desarrollarse desde el primer mes de la colocación. Incluso esta lesión es tan común que el 50% de los pacientes la presentan en al menos un OD<sup>22</sup>.



**Figura 13.** Colonias de bacterias de módulos elastoméricos tras ser recolectados desde la cavidad bucal de un grupo de pacientes: Super Slick®

#### 4.5. Humedad.

Los materiales elastoméricos sufren un proceso de hidrólisis en medios acuosos, ocurre una reacción química entre las moléculas de agua y las cadenas de polímeros en la cual la molécula de agua se divide rompiendo uno o más enlaces<sup>6</sup>.

Algunas investigaciones *in vitro* e *in vivo*<sup>3-6,13,16,19-23.</sup>, evalúan en distintos medios, como la saliva artificial y en lapsos de tiempo diferentes, las propiedades mecánicas, observando las disparidades entre marcas de módulos elastoméricos.

Edwards IR et al<sup>5</sup>., identificó que las “propiedades mecánicas se vuelven inestables en un entorno oral simulado que en cavidad oral”, produciendo fuerzas de fricción que están más vinculadas con la pérdida cargas traccionales que con las características superficiales de las ligaduras obteniendo así datos de un mejor desempeño en pruebas *in vivo* que en pruebas simuladas.

El patrón de deterioro de las cargas es similar en todas las pruebas de humedad tanto de módulos como de cadenas elastoméricas<sup>4</sup>, al ser usados mediante estiramiento la deformación elástica es constante provocando la disminución de las cargas máximas del poliuretano, la degradación comienza desde la estructura química siguiendo una secuencia particular: grupos éter, grupos éster y urea<sup>15</sup>., así que las porciones de elastómero no estirado son ricos en éter, mientras que los extractos de módulos estirados muestran un desdoblamiento del grupo éster<sup>15</sup>. El deterioro aumenta lentamente afectando las cargas de fricción durante la mecánica del deslizamiento. Según Aminian et al<sup>4</sup>., la disminución de cargas del 68.1% tras la semana 4 y la disminución del 75.7% al final de la semana 8, los módulos elastoméricos no son buenos para permanecer en la cavidad bucal más de 4 semanas en la etapa final de un tratamiento de ortodoncia fija.

## CAPÍTULO V. MEJORAS A LOS MÓDULOS ELASTOMÉRICOS

### 5.1. Sustancia Lubrificante.

Existen en el mercado módulos elastoméricos mejorados con una sustancia lubricante a base de silicona, ayudando a disminuir la fuerza friccional estática, en comparación con los módulos no lubricados. Según Solís et al<sup>6</sup>, “Un menor grosor de las ligaduras lubricadas con respecto a las no lubricadas, podría contribuir a disminuir la resistencia friccional estática”, esto indica, que los módulos elastoméricos con lubricación de silicona pueden disminuir cargas hasta un 23 a 24% comparados con los módulos pequeños y medianos no lubricados, y de 36 a 43% con los módulos grandes no lubricados.



**Figura 14.** Módulos elastoméricos Super Slick® de la marca TP Orthodontics®<sup>24</sup>.

## 5.2. Tecnología Metafasix.

Fue desarrollada inicialmente por la industria biomédica y posteriormente se adaptó a la ortodoncia y ortopedia maxilar, con el fin de mejorar la calidad de los productos elásticos sin alterar las propiedades mecánicas. Se trata de un recubrimiento con un polímero de hidrogel insoluble, aplicado en la superficie del poliuretano, esto disminuye la fricción del material provocando que cuando se humedece se vuelve más liso y pulido<sup>22</sup>, esto conlleva a que tenga menores áreas de retención, las cuales solo serían visibles con un microscopio, haciendo que el material se vuelva menos susceptible a la percolación, colonizaciones bacterianas, promoción de la desmineralización del esmalte y menor riesgo a iatrogenias a lo largo de los tratamientos. Un dato único de los módulos Super Slick® es que al probarlos directamente del paquete y sin usar, son los que sufren una mayor deformación elástica con un diámetro externo hasta 6% a 7% mayor que Morelli® y Ormco®, y de 2% a 4% mayor en el caso del diámetro interno, sin embargo al entrar en contacto con la humedad del entorno el lubricante Metafasix dicha deformación se reduce tal y como lo menciona el fabricante debido a que la saliva actúa como si fuera un adhesivo<sup>5</sup>. Estos datos coinciden con los resultados de Edwards et al<sup>5</sup>., y con Griffith et al<sup>13</sup>., quienes informan que los módulos de la línea Super Slick® son los módulos con las cargas más altas sobre todo si son usados con arcos de calibres 0.019 X 0.025 porque una vez colocados en cavidad bucal son más resistentes al estiramiento a diferencia del resto de las marcas.

