

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE ODONTOLOGIA

E.A.P. DE ODONTOLOGIA

**“DEGRADACIÓN DE LA MAGNITUD DE LA FUERZA
DE LOS ELÁSTICOS DE LÁTEX SEGÚN EL TIEMPO
DE USO EMPLEADO EN ORTODONCIA. ESTUDIO IN
VITRO”**

TESIS

**Para optar el Título Profesional de
Cirujano Dentista**

AUTOR

María Teresa Fernández Palomino

Lima – Perú

2014

TÍTULO DE LA TESIS

“DEGRADACIÓN DE LA MAGNITUD DE LA FUERZA DE LOS
ELÁSTICOS DE LÁTEX SEGÚN EL TIEMPO DE USO EMPLEADO EN
ORTODONCIA. ESTUDIO IN VITRO”

MIEMBROS DEL JURADO

Presidente: Mg. C.D. Ana María Díaz Soriano

Miembro: C.D. Janet Blasa Mendoza Zapata

Miembro (Asesor): C.D. Esp. Luciano Carlos Soldevilla Galarza

A Dios, que está conmigo en cada paso que
doy, dándome fortaleza para continuar.

A mis padres, Yolanda y Reyner,
quienes son mi apoyo en todo momento.

A mi hermana, por su ejemplo de
perseverancia y dedicación.

AGRADECIMIENTOS

1. Al C.D. Esp. Luciano C. Soldevilla Galarza, por su asesoría, permanente disposición y valiosos consejos, que estuvieron siempre presentes en cada etapa del trabajo de investigación.
2. Al Mg. C.D. Manuel Mattos Vela por sus importantes sugerencias, ayuda y apoyo en la elaboración del presente trabajo de investigación.
3. A la Mg. C.D. Ana María Díaz, por su guía académica durante el proceso de realización del presente trabajo de investigación.
4. Al Blgo. Pedro Castellanos, docente encargado del Laboratorio de Micología de la UNMSM, por supervisar los ensayos realizados en dicha institución.
5. A mis amigos Handy y Mary, por brindarme su apoyo constante en todo el trascurso de mi carrera.

RESUMEN

DEGRADACIÓN DE LA MAGNITUD DE LA FUERZA DE LOS ELÁSTICOS DE LÁTEX SEGÚN EL TIEMPO DE USO EMPLEADO EN ORTODONCIA. ESTUDIO IN VITRO

Objetivo: Determinar diferencias entre la degradación de la magnitud de las fuerzas de los elásticos de látex de ortodoncia y el tiempo de uso empleado.

Materiales y métodos: En el estudio in vitro se evaluaron 60 elásticos de látex de tres tipos (1/4 4oz, 4/16 6oz y 1/6 4oz) de la marca GAC; fueron estirados tres veces en su diámetro interno y sumergidos en un medio húmedo a 37°C. Las magnitudes de la fuerzas fueron evaluados en intervalos de 5, 11 y 23 horas haciendo uso de un dinamómetro (Gauge Correx®, 250g, Suiza). Mediante la prueba de ANOVA se determinó la significancia estadística.

Resultados: Existe diferencias estadísticamente significativa ($p < 0.001$) en los tres tipos de elásticos. La degradación de la magnitud de la fuerza después de 5 horas fue de 20%, 17% y 15,6%; y de 23,4%, 20,7% y 21,7% después de 24 horas (1/8 4oz, 3/16 6oz y 1/4 4oz, respectivamente).

Conclusión: Existe diferencias entre la degradación de la magnitud de las fuerzas de los elásticos y el tiempo de uso empleado en los diferentes tipo de elásticos.

Palabras clave: Ortodoncia, elásticos de látex, magnitud de la fuerza, degradación.

ABSTRAC

DEGRADATION OF THE MAGNITUDE OF THE FORCE OF LATEX ELASTIC BY TIME USE IN ORTHODONTICS. STUDY IN VITRO

Objective: To determine differences between the degradation of the magnitude of the forces of Orthodontic latex elastics and the time used.

Materials and methods: In the in vitro study 60 latex elastics of three types (1/4 4oz, 4/16 6oz y 1/6 4oz) of the GAC brand were used, which were stretched three times its internal diameter and immersed in a moist environment at 37 ° C. The magnitudes of the forces were read after 5, 11 and 23 hours using a dynamometer (Gauge Correx®, 250g, Switzerland). ANOVA test as used to identify statistical significant.

Results: There was a statistically significant difference ($p < 0.001$) in the three types of elastic. The degradation of the magnitude of force after 5 hours was 20%, 17% and 15.6%; and 23.4%, 20.7% and 21.7% after 24 hours (1/4 4oz, 6oz 4/16 4oz and sixth, respectively).

Conclusion: There are differences between the degradation of the magnitude of the forces of the latex elastics and time of use in the different types of elastics.

Keywords: Orthodontics, latex elastic, magnitude of the force degradation.

ÍNDICE

PORTADA	i
TÍTULO	ii
MIEMBROS DEL JURADO	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
ABSTRACT	vii
ÍNDICE	viii
INTRODUCCIÓN	xvi

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1 Área Problema	1
1.2 Delimitación	3
1.3 Formulación	4
1.4 Objetivos	
1.4.1 Objetivo general	4
1.4.2 Objetivos específicos	4
1.5 Justificación	5
1.6 Limitaciones	6

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes	7
2.2 Bases teóricas	13
2.2.1 Materiales dentales de ortodoncia	13
2.2.1.1 Elastómeros	14
2.2.1.2 Tipos	14
2.2.1.3 Elásticos de látex	14
2.2.1.4 Historia	15
2.2.1.5 Composición	17
2.2.1.6 Propiedades	18
2.2.1.7 Elásticos intermaxilares	19
2.2.1.7.1 Usos	19
2.2.1.7.2 Indicaciones al paciente	19
2.2.1.7.3 Presentaciones	20
2.2.1.7.4 Degradación de la magnitud de la fuerza	23
2.2.1.7.5 Deformación de los elásticos	24
2.2.1.7.6 Influencia del medio	24
2.2.1.7.7 Clasificación	25
2.2.1.7.7.1 Elásticos intermaxilares Clase I	25
2.2.1.7.7.2 Elásticos intermaxilares Clase II	27
2.2.1.7.7.3 Elásticos intermaxilares Clase III	33
2.2.1.7.7.4 Elásticos intermaxilares específicos	37

2.2.1.8 Ventajas	42
2.2.1.9 Desventajas	42
2.2.1.10 Marcas comerciales	43
2.3 Definición de términos	44
2.4 Hipótesis	
2.4.1 Hipótesis general	45
2.4.2 Hipótesis específicas	45
2.5 Operacionalización de variables	46
III. METODOLOGÍA	
3.1 Tipo de investigación	47
3.2 Muestra	47
3.3 Procedimiento y técnica	48
3.4 Procesamiento de datos	51
3.5 Análisis de resultados	52
IV. RESULTADOS	
4.1 Análisis descriptivo	53
4.2 Análisis inferencial	57
V. DISCUSIÓN	63
VI. CONCLUSIONES	67
VII. RECOMENDACIONES	68
VIII. BIBLIOGRAFÍA	69
IX. ANEXOS	75

LISTA DE TABLAS

Tabla 1	Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/8 de pulgada y 4oz después de 0, 5, 11 y 23 horas.	53
Tabla 2	Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 3/16 de pulgada y 6oz después de 0, 5, 11 y 23 horas.	54
Tabla 3	Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/4 de pulgada y 4oz después de 0, 5, 11 y 23 horas.	55
Tabla 4	Porcentaje de la degradación de la magnitud de la fuerza de los diferentes tipos de elásticos de látex según el tiempo empleado.	56
Tabla 5	Prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas para la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/8 de pulgada y 4oz.	57
Tabla 6	Comparación por pares de la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/8 de pulgada y 4oz según del tiempo de uso empleado.	58
Tabla 7	Prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas para la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 3/16 de pulgada y 6oz.	59

Tabla 8	Comparación por pares de la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 3/16 de pulgada y 6oz según del tiempo de uso empleado.	60
Tabla 9	Prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas para la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/4 de pulgada y 4oz.	61
Tabla 10	Comparación por pares de la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/4 de pulgada y 4oz según del tiempo de uso empleado.	62

LISTA DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Estructura química del caucho	18
2	Elásticos del mismo tamaño pero de distinto grosor y fuerza.	21
3	Los diámetros de los elásticos que más se utilizan en ortodoncia	22
4	Descomposición de la fuerza ejercida por elásticos Clase II cuando el paciente se encuentra en máxima intercuspidad.	28
5	Descomposición de la fuerza ejercida por elásticos Clase II cuando el paciente se encuentra con una apertura bucal de 10 mm.	30
6	Descomposición de la fuerza ejercida por elásticos Clase II cuando el paciente se encuentra con una apertura bucal de 25 mm.	31
7	Descomposición de la fuerza ejercida por elásticos Clase II cuando el paciente se encuentra en máxima intercuspidad.	34
8	Descomposición de la fuerza ejercida por elásticos Clase III cuando el paciente se encuentra con una apertura bucal de 10 mm.	35
9	Descomposición de la fuerza ejercida por elásticos Clase III cuando el paciente se encuentra con una apertura bucal de 25 mm.	36
10	Elástico en forma de U.	37
11	Elásticos en caja clase II.	38
12	Elásticos en caja clase III.	38
13	Elástico delta.	39

Figura		Pág.
14	Elásticos en "V".	39
15	Figura 15. Elásticos en M o W	40
16	Figura 16. Elásticos en trapecio anterior con vector II.	41
17	Figura 17. Elásticos cruzados	41

LISTA DE ANEXOS

Anexo		Pag.
n° 1	Calibración con el docente especialista	75
n° 02	Coeficiente de correlación intraclase	76
n° 03	Elásticos Intermaxilares	77
n° 04	Preparación de la maqueta	78
n° 05	Instrumentos	82
n° 06	Mediciones	84
n° 07	Fichas de recolección de datos	85

INTRODUCCIÓN

Ortodoncia es la rama de la odontología que se encarga de la prevención, interceptación y corrección de las maloclusiones dentarias y discrepancias esqueléticas, es decir, estudia los posicionamientos funcionales y estéticos incorrectos y los contactos de los dientes entre sí o con la arcada dentaria opuesta que pueden ser consecuencia de un desarrollo inadecuado, pérdida de dientes o crecimiento anormal de los maxilares.

El tratamiento ortodóntico tiene como objetivo devolver las características de la oclusión normal y para ello es importante definir la estrategia de tratamiento, dispositivos mecánicos y recursos auxiliares que se pueden utilizar para obtener éxito. Dentro de los recursos auxiliares que se tienen son los elásticos.

Los elásticos se utilizan habitualmente como un componente activo en el tratamiento de ortodoncia. El uso combinado con la cooperación de un buen paciente proporciona al ortodoncista la capacidad de corregir discrepancias dentofaciales.

Los elásticos de látex se han convertido en parte integral de la ortodoncia después de que hayan sido introducidos por primera vez por Calvin⁴ pero el mérito es de Baker⁶ por el uso de estos elásticos en la práctica clínica. Son utilizados como método general auxiliar para proporcionar tracción intermaxilar y fuerzas intramaxilares debido a sus favorables características como: una alta flexibilidad, fuerza relativamente duradera y de bajo costo.