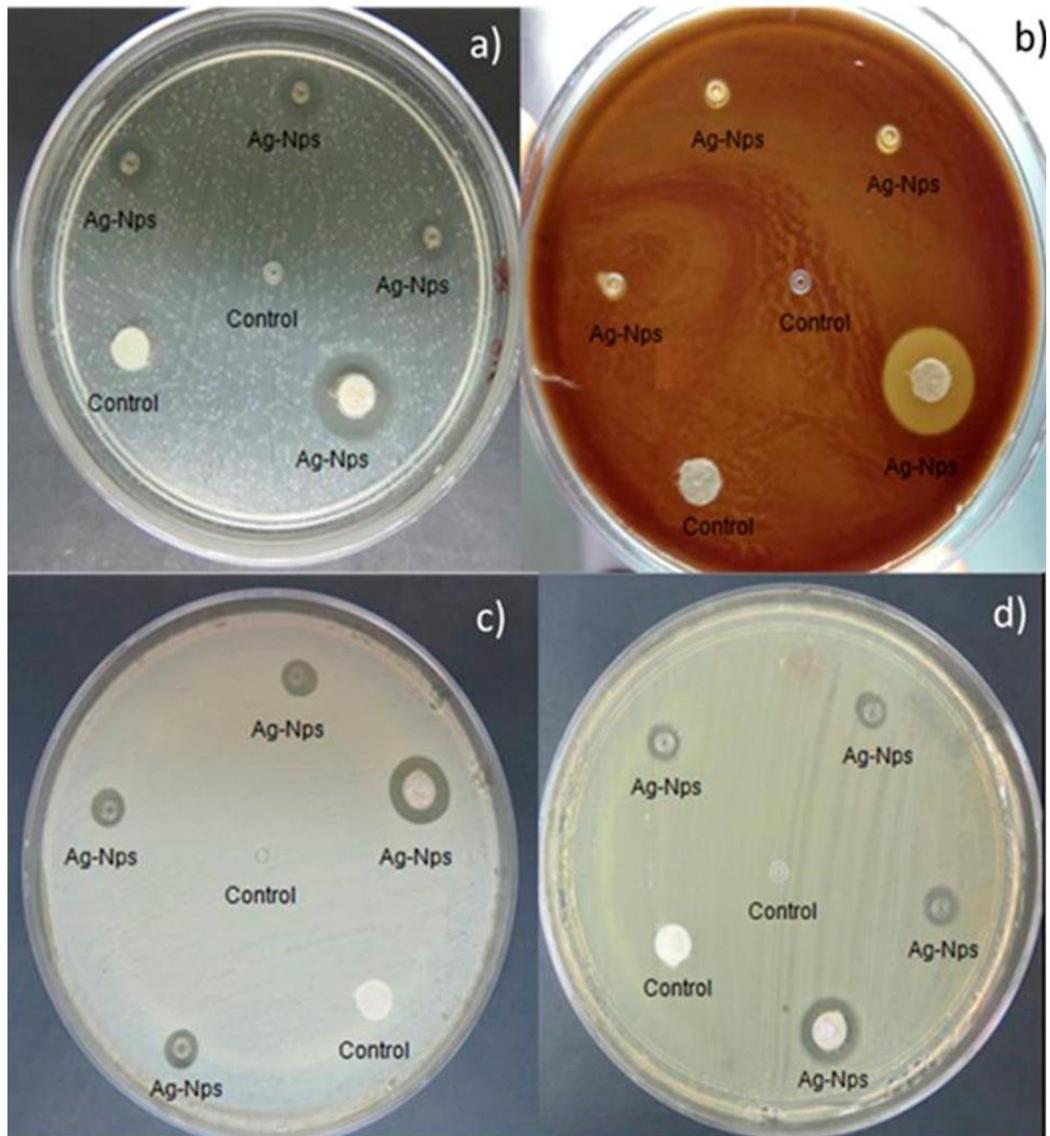
Otra marca con desempeño similar es Ormco®, pues también se comporta con alta durabilidad y baja deformación plástica, estas propiedades pueden ser atribuidas al recubrimiento polimérico Metafasix, al igual que los módulos ®Super Slick.

La nueva generación de tecnología Metafasix, ha sido introducida lentamente al mercado mediante algunas líneas de productos por marcas como TP Orthodontics® (dentro de la línea Super Slick®) reduciendo hasta el 60% de fricción más que módulos convencionales<sup>5</sup>.

### 5.3. Nanopartículas De Plata.

Con el reciente auge de la nanotecnología se está logrando añadir propiedades complementarias en los materiales dentales de mayor exposición al medio de la cavidad oral, las adiciones que ofrecen son de bastante provecho para nuestro campo de trabajo. Uno de los nanomateriales de mayor exposición comercial son las nanopartículas de plata (**AgNPs**), al ser mezclados con la estructura de los poliuretanos, actúan como agentes antimicrobianos sobre la biopelícula de colonizadores orales, tanto gram negativos como gram positivos, tales como *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Lactobacillus casei*, además de hongos, protozoarios y gran parte de virus.

Al tratarse de partículas con un diámetro aproximado de 1 a 100 nanómetros<sup>25</sup> atraviesan las membranas fosfolípida de las especies colonizadoras, alteran su intercambio iónico enzimático e intervienen en la síntesis de DNA, por consecuencia dificultan la respiración celular. En cuanto a propiedades mecánicas, los módulos elastoméricos mezclados con nanopartículas muestran propiedades mecánicas ligeramente más altas, según los registros de Gómora et al<sup>25</sup>., aumentan hasta un 10% en cargas traccionales y resistencia a la deformación plástica. Aunque al momento no existen en el mercado módulos elastoméricos con nanopartículas de plata incorporadas su estructura, es una propuesta prometedora a mediano plazo para incrementar las cargas traccionales, estiramiento y al mismo tiempo agregar un agente antimicrobiano.



**Figura 15.** Actividad antibacteriana de muestras de difusión de agar. Las nanopartículas de plata muestran halos de inhibición bacteriana: **(a)** *Streptococcus mutans*; **(b)** *Lactobacillus casei*; **(c)** *Staphylococcus aureus*; **(d)** *Escherichia coli*<sup>25</sup>.

#### **5.4. Elastómeros Liberadores de Fluoruro.**

Al igual que en otros materiales dentales, se adicionan partículas de fluoruro a la estructura de los módulos elastoméricos, no obstante autores como Magno et al<sup>22</sup>., demostraron que los módulos sin fluoruro comparados con los que tienen fluoruro, en realidad no marcan gran diferencia en los estudios *in vivo*.<sup>22</sup> Ésta situación se debe en gran parte por la degradación simultanea que sufre el elastómero por sí solo, la mitad de la cantidad de fluoruro añadido se pierde en las primeras 24 horas y el 90% en tan solo 1 semana, después de todo, la liberación de fluoruro sucede en tan poco tiempo que no alcanza a cumplir la remineralización necesaria en la superficie del esmalte<sup>25</sup>.

## VI. Conclusiones

1. En el medio bucal los módulos elastoméricos y cualquier biomaterial dental, tiene cierto tiempo de vida útil porque está expuesto a numerosos factores que modifican sus propiedades finales.
2. La calidad de los módulos elastoméricos depende del material con el que están hechos, así como de la fuerza aplicada por el operador, esta calidad es demostrada por su desempeño ante cargas traccionales.
3. Hay que considerar que el uso de materiales sin látex, puede disminuir hasta 13.8% de la resistencia del módulo elastomérico para realizar el movimiento necesario en el tratamiento ortodóntico.
4. En el caso de tratar ortodónticamente a pacientes con alto riesgo de lesiones al esmalte o caries, tenemos la opción de elegir módulos elastoméricos con aditivos y lubricantes de tecnología Metafasix con la intención de disminuir la carga bacteriana.
5. Las condiciones *in vitro* no logran simular por completo al entorno oral, se basan en muestras estáticas, lo más conveniente será evaluar en métodos *in vivo* que estén más apegados al resultado clínico en las diferentes etapas del tratamiento.
6. Este trabajo puede ayudar a futuras investigaciones de laboratorio y de ensayos clínicos.