La aplicación clínica de los elásticos de ortodoncia debe ser basada en evidencias científicas de acuerdo con el tipo de movimientos o efectos deseados para que los resultados ortodónticos sean individualizados; durante los últimos 20 años hay pocos estudios acerca de sus propiedades; de los cuales evalúan la degradación de las fuerzas de los elásticos en diferentes intervalos de tiempo (cada 0, 1, 3, 6, 12 y 24 horas o cada 0,5, 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, y 48 horas, entre otros) los cuales no son intervalos de tiempo empleados realmente por los pacientes en la clínica.

El propósito de la investigación fue determinar la degradación de la magnitud de la fuerza que ejercen los elásticos en los tiempos clínicos empleados por los pacientes y así ofrecer al ortodoncista un mejor conocimiento sobre las propiedades físicas de los elásticos de látex, para aumentar la capacidad de solucionar los casos en menor tiempo, y poder realizar las mejores indicaciones sobre su uso a los pacientes.

I. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN:

1.1 Área problema:

El uso adecuado de los materiales ortodónticos es importante, porque de ello depende el éxito del tratamiento. Estos materiales los podemos dividir en: pasivos y activos, entre éstos últimos están los elásticos de ortodoncia.¹

Los elásticos son recursos importantes utilizados en el tratamiento ortodóntico, fabricados ya sea con materiales de látex o sintéticos de polímero

(poliuretano)², en diversas espesuras y tamaños. Presentan también diferentes funciones y su nomenclatura varía de acuerdo con su trabajo.³

Los elásticos en ortodoncia están siendo muy utilizados como sustitutos de las ligaduras metálicas, en el movimiento dentario para la retracción de los dientes y cierre de espacios, en la corrección de relaciones interarcos y también como auxiliares en la utilización de aparatos extrabucales; debido a esto, se presentan como importantes instrumentos en la obtención de resultados favorables en el tratamiento ortodóntico.³

Los elásticos de látex fueron introducidos por primera vez por Baker y se han aplicado hasta el presente^{4, 5} debido a que han ido mejorando sus propiedades.³ Se utilizan más comúnmente como método general auxiliar debido a sus favorables características como: una alta flexibilidad, fuerza relativamente duradera y de bajo costo.^{5, 6} Su fácil manejo permite a los pacientes la fácil instalación y remoción por sí mismos y permiten mantener una buena higiene bucal.

La fuerza producida por los elásticos en un diente o dientes depende en su magnitud. El estrés producido depende del lugar de la aplicación, la distribución a través del ligamento periodontal y la dirección, longitud, diámetro y el contorno de raíz, proceso alveolar, la rotación de los dientes y la salud, la edad y, sobre todo, la cooperación de la paciente.⁷

Durante los últimos 20 años hay pocos estudios acerca de las propiedades de los elásticos de ortodoncia⁸; presentándose mayor interés en las propiedades de los elastómeros sintéticos tales como cadenas elásticas.

Las características de la fuerza de extensión y propiedades de la fuerza de desintegración de los elásticos de látex se han reportado desde hace muchos años.^{9,10} Ha sido un hallazgo frecuente que los elásticos de látex pierden una parte de su fuerza inicial después de haber sido aplicados en la boca debido a las diversas actividades orales (masticar, hablar) y después de estar expuestos a diferentes ambientes (la saliva, la temperatura oral, los alimentos y las bebidas con diferente acidez y alcalinidad). Todos estos procedimientos podrían cambiar la estructura de elásticos de látex y afectar sus propiedades. Algunos estudios in vitro han sido diseñados para simular las clases de la saliva, de termociclado, e incluso la dieta diaria con el fin de estudiar los cambios de elásticos.^{11, 12}

Ha sido un hallazgo común que los elásticos de látex en un medio acuoso u oral pierden entre el 10% y el 40% de su fuerza inicial^{5, 8,13, 14, 15} en un lapso de tiempo de 30 minutos y 24 horas después de su aplicación.⁸

No basta sólo usar los elásticos de látex; para la práctica ortodóntica de excelencia es necesario conocer la degradación de la fuerza de éstos, ya que permitirán brindar una indicación correcta al paciente para que realice un uso adecuado de los elásticos.

1.2 Delimitación:

El conocimiento de la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos permite al ortodoncista elegir una banda elástica con características de fuerza de extensión que son más adecuados para el movimiento dental de acuerdo al tratamiento requerido. Esto significa que el ortodoncista debe conocer las

características de la fuerza de extensión de la gama de elásticos a su disposición⁸ y de los que comúnmente usa en la práctica clínica; y de esta manera entender mejor las respuestas clínicas que ocurren para consecuentemente optimizar la calidad del tratamiento.³

Existen actualmente estudios que evalúan la degradación de las fuerzas de los elásticos de ortodoncia en diferentes intervalos de tiempo (cada 0, 1, 3, 6, 12 y 24 horas o cada 0,5, 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, y 48 horas, entre otros) los cuales no son intervalos de tiempo empleados realmente por los pacientes en la clínica.

Lo que suelen hacer los pacientes cotidianamente es: retirarse los elásticos, ingerir sus alimentos y realizar la higiene bucal, luego se colocan los elásticos; repiten este procedimiento en el desayuno, almuerzo y cena. La indicación que realiza el ortodoncista es utilizarlos durante las 24 horas del día y posteriormente cambiarlos. Hasta el momento no se han realizado estudios que evalúen la magnitud de la fuerza en el tiempo clínico realizado por los pacientes, es decir durante el uso y retiro de los elásticos.

Determinar esta degradación de la fuerza en tres momentos del día en que el paciente se los retira para ingerir sus alimentos durante 24 horas, permitirá al ortodoncista conocer la degradación de la magnitud de la fuerza generada por los elásticos y como estas magnitudes van disminuyendo en el tiempo para así poder efectuar un eficiente tratamiento con sustento científico.¹

1.3 Formulación:

¿Existe diferencia en la degradación de la magnitud de las fuerzas de los elásticos de látex de ortodoncia según el tiempo empleado?

1.4 Objetivos:

1.4.1 Objetivo General:

Determinar las diferencias que existen entre la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de ortodoncia según el tiempo de uso empleado.

1.4.2 Objetivos Específicos:

- Determinar la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/8 de pulgada y 4oz después de 5, 11 y 23 horas de haber sido estirados.
- Determinar la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 3/16 de pulgada y 6oz después de 5, 11 y 23 horas de haber sido estirados.
- Determinar la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/4 de pulgada y 4oz después de 5, 11 y 23 horas de haber sido estirados.

1.5 Justificación:

El estudio determinará si existen diferencias significativas entre la magnitud de la degradación de las fuerzas de los elásticos de látex de ortodoncia durante el retiro que realizan los pacientes de éstos antes de cada comida durante tres momentos del día, con la finalidad de conocer su mejor desempeño.

El estudio beneficiará al ortodoncista, el cual tendrá conocimiento sobre las propiedades físicas de los elásticos de látex, para así aumentar la capacidad de solucionar los casos en menor tiempo, y poder realizar las mejores indicaciones sobre su uso a los pacientes. También beneficiará al paciente quien recibirá el tratamiento ortodóntico con mejores resultados, en el tiempo necesario y sin daño alguno.

El ortodoncista tendrá a disposición información científica que respalde su criterio, así como también brindara indicaciones adecuadas a los pacientes; para así lograr una mejor práctica ortodóntica.

1.6 Limitaciones:

El presente trabajo tiene como limitación no poder imitar de manera similar las condiciones presentes en la cavidad bucal tales como fluctuación de los niveles de pH, presencia de microorganismos, humedad, salinización de la saliva, entre otros.

Los tiempos a utilizarse son tomados como referencia de las comidas principales que consumen los pacientes normalmente durante el día

(desayuno, almuerzo y cena) sin tomar en cuenta que entre ellos puede realizar algún consumo de un alimento adicional .

II. MARCO TEORICO:

2.1 Antecedentes:

Alavi et al. (2013) en su estudio compararon la fuerza inicial y la fuerza de degradación de tres marcas de elásticos de ortodoncia sin látex en 24 horas. La muestra consistió en 60 elásticos divididos en dos grupos de 30; el primer grupo se evaluó la fuerza inicial en un medio seco y el otro grupo fue sometido a fuerzas de tracción en un medio húmedo (saliva artificial) y fueron evaluados

en tiempo de 0.5, 1, 3, 6 y 24 horas. Sus resultados indicaron que hubo diferencia significativa entre las marcas y que en la primera hora se produjo un pérdida de 4-7,5% de la fuerza y de 19 a 38%, después de 24 horas. Se concluyó que sugieren reemplazar los elásticos sin látex varias veces al día.¹⁶

Lacerda et al. (2012) evaluaron la influencia de los niveles de pH en los elásticos intercada con respecto a la fuerza de degradación y la citotoxicidad. La muestra estaba conformada por dos grupos de elásticos un grupo de látex y el otro sin látex; fueron estirados 25 mm y se mantuvieron durante 1, 6, 12 y 24 horas en soluciones de saliva artificial con niveles de pH de 5.0, 6.0, y 7.5. El ensayo de toxicidad se realizó con cultivos celulares que fueron sometidos a prueba de viabilidad celular. Los resultados indican que las interacciones entre el grupo pH y tiempo no mostraron diferencias significativas; el ensayo de toxicidad mostro que el grupo con látex presentó bajas células de viabilidad en comparación con el grupo sin látex a lo largo de todo el experimento. Se concluyó que no hay correlación significativa ente el pH, fuerza de degradación y citotoxicidad.¹⁷

López et al. (2012) realizaron un estudio para evaluar la degradación de la fuerza de dos marcas de elásticos. La muestra estaba conformada por elásticos de látex y sin látex de 1/8 de pulgada y 4oz, de las dos marcas diferentes (GAC ® Y Lancer ®) y fueron sometidas a estiramiento continuo (estirados 3 veces su diámetro interno); la medición de las fuerzas fueron a los 5 segundos (fuerza inicial), 8 y 24 horas en condiciones tanto secas o húmedas. Se hicieron uso de 500 elásticos, 25 en cada grupo. Ambas marcas mostraron fuerzas iniciales significativamente mayores que las especificadas por los fabricantes. Al comparar los medios húmedos/secos, hubo mayor

pérdida de fuerza en el medio húmedo que en el seco; la pérdida de fuerza fue mayor en los elásticos sin látex que en los elásticos de látex; hubo mayor pérdida de fuerza en los elásticos GAC® que en los Lancer®.¹⁸

Sauget et al (2011) realizaron un estudio para evaluar las características de la degradación de las fuerzas de los elásticos de látex y sin látex de ortodoncia dentro del rango normal de los niveles de pH salivales. Los dos tipos de elásticos fueron estirados 15 mm y se mantuvieron durante 10 segundos, 4, 8 y 12 horas en soluciones de saliva artificial niveles de pH de 5.0, 6.0 y 7.5. Llegando a la conclusión no había correlación significativa entre el pH y la degradación de la fuerza.¹⁵

Fernandes et al. (2011) evaluaron las características de la fuerza de degradación de 270 elásticos de látex de diferentes marcas (American Orthodontic, TP y Morelli) y medidas (3/16, 1/4, 5/15) sometidos a pruebas de tracción con el fin de simular entornos bucales. Los elásticos fueron estirados y se midieron las fuerzas después de 0, 1, 3, 6, 12 y 24 horas. Llegaron a la conclusión que hubo diferencias significativas entre las diferentes marcas y que la relajación de la fuerza se hizo más lenta después de 6 horas.⁸

Wang et al. (2007) en su estudio, evaluaron las propiedades de la fuerza de degradación de los elásticos de látex en aplicaciones clínicas y en un estudio in vitro. La muestra consistió en elásticos de 3/16 y 12 estudiantes entre 12 y 15 años de edad donde realizaron tracciones intermaxilares e intramaxilares. Se realizaron 4 grupos de los estudiantes; grupo A y B: tracción intermaxilar y grupo C y D: tracción intramaxilar. Otros dos grupo se formaron con los elásticos; grupo E: en condiciones húmedas (saliva artificial) y grupo F: en

condiciones secas. Las mediciones de las fuerzas se hicieron a intervalos de: 0.5, 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, y 48 horas. Los resultados fueron que en la tracción intermaxilar el porcentaje de la fuerza inicial que queda después de 48 horas fue 61%, en la tracción intramaxilar y la saliva artificial fue de 71% y en condiciones secas, 86% de la fuerza inicial; por lo que llegaron a la conclusión que varios ambientes afectan la degradación de la fuerza de los elásticos de ortodoncia, siendo más evidente en las tracciones intermaxilares que en las intramaxilares; la degradación de la fuerza más importante se produjo en la primera media hora.⁶

Bertoncini C., et al. (2006) evaluaron la eficacia de los elásticos sin látex respecto a su uso en la práctica clínica en pacientes alérgicos al látex. La muestra estaba formada por dos grupos de 80 elásticos de látex y 80 de elásticos sin látex. Éstos fueron sometidos a pruebas de tracción después de ser colocados en la solución de Ringer; la variación de la fuerza se calculó en diferentes periodos de tiempo y la deformación permanente se evaluó mediante la diferencia entre el diámetro interno inicial y final de los elásticos. Sus resultados mostraron que los elásticos de látex sufren menor pérdida de fuerza comparado con los elásticos sin látex, llegado a ser significativa después de 24 horas; en cuanto a la variación del diámetro interno, los elásticos sin látex mostraron una deformación mayor que los de látex, siendo la diferencia significativa. Por lo que se llega a la conclusión que los elásticos de ortodoncia sin látex son adecuados para el tratamiento ortodóntico en pacientes con alergias.¹⁹

Gioka et al. (2006) realizaron un estudio para evaluar la fuerza de relajación de lo elásticos de látex que ocurre dentro de las 24 horas de extensión. En dicho

estudio hicieron uso de elásticos de látex de 3/16, 1/ 5/16 y 3/8 con diferentes fuerzas y marcas; cada elástico se estiro según la información que indicaba el fabricante. Los autores llegaron a la conclusión que la fuerza de los elásticos de látex tiene un porcentaje de relajación del 25% durante las primeras 24 horas y la mayor parte de la relajación se produjo dentro de las 3-5 horas después de la extensión, independientemente de su tamaño o fuerza.¹⁴

Kersey et al (2003) determinaron los efectos del estiramiento repetido (prueba cíclica) y pruebas estáticas en las propiedades de dos diferentes tipos de elásticos de ortodoncia. La muestra consistió en 24 elásticos de 1/4, 4.5 oz, 12 de látex y 12 sin látex. Las pruebas estáticas consistió en el estiramiento de los elásticos 3 veces su diámetro interno (19,05mm) y la medición de los niveles de fuerza en intervalos de 24 horas. La prueba cíclica utilizó la misma extensión inicial pero se estiraron un adicional de 24,7 mm, con una duración del ciclo de un segundo, simulando la apertura máxima de la boca. Sus resultados indicaron que para elásticos estáticamente probados el porcentaje de la fuerza inicial restante a las 4, 8, y 24 horas fue de 87%, 85%, 83%, y 83 %, 78%, 69% para los elásticos de látex y sin látex, respectivamente. Para elásticos cíclicamente probados el porcentaje de la fuerza inicial restante a las 4, 8, y 24 horas fue de 77%, 76 %, 75%, y 65%, 63%, 53% para los elásticos de látex y sin látex, respectivamente. Se concluye lo siguientes: la prueba cíclica causo significativamente más pérdida de fuerza y esta diferencia se produjo sobre todo en los primeros 30 minutos; los elásticos de látex perdían significativamente menos fuerza que sus equivalentes sin látex; sería importante que los elásticos se intercambiaran a intervalos regulares no superiores a 6-8 horas.²⁰

Kersey et al. (2003) realizaron un estudio cuyo propósito fue comparar la fuerza inicial y la fuerza de desintegración de cuatro marcas de elásticos de ortodoncia sin látex durante un periodo de 24 horas. La muestra estaba conformada por 4 grupos de 12 elásticos de 1/4, 4 o 4,5 oz. Se hizo uso de un aparato, que generaba ciclos repetidos para simular el uso de los elásticos en boca, para medir la fuerza de desintegración durante un periodo de 24 horas. Los resultados fueron que después de 4, 8 y 24 horas las fuerzas de desintegración promedio de las 4 marcas fueron de 68%, 61% y 41% respectivamente. Los autores concluyeron que las fuerzas iniciales de todos los elásticos no eran la que indicaba el fabricante al estirarlo 3 veces su diámetro, sólo se llegaba a la fuerza inicial indicada tan solo al estirar menos de 2 veces el diámetro interno; la fuerza de desintegración de todas las marcas son muy similares, pero hubo diferencia significativa.²¹

Russell K., et al. (2001) compararon las propiedades mecánicas de los elásticos de ortodoncia de látex y sin látex. La muestra consistió 4 grupos formados por dos marcas (GAC y Masel) y dos tipos (látex y no látex). Las propiedades analizadas fueron: área de sección transversal, fuerza de ruptura, fuerzas de degradación, pico de estrés y relajación de la carga en 24 horas. Los resultados fueron que los elásticos sin látex GAC presentan mayor fuerza de ruptura que los elásticos sin látex Masel y los elásticos de látex Masel presentan mayor fuerza de ruptura que los elásticos sin látex Masel; los elásticos de látex Masel fueron más viscoelásticos que los elásticos de GAC; la fuerza generada por los elásticos durante 24 horas fue aproximadamente de 75% (de látex GAC, látex Masel y sin látex Masel) y de 60% para los elásticos

sin látex GAC. Se puede concluir que existen diferencias significativas entre las propiedades de los elásticos de látex y sin látex, presentando los elásticos de látex mejores propiedades, por lo que la elección clínica debe basarse en la historia clínica del paciente y antecedentes de alergias de este material.¹⁰

2.2 Bases Teóricas:

2.2.1 Materiales dentales de ortodoncia

Se dividen en dos tipos: Los elementos pasivos y activos¹.

- a. Elementos Pasivos:** Son aquellos elementos que se distribuyen directamente, como ocurre con un resorte incorporado a una placa de Schwartz, e indirectamente a través de elementos que se conectan a los dientes como en la aparatología fija como; una banda, los tubos, el bracket, etc. El bracket recibe y

distribuye la fuerza, modifica su dirección y permite que algunas capacidades de fuerza almacenada en el arco se realicen o se disipen sin acción.

- b. Elementos Activos:** Son elementos con propiedades elásticas que proporcionan la capacidad de almacenamiento y liberación de fuerzas, cuya selección y diseño permite controlar las características de las fuerzas que se aplican sobre los dientes, así se puede regular la intensidad, la duración y la dirección de las fuerzas²².

Por el material pueden ser clasificados en dos grupos:

- Poliméricos. En este primer grupo encontramos los elásticos de caucho, que en general son llamados elásticos, y los materiales elastoméricos que pueden encontrarse disponibles e variadas configuraciones.
- Metales. En este segundo grupo se incluyen los alambres para la confección de los arcos y otros componentes de los aparato ortodónticos y los resortes.

2.2.1.1 Elastómeros

Es un término general aplicado a los materiales que recobran sus dimensiones originales inmediatamente después de una deformación substancial. Según este término son: ^(LIBRO 14)

- La goma natural o látex, extraídos de los árboles de caucho.
- Los polímeros de goma sintética, tales como la goma de estireno butadieno, butilo, poli-isopropeno, polibudadieno, etilpropileno, teflones, siliconas²³.

2.2.1.2 Tipos

Tenemos lo de goma natural o látex y los sintéticos. En esta oportunidad hablaremos de los de látex.

2.2.1.3 Elásticos de látex

Desde hace algunas décadas los elásticos han sido un valioso complemento en el tratamiento ortodóntico, ya que son muy utilizados como un elemento activo.²⁴

Los elásticos han sido utilizados como sustitutos de las ligaduras metálicas, en el movimiento dentario para la retracción de dientes y cierre de espacios, en la corrección de relaciones interarcos y también como auxiliares en la utilización de aparatos extrabucales. Los elásticos de ortodoncias se presentan como importantes instrumentos en la obtención de resultados favorables en el tratamiento ortodóntico.²⁵

Se encuentran disponibles en el mercado dos tipos de elásticos, los de plástico o látex y los sintéticos. Actualmente, los elásticos de látex son comúnmente usado en conjunto en aparatos extrabucales occipitales o parietales, o con una máscara facial o como elásticos intermaxilares²⁶ en: 1) Uso intramaxilar para desplazar algún diente o grupos de dientes deslizándolos a lo largo del arco; así, en algunas técnicas se enganchan los elásticos en mesial y distal para cerrar los espacios de extracción. 2) para correcciones transversales de segmentos bucales se enganchan en vestibular de un diente y en lingual del antagonista. 3) Para correcciones sagitales, los elásticos intermaxilares de clase II empujan toda la arcada

dentaria hacia mesial o distal y son de gran eficacia para el tratamiento de anomalías anteroposteiores; los elásticos de clase III se enganchan en la zona posterior de la arcada superior y en la anterior de la arcada inferior. 4) Para las mordidas abiertas se aplican gomas anteriores verticales que se sujetan y provocan la extrusión de ambos frentes incisivos.²² Para los pacientes que presentan una reacción alérgica al látex, se encuentran disponibles elásticos de plástico fabricados con un material hipoalergénico.²⁶

2.2.1.4 HISTORIA

El primer elástico conocido era de goma natural, utilizado por las civilizaciones INCA y MAYA, que se extraía de los árboles de caucho.²⁷

- En 1728, Pierre Fauchard en su libro “Le Chirurgien Dentiste ou Traité des Dents” proponía cerrar diastemas anteriores con ligadura de seda.
- En 1756, P. Bourdet utilizaba una banda con ligaduras de oro o seda para mover dientes, anticipándose a la época del Arco recto.
- En 1803, Cellier introduce por primera vez una mentonera especial con tiras de goma.
- En 1839, Charles Goodyear descubre la vulcanización del caucho.
- En 1841, Schange, usaba hilos elásticos para mover los dientes.
- En 1846, E. Baker en su artículo “The use of Indian rubber in regulating teeth” en un revista dental de Nueva York, explicó cortando una franja estrecha de lámina delgada de caucho que se podía extender casi todo lo posible de su capacidad sin romperse, sujetándose al diente a ser regular.