## VI. Referencias Bibliográficas.

1. Huan TD, Ramprasad R. Polymer Structure Prediction from First Principles. *J Phys Chem Lett.* 2020;11(15):5823–9.
2. Macchi R. Propiedades de los materiales. *Materiales Dentales.* 4a ed. Argentina: Panamericana; 2007. p. 19–30.
3. Lawal OA, Temisanren OT, Adeyemi AT. In vivo and in vitro evaluation of the mechanical properties of orthodontic elastomeric ligatures. *J World Fed Orthod.* 2019;8(2):68–72.
4. Aminian A, Nakhaei S, Agahi RH, Rezaeizade M, Aliabadi HM, Heidarpour M. Evaluation of the effect of different stretching patterns on force decay and tensile properties of elastomeric ligatures. *Dent Res J (Isfahan).* 2015;12(6):589–95.
5. Edwards IR, Spary DJ, Rock WP. The effect upon friction of the degradation of orthodontic elastomeric modules. *Eur J Orthod.* 2012;34(5):618–24.
6. Andrade Solis MD, Cedillo Chica FP, Bravo Calderón ME. Estudio in vitro de la durabilidad , deformación elástica y plástica de tres tipos de Módulos Elastoméricos. *Rev Latinoam Ortod y Odontopediatría.* 2010;1–14.
7. Condo R, Casaglia A, Armellin E, Condo SG, Cerroni L. Traditional elastic ligatures versus slide ligation system. A morphological evaluation. *ORAL Implantol.* 2013;6(1):15–24.
8. Rogers AP. Orthodontic Profiles. *Am J Orthod.* 1858;44(12):940–2.
9. Weissheimer A, Locks A, Menezes LM de, Borgatto AF, Derech CDA. In vitro evaluation of force degradation of elastomeric chains used in Orthodontics. *Dental Press J Orthod.* 2013;18(1):55–62.
10. Josell SD, Leiss JB, Rekow ED. Force degradation in elastomeric chains. *Semin Orthod.* 1997;3(3):189–97.
11. Farfán Rodríguez ML, Mattos Vela MA, Soldevilla Galarza LC. Degradación de la Fuerza de los Elásticos Intermaxilares de Látex y no

- Látex. *Int J Odontostomat.* 2017;11(3):363–8.
12. Nakhaei S, Agahi RH, Aminian A, Rezaeizadeh M. Discoloration and force degradation of orthodontic elastomeric ligatures. *Dental Press J Orthod.* 2017;22(2):45–54.
  13. Griffiths HS, Sherriff M, Ireland AJ. Resistance to sliding with 3 types of elastomeric modules. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2005;127(6):670–5.
  14. Young J, Sandrik JL. The Influence of Preloading on Stress Relaxation of Orthodontic Elastic Polymers. *Angle Orthod.* 1979;9(2):104–9.
  15. Eliades T, Eliades G, Silikas N, Watts DC. In vitro degradation of polyurethane orthodontic elastomeric modules. *J Oral Rehabil.* 2005;32(1):72–7.
  16. Paczko S, Zardo P, Ojeda T, Dias C. In vitro assessment of color changes of clear orthodontic elastomeric module materials after exposure to high-pigment beverages. *J World Fed Orthod.* 2014;3(4):174–9.
  17. Kean T, McNaiiy M. Latex hypersensitivity: A closer look at considerations for dentistry. *J Can Dent Assoc (Tor).* 2009;75(4):279–82.
  18. Mirhashemi A, Saffarshahroudi A, Sodagar A, Atai M. Force-degradation pattern of six different orthodontic elastomeric chains. *J Dent.* 2012;9(4):204–15.
  19. Patel A, Thomas B. In vivo evaluation of the force degradation characteristics of four contemporarily used elastomeric chains over a period of 6 weeks. *J World Fed Orthod.* 2018;7(4):141–5.
  20. Oliveira AS, Kaizer MR, Salgado VE, Soldati DC, Silva RC, Moraes RR. Influence of whitening and regular dentifrices on orthodontic clear ligature color stability. *J Esthet Restor Dent.* 2015;27:S58–64.
  21. Ardesbna AP, Vaidyanathan TK. Colour changes of orthodontic elastomeric module materials exposed to in vitro dietary media. *J Orthod.* 2009;36(3):177–85.
  22. Magno AFF, Enoki C, Ito IY, Matsumoto MAN, Faria G, Nelson-Filho P.