- En 1892, Calvin Case, fue el primero en utilizar fuerzas elásticas intermaxilares para corregir maloclusiones.
- En 1907, Angle, en su libro “Treatment of malocclusion of teeth”, proponía una clasificación de las maloclusiones y el uso de las correspondientes fuerzas elásticas: Clase I, Clase II y Clase III.
- En 1948, Tweed inició el uso de elásticos de clase III para reforzar la preparación del anclaje en maloclusiones de clase II, antes de utilizar los elásticos de clase II.
- En 1958, Schudy recomendaba elásticos cortos de clase II, desde el primer molar superior junto con fuerza extraoral de tracción alta para controlar el sentido vertical.
- En 1963, Jarabak y Fizzel, describieron por primera vez la biomecánica de los elásticos de clase II.
- En 1965, Begg, en su libro “Begg Orthodontic Theory and Technique”, usaba elásticos de clase II que se cambiaban cada cinco días.
- En 1970, Ricketts creó la técnica Bioprogresiva de arco cuadrado seccional, aconsejando el empleo de elásticos en los casos de mordida abierta.
- En 1972, Roth recomendaba elásticos intermaxilares cortos de clase II para ayudar en la nivelación de la curva de Spee, asociada con fuerza extraoral de tracción alta para controlar el sentido vertical.
- En 1973-1996, Langlade, desarrolló la aplicación clínica de las fuerzas elásticas en diferentes situaciones

2.2.1.5 COMPOSICIÓN

Los elásticos de caucho o de látex son obtenidos a través de la extracción vegetal, seguido por un proceso de fabricación, hasta la obtención de un producto final.²⁸

Es una goma natural, blanca y lechosa originaria de la región amazonas en donde se conoce con el nombre indio de “cahuchú” palabra que proviene del idioma francés “caoutchouc” y del español “caucho”. El látex natural puede ser obtenido de más de 100 diferentes tipos de plantas de diferentes especies silvestres; sin embargo la mayor fuente es: la *Hevea Brasiliensis*.

El caucho es polímero del metilbutadieno o isopreno cuya unidad estructural de la molécula es del grupo de hidrocarburos (C_5H_8) el cual es capaz de fijar, por adición, grupos monovalentes. Los hidrocarburos purificados de la gutapercha y del caucho contienen la misma fórmula, no obstante mientras el primero es una estructura como el cuero el segundo es blando y flexible. Esta diferencia estriba en que el caucho tiene la forma cis y la gutapercha la forma trans.^{23, 28}

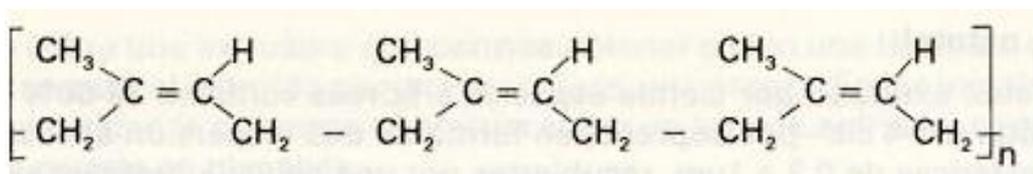


Figura 1. Estructura química del caucho

El látex contiene: ²³

- Del 30% al 36% de hidrocarburo de caucho.
- Del 0.30% al 0.7% de cenizas.
- Del 1% al 2% de proteínas.
- El 2% de resina.
- El 0.5% de quebrachitol.
- El 60% de agua.

2.2.1.6 PROPIEDADES

Los elásticos presentan varias propiedades tales como:

1. No presentan distorsión más allá de su límite de elasticidad.
2. Son homogéneos físicamente.
3. Son isotrópicos (da la misma fuerza en cualquier dirección)

Límite de elasticidad: Es la cantidad de distorsión forzada, sin que presente deterioro y pérdida de elasticidad. La teoría de la reciprocidad de Cplapeyron estipula que cuando la fuerza elástica es aplicada a dos dientes, la fuerza de movimiento es idéntica y recíproca.

Los elásticos en términos generales, regresan a sus dimensiones originales inmediatamente después de una gran distorsión; estos elastómeros pueden ser de hule natural, de látex o polímeros de hule sintético (hule, butilpolipropeno, etilopropeno, silicon).²⁹

2.2.1.7 Elásticos intermaxilares

2.2.1.7.1 Usos

El uso de elásticos intermaxilares en ortodoncia es complejo y difícil, debido al poco control de las fuerzas y por los efectos secundarios verticales que pueden producir. Como norma general no se deben utilizar en las etapas de alineación y de nivelación de los arcos dentales en alambres delgados redondos y poco rígidos porque sería desastroso para la regularidad del plano oclusal, o curva de Spee, por la magnitud de las extrusiones que se producirán en los sitios en donde se anclan. Se deben utilizar en alambres rectangulares, gruesos y rígidos de 0.017 y 0.025, de acero inoxidable o titanio/molibdeno en las etapas finales del tratamiento de ortodoncia para lograr mayor y mejor control de los movimientos.²³

2.2.1.7.2 Indicaciones al paciente

Es necesario informar al paciente de todas las indicaciones acerca del uso de los elásticos, para obtener así mayor cooperación de ellos durante el tratamiento, Explicarles que van a utilizar estos aditamentos para ayudar a enderezar sus dientes y solo el elástico prescrito deberá usarse; si se tiene dificultad para colocarlos o no se acuerdan de las instrucciones, tienen que regresar al consultorio para informarles nuevamente la colocación; estos elásticos se retiran únicamente al comer y en el momento del cepillado dental; deben de ser cambiados a diario y llevar siempre los elásticos consigo para reponerlo inmediatamente si éste se rompiera; en ocasiones se le puede recomendar a paciente el masticar chicle libre de azúcar, para que los elásticos actúen más rápido. Se le debe informar al paciente que si llega a observar que el elástico que se colocó provoca inflamación gingival, debe regresar lo más pronto

posible al consultorio para la remoción de este, ya que puede encontrarse invaginado en la encía.²⁹

2.2.1.7.3 Presentaciones

Los elásticos se encuentran en diferentes tamaños y espesores para producir una fuerza precisa y aplicada.²⁹

Podemos encontrar:

- De acuerdo a la Fuerza:

Existen diversas marcas de elásticos de caucho en el mercado, y en un mismo tipo, encontramos variaciones en las fuerzas ejercidas por los elásticos, donde esta fuerza estará relacionada con el espesor del material.

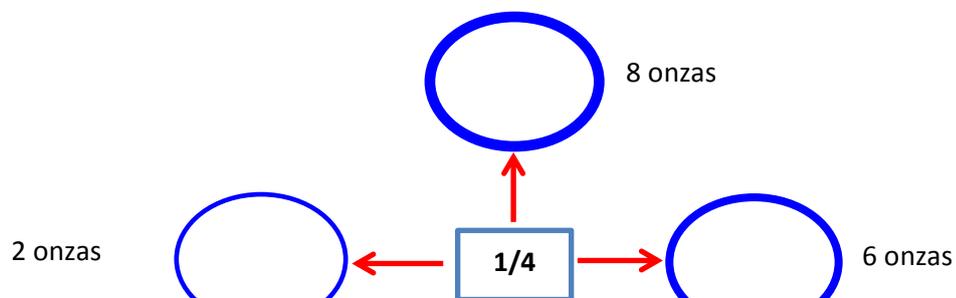
La mayoría de los elásticos de caucho se encuentran en el sistema de medidas norteamericano, siendo onzas y pulgadas. 1 onza equivale a 28.35gr.²⁸

Los elásticos se encuentran graduados en: ²⁹

Ligera → 1,8 Oz. = 51,03 gr

Mediano → 2,7 Oz. = 76,54 gr

Pesado → 4 Oz. = 113.4 gr.



- De acuerdo al diámetro o lumen:

El tamaño del elástico determina su denominación, que es dada por su diámetro interno. La unidad en la que se expresan son pulgadas. 1 pulgada equivale a 25,4mm.²⁸

Están disponibles los elásticos en los siguientes tamaños: ²⁹

3mm = 1/8"

4mm = 3/16"

6mm = 1/4"

8mm = 5/16"

10mm = 3/8"

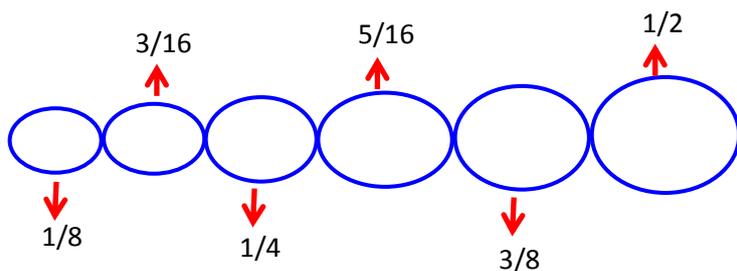


Figura 3: Los diámetros de los elásticos que más se utilizan en ortodoncia

12mm = 1/2"

Se presentan en bolsas de plásticos decoradas con símbolos variados, que ayudan a los pacientes a reconocer los elásticos recibidos en la última prescripción. Todos los elásticos se venden en bolsas de 100 que vienen indicadas con: colores, nombres de deportes, países, animales, plantas, frutas, juguetes, objetos. Algunos fabricantes han propuesto incluso los elásticos son sabor a menta con el fin de estimular la cooperación del paciente.

2.2.1.7.4 Degradación de la magnitud de la fuerza

Buena parte de los dispositivos ortodónticos utilizados para emplear fuerzas y consecuentemente mover dientes, no presenta una fuerza constante. Con el paso del tiempo, la magnitud de la fuerza inicial empleada se reduce, y con eso el movimiento dentario puede disminuir o

cesar. Debido a su relevancia clínica, esta característica es bastante buscada en los dos tipos de elásticos.²⁸

Gioka y col encontraron que la disminución de la fuerza de los elásticos látex exhibió una gran reducción, llegando a una pérdida del 25% en el primer día, siendo la mayor pérdida durante las 3-5 primeras horas después de la extensión.¹⁴

Alavi y col. han reportado el decaimiento de la fuerza de una variedad elásticos e látex de diferentes marcas en un medio similar a la cavidad bucal. Aunque este medio ex vivo es menos severo que la cavidad bucal una pérdida de fuerza inicial fue observada que alcanzo 19-38% durante las primeras 24 horas.¹⁶ Según Young, los elásticos sintéticos se deforman un 60% de su longitud original en comparación con el 23% de los elásticos de látex.²⁸

Datos acerca del estudio de Wang y col, también mostraron que los elásticos de látex en un medio seco pierde hasta un 86% de su fuerza inicial después de 48 horas; y en un medio similar a la cavidad bucal, la fuerza inicial después de 48 horas fue de 71%.⁶

Wong encontró que la disminución de la fuerza de los elásticos sintéticos exhibió una gran reducción, llegando a una pérdida de hasta 73% en el primer día. Estos resultados están de acuerdo con los estudios de Bishara y Andreasen. Estos últimos observaron también que la fuerza de los materiales de caucho también se degrada pero en un grado menor que los sintéticos.²⁵

2.2.1.7.5 Deformación de los elásticos

La deformación de un material puede ser elástica o plástica.

Se denomina deformación elástica cuando al aplicar una fuerza, el material tiene su forma alterada, pero retorna a su forma original cuando el estímulo es removido. Cuando la fuerza aplicada pasa el límite elástico del material, éste pasa a presentar una deformación plástica, o sea no retorna a su forma original, presenta una alteración permanente.²⁸

2.2.1.7.6 Influencia del medio

Las propiedades físicas y la apariencia de estos materiales también pueden ser afectadas, cuando son expuestos a los siguientes factores.²⁸

Intraorales: fuerzas de masticación y el propio medio intraoral como la absorción de saliva, flúidos y pigmentos alimentares.

Ambientales: relacionados a la exposición luminosa y variaciones durante el período de almacenamiento.

Andreasen y Bishara observaron la absorción de pigmentos de saliva y la reducción de la fuerza de esos materiales debido a la humedad del medio bucal.²⁵

Beattie y Monaghan afirmaron que el tiempo de exposición a factores térmicos y químicos deber ser un importante contribuyente para la reducción de las propiedades físicas de los elásticos. Estos autores

probaron los efectos de exposición a diferentes alimentos, simulando experimentalmente una dieta diaria, además de los niveles de cooperación de los pacientes, en un medio de saliva artificial, durante 24 horas. Los elásticos de caucho mantuvieron su fuerza durante un día de uso, no habiendo necesidad de cambio durante el día, a menos que ocurra rompimiento o por recomendaciones de higiene.¹²

2.2.1.7.7 Clasificación

2.2.1.7.7.1 Elásticos intermaxilares Clase I:²⁷

El elástico de Clase I puede ser en forma de cadeneta, banda de goma, anillo o hilo elástico colocados en un arco, con una fuerza de movimientos horizontales o verticales. Tienen una acción biomecánica recíproca en línea recta.

Es un elástico monomaxilar o monomandibular que puede ser usado simultáneamente con otros elásticos.

Estos elásticos pueden ser colocados:

- De un diente a otro
- Sobre un diente en forma opuesta como una fuerza de cupla
- De un diente al arco, como un ansa
- De un punto a otro en el arco.
- De un diente a un aparato auxiliar.

a. Biomecánica:

La fuerza ejercida depende de los objetivos clínicos, tomando en cuenta la fuerza ESTABLE (anclaje) utilizada y la fuerza MOVIL para mover los dientes. Siempre existirá: Fuerza Estable > Fuerza Móvil.

b. Indicaciones:

De acuerdo con la mayoría de ortodoncistas, el uso de elásticos ha demostrado ser uno de los métodos más simples y eficientes para:

- Rotar un solo diente o dientes recíprocos.
- Conseguir el cierre de espacios
- Usar fuerza cupla para mantener el eje centroide del diente durante el control de la rotación.
- Mover un diente difícil de ligar al arco
- Intruir un solo diente o grupo de dientes
- Extruir un diente impactado o en posición ectópica.

c. Problemas:

Los problemas clínicos son muy raros. El más importante es que generalmente las fuerzas disminuyen con rapidez.

Como en cualquier otro sistema en ortodoncia, los elásticos de Clase I pueden producir complicaciones, tales como:

- Inclinaciones anormales
- Rotaciones exageradas
- Extrusiones excesivas
- Pérdida de anclaje
- Movimientos menores o insuficientes

2.2.1.7.7.2 Elásticos intermaxilares Clase II:

Los elásticos de Clase II son elásticos intermaxilares colocados anteriormente en la arcada superior y posteriormente en la arcada inferior produciendo fuerzas verticales, horizontales y transversales.²⁷

La selección del tamaño y de la fuerza del elástico depende de la necesidad, como norma general se utilizan 1/4 de pulgada y 6 oz desde primer molar inferior hasta el canino superior o de 5/16 de pulgada y 6 oz desde segunda molar inferior hasta el lateral superior, con una fuerza aproximada de 180 gramos.²³

a. Biomecánica^{27, 30}

Tomemos como ejemplo un elástico Clase II de ¼ de pulgada, bien ajustado a un gancho bucal distal de un arco inferior y en un ansa anterior de un canino superior.

1. En oclusión, si este elástico hace, por ejemplo un ángulo de 20° con el arco superior y una fuerza de 100 gramos, el efecto del elástico tiene:

→ Fuerza de componente horizontal de:

$$100\cos 20^\circ = 93.9 \text{ gramos.}$$

→ Fuerza de componente vertical de:

$$100\text{sen} 20^\circ = 34,4 \text{ gramos.}$$

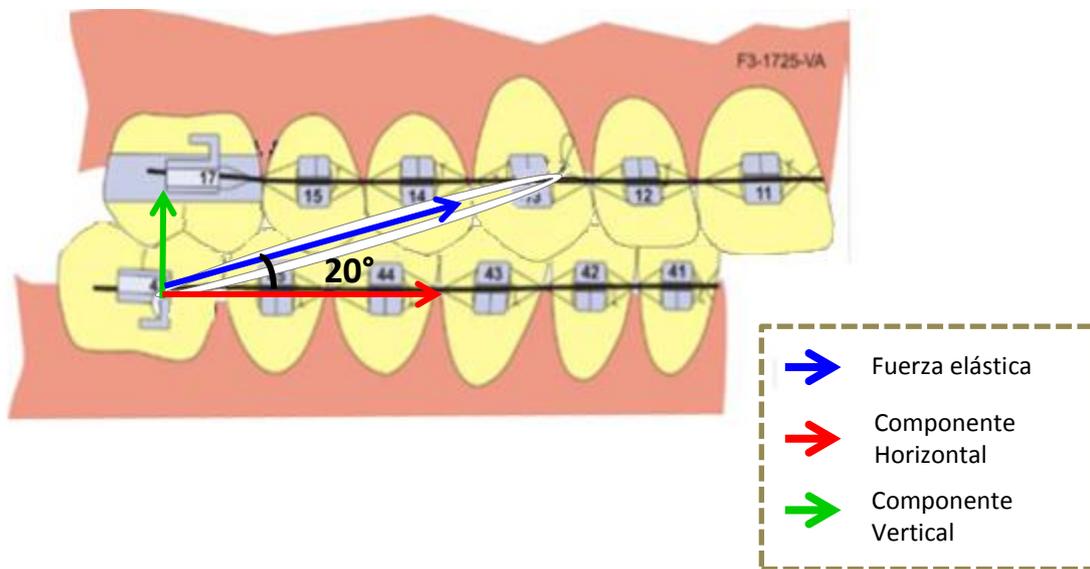


Figura 4. Descomposición de la fuerza ejercida por elásticos Clase II cuando el paciente se encuentra en máxima intercuspidad.

* Cuando el paciente está en oclusión céntrica, los arcos se encuentran aproximadamente paralelos y la fuerza que el elástico produce en el maxilar es prácticamente la misma en la mandíbula. Esto no sucede cuando la mandíbula entra en movimiento como veremos a continuación.

2. Con una apertura bucal de 10mm a nivel de los incisivos, la fuerza aumenta a 160 gramos y el ángulo del elástico sería 29°. Tiene un efecto diferente sobre:

2.1 En la arcada maxilar:

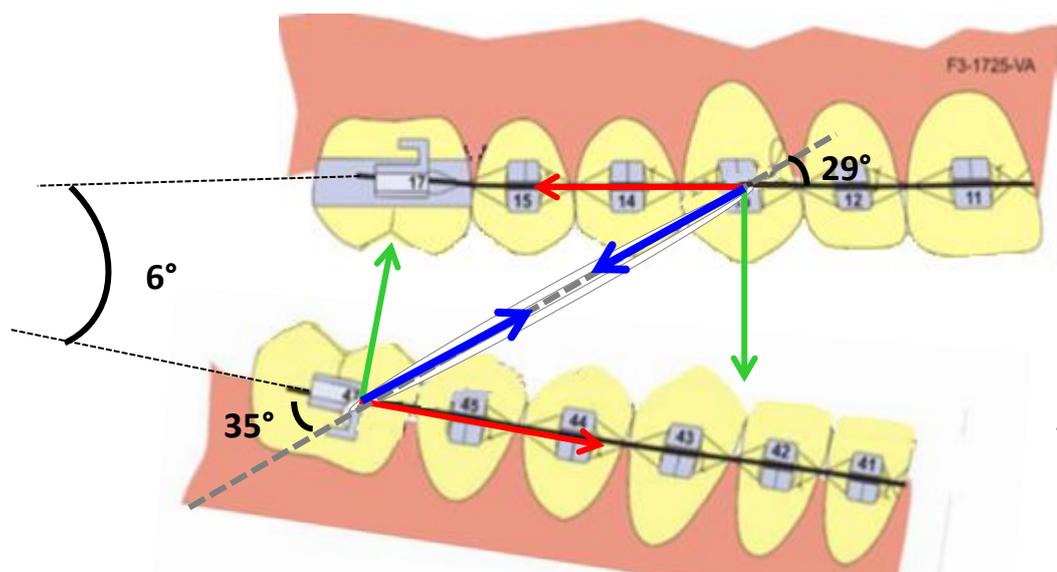
→ Fuerza de componente horizontal de distalización es:
 $160\cos 29^\circ = 139.9$ gramos.

→ Fuerza de componente vertical de extrusión es:
 $160\sen 29^\circ = 77.6$ gramos.

2.2 En la arcada mandibular:

→ Fuerza de componente horizontal de mesialización es:
 $160\cos 35^\circ = 131$ gramos.

→ Fuerza de componente vertical de extrusión es:
 $160\sen 35^\circ = 91.8$ gramos.



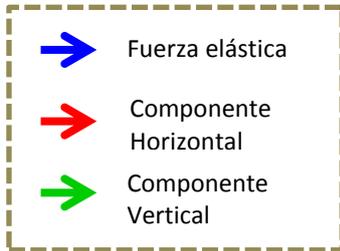


Figura 5. Descomposición de la fuerza ejercida por elásticos Clase II cuando el paciente se encuentra con una apertura bucal de 10 mm.

3. Con una apertura bucal de 25mm, lo que puede ocurrir cuando el paciente habla, bosteza o grita, la fuerza se puede incrementar de nuevo hasta 190 gramos; pero va a disminuir con el tiempo. Esta fuerza máxima ejercida ocasionalmente tiene diferentes sobre:

3.1 En la arcada maxilar:

- Fuerza de componente horizontal de distalización es:
 $190\cos38.5^\circ = 148.7$ gramos.
- Fuerza de componente vertical de extrusión es:
 $190\sen38.5^\circ = 118.3$ gramos.

3.2 En la arcada mandibular:

- Fuerza de componente horizontal de mesialización es:
 $190\cos52.5^\circ = 115.7$ gramos.
- Fuerza de componente vertical de extrusión es:
 $190\sen52.5^\circ = 150.7$ gramos.