- In-vivo evaluation of the contamination of Super Slick elastomeric rings by *Streptococcus mutans* in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2008;133:104–9.
23. Cavalcanti LB, Campos JCR, Vaz MAP, Pinto VC, Ponces MJ. # 2. Estudio comparativo do comportamento biomecânico de módulos de força extraoral. *Rev Port Estomatol Med Dentária e Cir Maxilofac.* 2014;55(1):e49–50.
  24. Leander D, Kumar J. Comparative evaluation of frictional characteristics of coated low friction ligatures - Super Slick Ties with conventional uncoated ligatures. *Indian J Dent Res.* 2011;22(1):90–4.
  25. Hernández Gómora AE, Lara Carrillo E, Robles Navarro JB, Scougall Vilchis RJ, Hernández López S, Medina Solís CE, et al. Biosynthesis of silver nanoparticles on orthodontic elastomeric modules: Evaluation of mechanical and antibacterial properties. *Molecules.* 2017;22(9):1–14.
  26. Kroczek C, Kula K, Stewart K, Baldwin J, Fu T, Chen J. Comparison of the orthodontic load systems created with elastomeric power chain to close extraction spaces on different rectangular archwires. *Am J Orthod Dentofac Orthop.* 2012;141(3):262–8.
  27. Elastomerics [Internet]. Americanortho.com. 2019 [citado el 24 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://www.americanortho.com/products/elastomerics/>
  28. Tportho.com. [Citado el 24 de noviembre de 2021]. Disponible en: [https://www.tportho.com/wp-content/uploads/2018/03/POD\\_TPOC\\_07\\_Elastics\\_Elastomers\\_2017\\_1S.pdf](https://www.tportho.com/wp-content/uploads/2018/03/POD_TPOC_07_Elastics_Elastomers_2017_1S.pdf)
  29. Ormco.com. [Citado el 24 de noviembre de 2021]. Disponible en: <https://ormco.com/download/Quicklink-CR-07>

## VIII. Anexos

 Todas las ligaduras y cadenas de American Orthodontics son Libres de Latex	Ligaduras Elásticas	Cadenas Plásticas - 15' (4.60 m)		
	 Unisticks	 Cerrado	 Corto	 Largo
 Transparente	854-279	854-235	854-213	854-212
 Blanco	854-276	854-304	854-305	854-306
 Perla	854-374	854-349	854-350	854-351
 Color Diente	854-277	854-232	854-233	854-234
 Dorado	854-375	854-352	854-353	854-354
 Bronce	854-361	854-311	854-312	854-313
 Plateado	854-262	854-298	854-299	854-399
 Gris	854-278	854-231	854-211	854-210
 Negro	854-273	854-288	854-289	854-390
 Lima	854-267	854-290	854-291	854-392
 Shamrock	854-372	854-406	854-407	854-408
 Verde	854-274	854-286	854-287	854-388
 Aqua	854-363	854-330	854-331	854-332
 Turqueza	854-264	854-296	854-297	854-398
 Celeste	854-365	854-336	854-337	854-338
 Azulino	854-270	854-308	854-309	854-310
 Azul Marino	854-360	854-282	854-283	854-384
 Morado	854-268	854-292	854-293	854-394
 Lila	854-364	854-333	854-334	854-335
 Burgundy	854-263	854-301	854-302	854-303
 Rojo	854-272	854-280	854-281	854-382
 Rojo Fuego	854-370	854-400	854-401	854-402
 Rosa	854-362	854-294	854-295	854-396
 Rosado	854-269	854-346	854-347	854-348
 Chicle	854-371	854-403	854-404	854-405
 Coral	854-367	854-343	854-344	854-345
 Naranja Oscuro	854-373	854-409	854-410	854-411
 Naranja	854-271	854-284	854-285	854-386
 Amarillo	854-275	854-340	854-341	854-342

### Cadenas Plásticas

Disponibles en tres diferentes tramos:



Cerrado D.I. 1.219mm



Intermedio D.I. 1.219mm



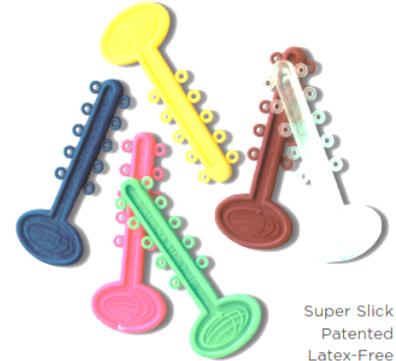
Largo 1.219mm

**Anexo 1.** Abanico de colores, códigos de serie de los módulos “Unisticks” y tipos cadenas elastoméricas de la marca American Orthodontics® (WI, USA) <sup>27</sup>.

# Mini Stix Ligature Ties

Ten elastomeric ligatures on a central stick with a 3.0mm (.120") outer diameter. Made from highly resilient, colorfast and stain-resistant material. Virtually frictionless due to Metafasix<sup>®</sup> technology that provides a slippery surface when moistened.

Color	Standard Mini Stix	Super Slick Mini Stix	Color	Standard Mini Stix	Super Slick Mini Stix
Pale Pink	383-916	382-916	Red	383-928	382-928
Lavender	383-917	382-917	Yellow	383-929	382-929
Mint	383-918	382-918	Orange	383-930	382-930
Tooth-Colored	383-919	382-919	Light Blue	383-931	382-931
Clear	383-921	382-921	White	383-932	382-932
Pink	383-922	382-922	Silver-Grey	383-934	382-934
Purple	383-923	382-923	Evergreen	383-937	382-937
Green	383-924	382-924	Navy Blue	383-938	382-938
Blue	383-925	382-925	Burgundy	383-939	382-939
Black	383-927	382-927	Teal	383-940	382-940



Super Slick  
Patented  
Latex-Free

Package of 40 Stix

## 383-941 Standard Mini Stix Assorted Colors Package

Package of 100 Stix (5 of each color)

**Anexo 2.** Dimensiones y códigos de "Mini Stix Ligature Ties" de la línea de productos Super Slick<sup>®</sup> de la marca TP Orthodontics (IN, USA)<sup>28</sup>.

### E-Links<sup>®</sup> Modules

For rotating individual teeth or closing intra-arch space. Stamped from highly resilient clear or grey material. Larger sizes (E5 through E10) have unique tab for ease of engagement on posterior hooks and to facilitate locking around the archwire.

Actual Size	Clear	Grey
E1	389-001	384-001
E2	389-002	384-002
E3	389-003	384-003
E4	389-004	384-004
E5	389-005	384-005
E6	389-006	384-006
E7	389-007	384-007
E8	389-008	384-008
E9	389-009	384-009
E10	389-010	384-010

Package of 10  
Add C after the part number to order packages of 100.



Latex-Free



### E-Kit

Contains 10 sizes of E-Links, 50 pieces of each size, and three sizes of E-Chain (small, medium, mini) in 1.5 m (5 ft.) spools. Provides an excellent variety of the most frequently used elastomers for rotating teeth, closing interarch spaces or affecting individual tooth movement. Available with grey or clear elastomers. Opaque lid protects against light damage.

384-000 E-Kit with Grey Elastomers  
389-000 E-Kit with Clear Elastomers



Latex-Free

### Super Slick<sup>®</sup> Chain (SSc)

	Small	Mini	Medium	Large
Grey	389-249	390-273	389-249	390-249
Clear	389-250	390-272	389-250	390-250

1.5 m (5 ft.) spool



Latex-Free

### E-Chain

Color E-Chain is stamped from bright, resilient thermoplastic material. Grey and clear are made from highly resilient thermoset material.