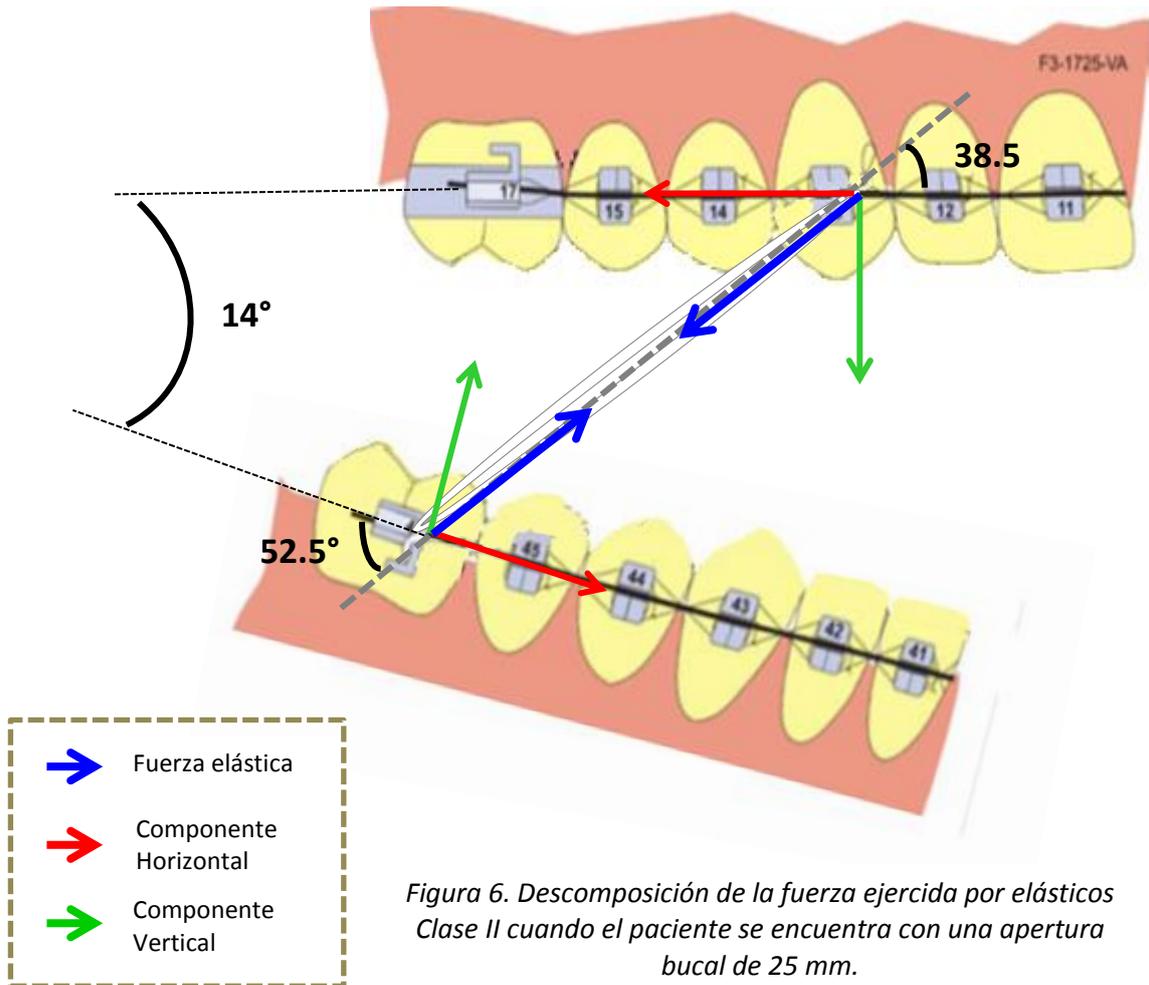


Figura 6. Descomposición de la fuerza ejercida por elásticos Clase II cuando el paciente se encuentra con una apertura bucal de 25 mm.

De estas cifras es fácil ahora notar que abriendo la boca de 10 a 25mm, la fuerza mesial mandibular desciende de 131 a 115.7 gramos; esto significa que se ha reducido un 10%, a pesar de que el paciente abría la boca mucho más. Hay que notar también que la fuerza mandibular extrusiva ha aumentado de 91.8 a 150.7 gramos; esto significa un incremento del 64%.

De esta explicación biomecánica, el ortodoncista debe comprender que el uso de elásticos intermaxilares de Clase II debe tomar en consideración el tipo facial para evitar que empeore el patrón facial.²⁷

b. Indicaciones:

Los elásticos de Clase II se pueden usar como objetivo importante o secundario, de acuerdo al caso individual, tal como:

- Maloclusiones esqueléticas y/o dentarias de Clase II
- Refuerzo del anclaje
- Retracción de incisivos superiores
- Avance de la arcad mandibular
- Apertura de mordida
- Inclinación labial de incisivos inferiores retruidos
- Corrección de desviación de línea media y de la doble mordida.

c. Problemas:

Se pueden observar muchos problemas clínicos a pesar del cuidado que se ponga en el manejo de los elásticos; tales como:

- Problemas periodontales
- Apertura de espacios
- Perdida de anclaje
- Inclinación anormal
- Rotación y extrusión exageradas

Algunos pacientes han llevado los elásticos de Clase II durante tanto tiempo que pueden desarrollar una mordida de conveniencia y falsear la corrección de su Clase II.

2.2.1.7.7.3 Elásticos intermaxilares Clase III

Los elásticos de Clase III son unos elásticos colocados posteriormente en la arcada maxilar anteriormente en la arcada mandibular.

a. Biomecánica

Tomemos como ejemplo un elástico Clase III colocado en arcos continuos.

1. En oclusión, el elástico hace una angulación de 20° con el plano horizontal y una fuerza de 100 gramos, el efecto del elástico tiene:

→ Fuerza de componente horizontal de:

$$100\cos 20^\circ = 93,9 \text{ gramos.}$$

→ Fuerza de componente vertical de:

$$100\text{sen} 20^\circ = 34,4 \text{ gramos.}$$

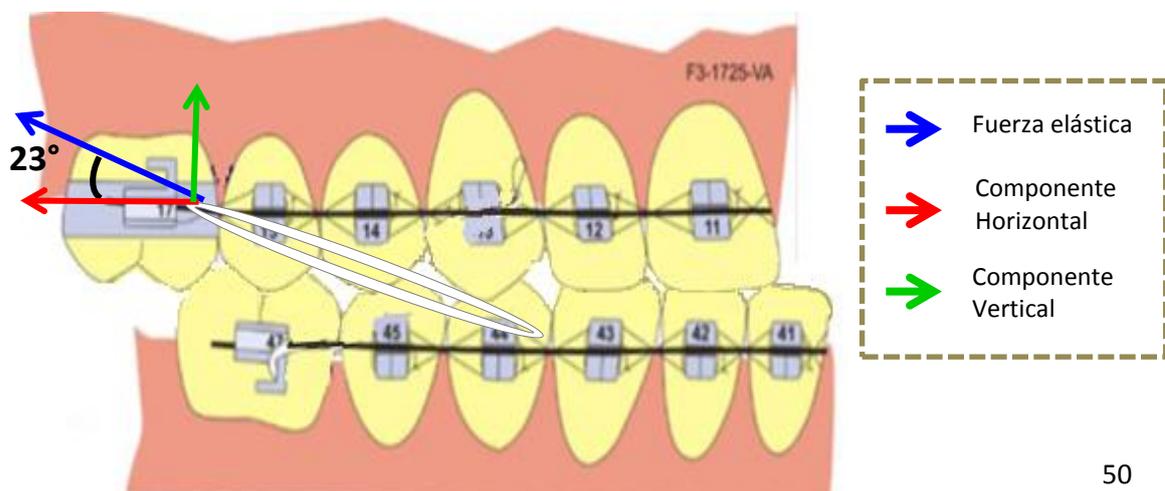


Figura 7. Descomposición de la fuerza ejercida por elásticos Clase III cuando el paciente se encuentra en máxima intercuspación.

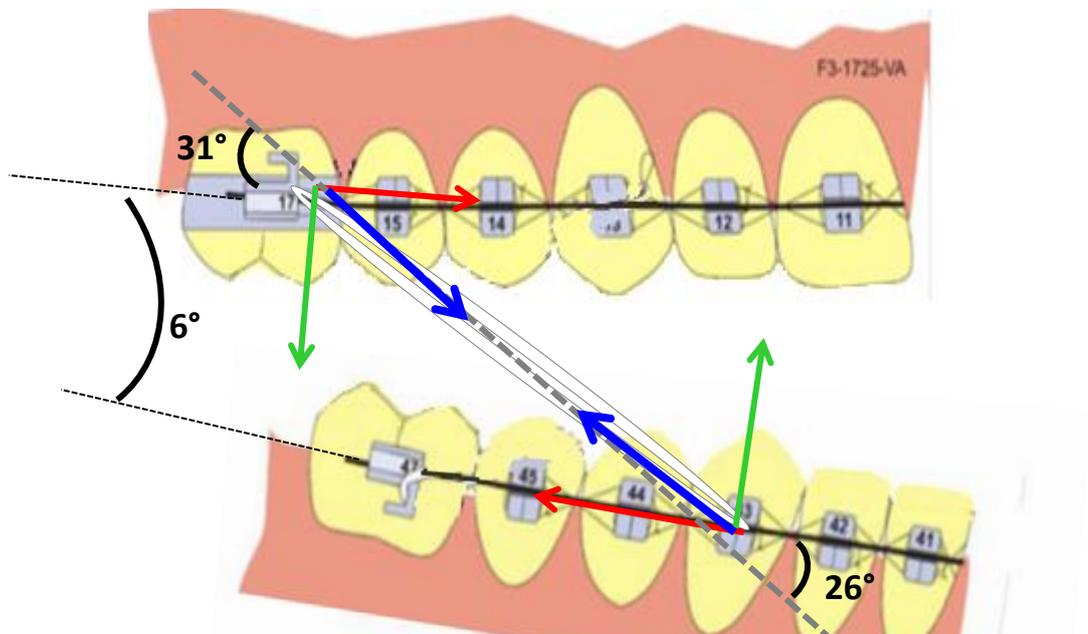
2. Con una apertura bucal de 10mm a nivel de los incisivos, la fuerza aumenta a 160 gramos. Tiene un efecto diferente sobre:

2.1 En la arcada maxilar:

- Fuerza de componente horizontal de distalización es:
 $160\text{sen}31^\circ = 82.4$ gramos.
- Fuerza de componente vertical de extrusión es:
 $160\text{cos}31^\circ = 137.1$ gramos.

2.2 En la arcada mandibular:

- Fuerza de componente horizontal de mesialización es:
 $160\text{sen}26^\circ = 70.1$ gramos.
- Fuerza de componente vertical de extrusión es:
 $160\text{cos}26^\circ = 143.8$ gramos.



3. Con una apertura bucal de 25mm, la fuerza se puede incrementar de nuevo hasta 190 gramos:

3.1 En la arcada maxilar:

→ Fuerza de componente horizontal de distalización es:

$$190\text{sen}44^\circ = 131.9 \text{ gramos.}$$

→ Fuerza de componente vertical de extrusión es:

$$190\text{cos}44^\circ = 136.7 \text{ gramos.}$$

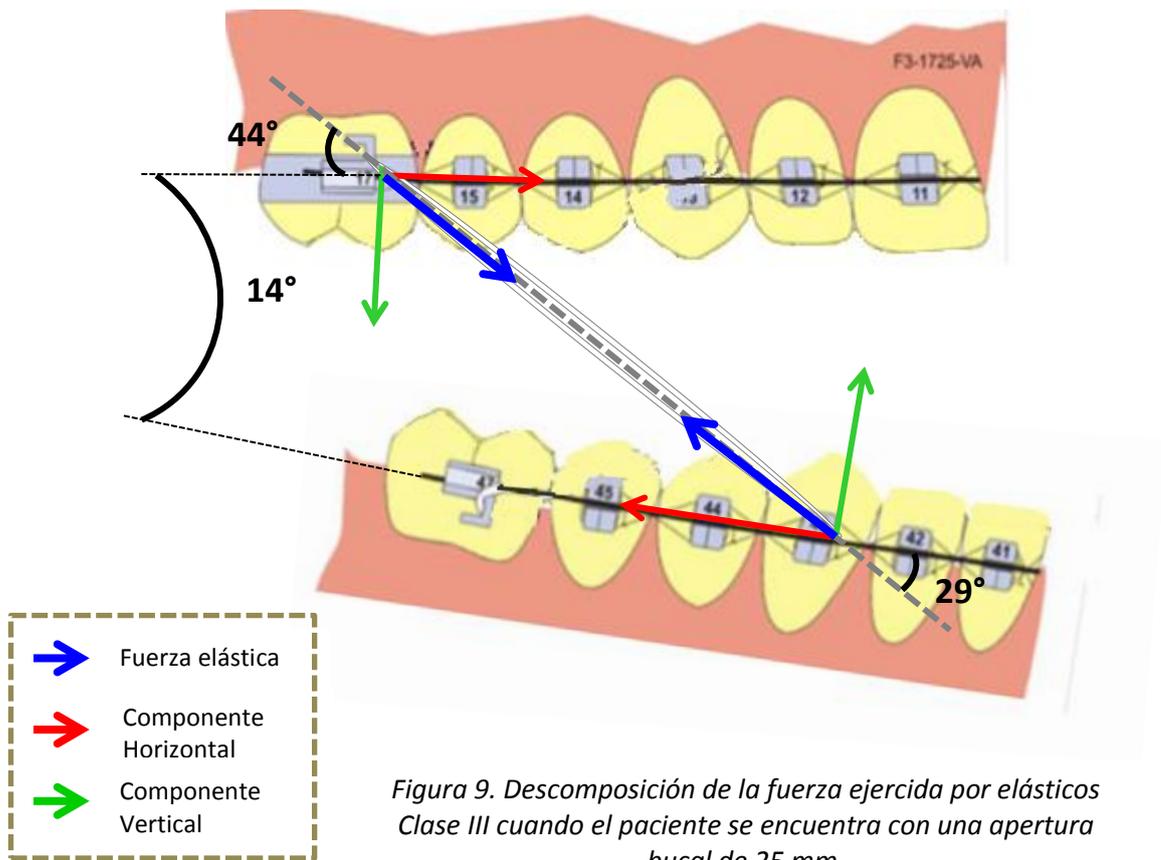
3.2 En la arcada mandibular:

→ Fuerza de componente horizontal de mesialización es:

$$190\text{sen}29^\circ = 92.1 \text{ gramos.}$$

→ Fuerza de componente vertical de extrusión es:

$$190\text{cos}29^\circ = 166.2 \text{ gramos.}$$



b. Indicaciones:

- Relación oclusal de Clase III dentaria con patrón esquelético de mordida profunda
- Mordida cruzada anterior yendo de borde a borde a borde en relación céntrica
- Protrusión de incisivos inferiores en los que se necesita el cierre y retracción de espacio.
- Máximo anclaje inferior.
- Corrección de una desviación de línea media.

c. Problemas:

- Problemas periodontales
- Problemas biomecánicos como la inclinación lingual o la extrusión excesiva de los incisivos inferiores.

2.2.1.7.7.4 Elásticos intermaxilares específicos:

- **Elástico en forma de U:**

Este elástico tiene un efecto de extrusión en sólo un arco dentario. De manera que puede ser usado con un arco segmentado al arco antagonista y puede ser usado de forma invertida.²⁹



Figura 10. Elástico en forma de U.

- **Elástico rectangular o en caja:**

Los elásticos rectangulares o en caja pueden ser colocados en la región anterior o posterior; ayudan a provocar la extrusión y mejoran la intercuspidadación.

Está bien indicado para cerrar espacios, extruir un segmento de los arcos dentales e interdigitar, cerrar mordidas anteriores y posteriores, mejorar el overbite y overjet, así que pueden ser colocados en clase I, clase II y clase III.^{27, 29}



Figura 11. Elásticos en caja clase II.



Figura 12. Elásticos en caja clase III.

- ***Elástico delta:***

Este elástico tiene una forma de triángulo y ayuda en el mejoramiento de la intercuspidación; es un triángulo corto de componente vertical extrusivo para un solo diente en infraoclusión²⁹ o

ectópico.²⁷. En el vértice del triángulo se produce una fuerza mayor que en la base y por este motivo se utilizan para extruir un solo diente. Se anclan en premolares y caninos. Los más utilizados son los de 1/8 y 1/4 de pulgada y 6 oz de fuerza.²³



Figura 13.
Elástico delta.

- **Elástico en "V":**

Este elástico tiene un componente vertical de extrusión ligera. Puede ser usado para extruir un diente del plano oclusal.²⁹

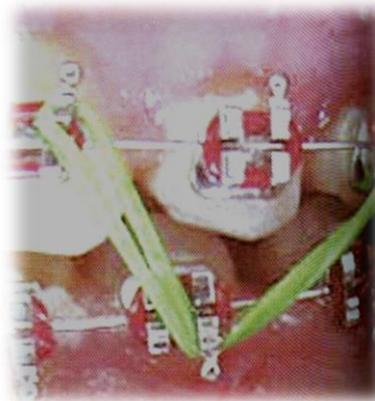


Figura 14.
Elásticos en "V".

- **Elástico en "M" o en "W":**

Se utilizan elásticos de 5/15, en las etapas de finalización del tratamiento de ortodoncia, sobre alambres flexibles redondos o rectangulares completos o seccionados. Sirven para mejorar la

relación intercuspidea en la región de los molares, los premolares y los caninos. Se colocan en forma de zigzag formando una “M” cuando se requiere un vector de fuerza de clase III y una “W” en casos de clase II.²³

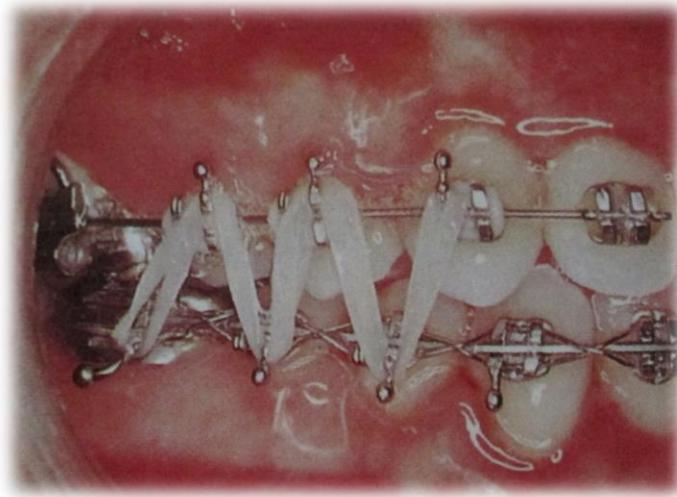


Figura 15. Elásticos en M o W

○ ***Elásticos en trapecio:***

Se utilizan en las etapas finales del tratamiento y en alambres redondos y rectangulares rígidos y flexibles de mediano y de calibre grueso. Los más utilizados son los de $\frac{1}{4}$ y $\frac{5}{16}$ de pulgada y 6 o de fuerza. Tienen como propósito incrementar la extrusión de los incisivos maxilares y mandibulares que son los sitios en donde se anclan.²³

- En forma de trapecio anterior con vector clase II: Une los incisivos centrales superiores y con los incisivos laterales inferiores.
- En forma de trapecio anterior con vector clase III: Une los incisivos laterales superiores y con los incisivos centrales inferiores.



- **Elásticos cruzados:**

Se utilizan en mordidas cruzadas de tipo dental que comprometan uno o más dientes, se anclan en vestibular y en lingual y tienen efectos secundarios verticales que deben ser controlados, para evitar contactos prematuros fuertes en oclusión.²³



Figura 17. Elásticos cruzados.

2.2.1.8 VENTAJAS: ^{29, 30}

- Son colocados y retirados por el paciente.
- Descartados después de su uso.
- No requieren la activación por el ortodoncista.

- Aumenta su efecto por los movimientos mandibulares (masticación y fonación).
- Se pueden cambiar por prescripción (1,2,3 veces al día o por las noches.)

2.2.1.9 DESVENTAJAS: ³⁰

- Deterioro y pérdida de elasticidad.
- Cualquier elástico usado en la boca está afectado por: pH del ambiente bucal, saliva, placa bacteriana, tiempo, alimentos y bebidas.
- La absorción de la humedad hincha el elástico y lo hace maloliente.
- Después de usarlo 24 horas puede despedir mal olor
- Se pueden producir fuerzas variables impredecibles si no se explica la prescripción y se controla correctamente.
- La fuerza ejercida no es constante y depende de la cooperación del paciente.
- Los elásticos pueden estar incorrectamente ubicados, perjudicando el efecto biomecánico del aparato.
- Cooperación irregular del paciente.
- El uso de elásticos intermaxilares ha sido asociado a la ocurrencia de reabsorciones radiculares externas

2.2.1.10 Marcas comerciales

- GAC: Intraorales y extraorales

Intraorales: Hechos de látex natural. Identificado por países para un reconocimiento fácil para los pacientes. Cada paquete de elásticos contiene

un colocador de elásticos. Disponibles en bolsas de 100 unidades. Fuerzas disponible de 4 y 6 onzas.³¹

- **American Orthodontics:**

Vienen 100 elásticos de látex por paquete. Sus empaquetes presentan diversos animales que están en peligro y son amenazados en todo el mundo. Este incentivo adicional de participar con la preservación de la vida de estos animales puede ser la motivación para obtener los pacientes a llevar sus elásticos.³²

- **ORMCO: Zoo pack elásticos**

Látex quirúrgico de alta calidad. Fuerza tracción consistente. Evaluación de fuerza realizada al estirar el elástico tres veces su diámetro. Disponibles en variados Paquetes de Colores en 10 diferentes tamaños. Cada paquete contiene 100 elásticos.³³

- **3M Unitek:**

Son fabricados de látex de diversos tamaños (diámetro interno) y fuerzas. Cada bolsa contiene 100 elásticos.³⁴

- **RMO:**

Son anillos de látex de primera calidad. Altamente resistentes en boca, se activan por tensión generando fuerzas uniformes y constantes en correcciones transversales y sagitales. RMO produce 36 tipos de elásticos de 8 diámetros y 7 calibres de fuerza. Fácil identificación mediante

ilustraciones de medios de transporte. Cada bolsita contiene 100 elásticos, con cierre zip.³⁵

2.3 Definición de términos:

- Elásticos de látex: Material activo compuesto de caucho usado como recurso auxiliar en los tratamientos ortodónticos.
- Degradación de la magnitud de la fuerza: Medida que se obtiene a través del dinamómetro al estirar el elástico en diferentes tiempos establecidos (gr).
- Tiempo de uso empleado: Tiempo transcurrido desde que se estira el elástico hasta que se retirar de su posición para ser medido.

2.4 Hipótesis

2.4.1 Hipótesis General:

Existen diferencias entre la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de ortodoncia según el tiempo de uso empleado.

2.4.2 Hipótesis Específicas:

- La magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/8 de pulgada de 4oz disminuye después de las 5, 11 y 23 horas de haber sido estirados.
- La magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 3/16 de pulgada y 6oz va disminuye después de las 5, 11 y 23 horas de haber sido estirados.
- La magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/4 de pulgada y 4oz disminuye después de las 5, 11 y 23 horas de haber sido estirados.

2.5 Operacionalización de variables:

VARIABLE	VARIABLE	DEFINICIÓN	DIMENSIÓN	INDICADOR	CATEGORÍA	INSTRUMENTO	ESCALA
Independiente	Tiempo de uso del elástico	Tiempo en el que los elásticos se mantienen estirados.	—	Horas (h)	5 horas 11 horas 23 horas	Cronómetro	Razón
Dependiente	Degradación de la magnitud de la fuerza elástica	Medida que se obtiene a partir de estirar los diferentes elásticos de látex.	1/8 4oz	Centi-Newton (cN)	—	Dinamómetro	Cuantitativa Razón
			3/16 6oz				
			1/4 4oz				

III. METODOLOGÍA:

3.1 Tipo de investigación:

Estudio experimental, in vitro y longitudinal.

3.2 Muestra:

60 elásticos de látex de ortodoncia.