	Small	Mini	Medium	Large
Grey	389-050	390-150	384-050	389-050
Clear	389-050	390-152	389-050	390-050
Blue	389-051	390-151	389-051	390-051
Red	389-052	390-152	389-052	390-052
Black	389-053	390-153	389-053	390-053
Aqua (Teal)	389-054	390-154	389-054	390-054
Purple	389-055	390-155	389-055	390-055
Tooth-Colored	389-056	390-156	389-056	390-056
Magenta	389-057	390-157	389-057	390-057
Pink	389-058	390-158	389-058	390-058
Orange	389-059	390-159	389-059	390-059
Green	389-060	390-160	389-060	390-060
Silver	389-061	390-161	389-061	390-061
Yellow	389-062	390-162	389-062	390-062
White	389-063	390-163	389-063	390-063
ECU	389-064	390-164	389-064	390-064
Evergreen	389-065	390-165	389-065	390-065
Navy Blue	389-066	390-166	389-066	390-066
Gold	389-067	390-167	389-067	390-067
Light Blue	389-068	390-168	389-068	390-068
Pale Pink	389-069	390-169	389-069	390-069
Lavender	389-070	390-170	389-070	390-070
Hot Green	389-071	390-171	389-071	390-071

1.5 m (5 ft.) spool



Latex-Free

### Elast-O Chain

Provides light, continuous traction force. Stamped from translucent resilient elastomeric material. Available in 0.74mm (.029") thickness.

386-050 1.5 m (5 ft.) spool



Latex-Free

### Slip Free Zing String<sup>®</sup> Elastomeric Thread

- Aesthetic, clear material
- Resists attack by mouth fluids – remains active for months
- Special cohesive surface helps keep knots tied

Solid core Zing String can be used to close spaces where it is impossible or impractical for the patient to place regular elastics. Sometimes used in place of intramaxillary elastics on uncooperative patients. Excellent for rotating teeth.

100-247 Light, 0.46mm (.018") diameter  
100-248 Light, 0.51mm (.020") diameter  
100-246 Heavy, 0.64mm (.025") diameter

Spool of 7.5 m (25 ft.)



Latex-Free

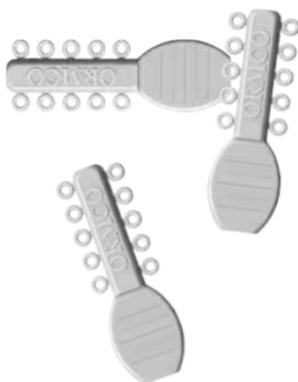
**Anexo 3.** Grupo de productos elastoméricos de la línea de productos Super Slick<sup>®</sup> de TP Orthodontics<sup>®</sup> (IN, USA)<sup>28</sup>.

## Barras Cortas de “O”s

Las Barras Cortas son para uso individual, evitando la contaminación cruzada.

- Disponibles en 24 colores vibrantes; tamaño .120”
- Coordinan con las Cadenas “Power” de Colores
- Corte seccional plano para mejor ajuste a las aletas
- Paquete de 1,000 (100 barras/10 por barra)

Morado	640-1240
Naranja	640-1241
Azul	640-1242
Rosado	640-1243
Negro	640-1244
Rojo	640-1245
Verde Neón	640-1246
Amarillo	640-1247
Blanco	640-1248
Diente	640-1249
Aguamarina	640-1250
Rosa	640-1251
Violeta	640-1252
Verde Esmeralda	640-1255
Marrón	640-1256
Oro	640-1257
Plata	640-1258
Verde Jade	640-1259
Rojo Rubí	640-1260
Azul Cobalto	640-1261
Azul Marino	640-1262
Humo	640-1263
Transparente	640-1264
Gris	640-1265
Paquete Surtido	640-1270
Paquete Surtido Metálico	640-1271



Los elastómeros de Ormco, libres de látex, han sido considerados por mucho tiempo un estándar dentro de la industria de la ortodoncia. Ahora presentan mayor tiempo de vida útil, brindando mayor confiabilidad. El fabricar nuestros propios productos elastoméricos nos permite realizar un mayor control de calidad, alargar la vida de almacenamiento y mejorar los resultados clínicos de los mismos.

**Anexo 2.** Módulos elastoméricos, códigos de productos y leyenda publicitaria de la marca Ormco® (CA, USA) <sup>29</sup>.