Muestreo: Probabilístico

El tamaño de la muestra para cada uno de los grupos se determinó mediante la fórmula:

$$n = \frac{Z_{1-\alpha/2}^2 * p * q}{d^2}$$

Donde:

n: elásticos necesarios en cada una de las muestras

α : Máximo error tipo I

Z (1- $\alpha/2$): Nivel de confianza

p: Proporción esperada

q: Complemento d p (1-p)

d: precisión

Para un nivel de seguridad del 95 % el $\alpha = 1,96$; la proporción esperada es de 0,28 y por lo tanto q será del 0,72. La precisión deseada fue 0.2.

$$n = \frac{1.96^2 * 0.28 * 0.72}{0.2^2}$$

$$n = 19.22$$

Cada grupo se conformó de por lo menos 20 elásticos.

Unidad de muestreo:

- 20 elásticos de látex de 1/8 de pulgada y 4 oz de fuerza.
- 20 elásticos de látex de 3/16 de pulgada y 6 oz de fuerza.
- 20 elásticos de látex de 1/4 de pulgada y 4 oz de fuerza.

3.3 Procedimiento y técnica:

Se realizó un entrenamiento y calibración del investigador con un docente especialista en la medición de la magnitud de la fuerza. Para determinar el nivel de concordancia se aplicó el Índice de Correlación Intraclase a una muestra de 25 ligas obteniéndose un valor de 0,99 (valor $p < 0,001$) lo que indica una fuerza de concordancia muy buena. (Anexo n°1 y n°2)

Se realizó una prueba piloto previa para así poder determinar los intervalos de tiempo en los que se midió los elásticos.

En la ejecución propiamente dicha, se utilizaron 60 unidades de elásticos de látex de ortodoncia de la marca GAC y fueron divididos en tres grupos: Grupo A: 20 elásticos de 1/8 (3,2mm) de pulgada y 4oz (122gr), Grupo B: 20 elásticos de 3/16 (4,8mm) de pulgada y 6oz (184gr) y Grupo C: 20 elásticos de 1/4 (6.4mm) de pulgada y 4oz (122gr). Estos estuvieron almacenados en paquetes de plásticos sellados. (Anexo n°3)

Se preparó una maqueta que consistió en fijar pines metálicos, (un par para cada elásticos) sobre un tablero de plásticos a diferentes distancias (3 veces el diámetro interno de los elásticos) haciendo uso de un vernier (Mitutoyo®, Japón). Posteriormente esta maqueta fue sumergida dentro de una máquina de baño maría (Mermmet ®, 10L, Alemania), a la cual previamente se le había llenado con 10 litros de agua destilada y colocado a una temperatura de 37°. (Anexo n°4)

Ya a la temperatura a 37° se procedió a colocar la maqueta dentro de la máquina de baño maría; luego se realizó las medición de las magnitudes de las fuerzas iniciales de los elásticos (F_{A0} , F_{B0} y F_{C0}) haciendo uso del instrumentos de medición: dinamómetro (Gauge Correx®, 250g, Suiza); posteriormente fueron colocados en los pines, con intervalos de 30 segundos por elásticos. (Anexo n°5)

A continuación se realizó:

Grupo A: formado por 20 elásticos de 1/8 de pulgada y 4 oz a los que se les registró la magnitud de su fuerza inicial (F_{A0}). Después de 5 horas de haber sido colocados en el tanque fueron retirados y se procedió a medir la magnitud de la degradación de la fuerza hasta ese momento con el dinamómetro y fueron registrados (F_{A1}), luego de esto se dejaron al medio ambiente por 1 hora. Posteriormente se volvieron a colocar entre los pines con intervalos de 30 segundos y fueron sumergidos nuevamente al tanque por 6 horas más; se repitió el procedimiento y se registraron por segunda vez (F_{A2}), luego se dejaron nuevamente al medio ambiente por 1 hora. Finalmente volvieron a ser colocados entre los pines para ser sumergidos al tanque por 11 horas, luego fueron retirados y medidos por última vez (F_{A3}).

Grupo B: formado por 20 elásticos de 3/16 de pulgada y 6oz a quienes se les registró la magnitud de su fuerza inicial (F_{B0}). Después de 5 horas de haber sido colocados en el tanque fueron retirados y se procedió a medir la magnitud de la degradación de la fuerza hasta ese momento con el dinamómetro y fueron registrados (F_{B1}), luego de esto se dejaron al medio ambiente por 1 hora. Posteriormente se volvieron a colocar entre los pines con intervalos de 30 segundos y fueron sumergidos nuevamente al tanque por 6 horas más; se repitió el procedimiento y se registraron por segunda vez (F_{B2}), luego se dejaron nuevamente al medio ambiente por 1 hora. Finalmente volvieron a ser colocados entre los pines para ser sumergidos al tanque por 11 horas, luego fueron retirados y medidos por última vez (F_{B3}).

Grupo C: formado por 20 elásticos de 1/4 de pulgada y 4oz a quienes se les registró la magnitud de su fuerza inicial (F_{C0}). Después de 5 horas de haber sido colocados en el tanque fueron retirados y se procedió a medir la magnitud de la degradación de la fuerza hasta ese momento con el dinamómetro y fueron registrados (F_{C1}), luego de esto se dejaron al medio ambiente por 1 hora. Posteriormente se volvieron a colocar entre los pines con intervalos de 30 segundos y fueron sumergidos nuevamente al tanque por 6 horas más; se repitió el procedimiento y se registraron por segunda vez (F_{C2}), luego se dejaron nuevamente al medio ambiente por 1 hora. Finalmente volvieron a ser colocados entre los pines para ser sumergidos al tanque por 11 horas, luego fueron retirados y medidos por última vez (F_{C3}). (Anexo n°6)

3.4 Procesamiento de datos:

Los datos obtenidos de la medición de las magnitudes de las fuerzas fueron registrados en fichas (Anexo N°7).

La tabulación de datos se realizó en una lap top Intel Core i5 con Windows 7, mediante el Software SPSS versión 21.0, los datos fueron organizados en tablas de análisis descriptivo e inferencial.

3.5 Análisis de resultados:

El procesamiento y análisis estadístico de la información se realizó a través del programa estadístico programa SPSS versión 21.0 para Windows

El análisis descriptivo de la variable dependiente (degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos) para cada uno de los momentos evaluados se realizó en los tres grupos de estudio por medio de los valores mínimo, máximo, media y desviación estándar.

Para el análisis inferencial, primero se empleó la prueba de esfericidad de Mauchly para determinar si las varianzas de las diferencias entre cada dos niveles del factor (variable dependiente) eran iguales. Luego, para comparar la degradación de la fuerza de los elásticos en los diferentes momentos de evaluación para cada uno de los grupos de estudio se empleó la prueba Anova de un factor con medidas repetidas, luego se realizaron las comparaciones por pares de los distintos niveles del factor por medio de la prueba de Bonferroni. Todas las pruebas fueron trabajadas a un nivel de significancia de 5%.

IV. RESULTADOS

4.1 Análisis Descriptivo

TABLA 1. Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/8 de pulgada y 4oz después de 0, 5, 11 y 23 horas.

Tiempo (h)	N	Mínimo (cN)	Máximo (cN)	Media (cN)	DE*
0	20	107,9	154,5	132,8	13,1
5	20	78,5	125	105,8	12,2
11	20	78,5	120,1	103,8	11,6
23	20	78,5	120,1	101,4	12,6

* DE: Desviación estándar

La degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos intermaxilares de 1/8 pulgada y 4oz fue: después de 5 horas, 27cN (20,3%); después de 11 horas, 29cN (21,8%) y finalmente después de 23 horas, 31,4 cN (23.6%).

TABLA 2. Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 3/16 de pulgada y 6oz después de 0, 5, 11 y 23 horas.

Tiempo (h)	N	Mínimo (cN)	Máximo (cN)	Media (cN)	DE*
0	20	161,8	196,1	177,7	8,1
5	20	134,8	161,8	149,7	7,6
11	20	132,4	154,5	144,4	6,3
23	20	127,5	147,1	140,6	6,7

* DE: Desviación estándar

La degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos intermaxilares de 3/16 de pulgada y 6oz fue: después de 5 horas, 28cN (15.8%); en 11 horas, 33,3cN (18.7%) y finalmente en 23 horas, 37,1cN (20,9%).

TABLA 3. Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/4 de pulgada y 4oz después de 0, 5, 11 y 23 horas.

Tiempo (h)	N	Mínimo (cN)	Máximo (cN)	Media (cN)	DE*
0	20	100,5	127,5	116,1	7,7
5	20	83,4	110,3	96	8,1
11	20	83,4	107,9	92,3	7,4
23	20	78,5	107,9	90,5	7,9

* DE: Desviación estándar

La degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos intermaxilares de 1/4 de pulgada y 4oz fue: después de 5 horas, 20,1cN (17,3%); en 11 horas, 23,8cN (20,5%) y finalmente en 23 horas, 25,6cN (22%).

TABLA 4. Porcentaje de la degradación de la magnitud de la fuerza de los diferentes tipos de elásticos de látex según el tiempo empleado.

Tipo de Elástico	Porcentaje de degradación de la magnitud de la fuerza				
	n	0 – 5h	5 – 11 h	11 – 23 h	Total
1/8 4oz	20	20%	1,5%	1,8%	23,4%
3/16 6oz	20	15,6%	3%	2,1%	20,7%
1/4 4oz	20	17%	3,2%	1,6%	21,7%

El porcentaje de degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de 1/8 de pulgada y 4oz después de 23 horas es de 23,4%; de los elásticos de 3/16 de pulgada y 6oz es 20,7% y de los elásticos 1/4 de pulgada y 4oz es 21,7%.

4.2 Análisis Inferencial

TABLA 5. Prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas para la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/8 de pulgada y 4oz.

Tiempo (h)	N	Media	DE*	Valor P**
0h	20	132,8	13,1	<0.001
5h	20	105,8	12,2	<0.001
11h	20	103,8	11,6	<0.001
23h	20	101,4	12,6	<0.001

* DE: Desviación estándar

** Prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas

Para determinar la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos intermaxilares de 1/8 de pulgada y 4oz a través del tiempo de uso empleado en ortodoncia hicimos uso de la prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas; donde encontramos, como observamos en la tabla 5, que sí existe diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.0001$).

TABLA 6. Comparación por pares de la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/8 de pulgada y 4oz según del tiempo de uso empleado.

Tiempo (h): I – J		N	Media	DE*	Valor P**
0h	5h	20	26.9	2.5	<0.001
	11h	20	28.9	2.6	<0.001
	23h	20	31.4	2.9	<0.001
5h	0h	20	26.9	2.6	<0.001
	11h	20	1.9	0.5	<0.01
	23h	20	4.4	0.9	<0.001
11h	0h	20	28.9	2.6	<0.001
	5h	20	1.9	0.5	<0.01
	23h	20	2.4	0.6	<0.01
23h	0h	20	31.4	2.9	<0.001
	5h	20	4.4	0.9	<0.001
	11h	20	2.4	0.6	<0.01

* DE: Desviación estándar

** Prueba de Bonferroni – Comparación por pares

En cuanto a las comparaciones por pares entre los diferentes momentos se usó la prueba de Bonferroni, donde pudimos observar que sí existen diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.001$) entre la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex 1/8 de pulgada y 4oz y el tiempo de uso empleado, salvo en dos situaciones (5h-11h; 11h-23h) donde se observó que sí existe diferencias estadísticas muy significativas.

TABLA 7. Prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas para la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 3/16 de pulgada y 6oz.

Tiempo (h)	N	Media	DE*	Valor P**
0h	20	177,7	8,1	<0.001
5h	20	149,7	7,6	<0.001
11h	20	144,4	6,3	<0.001
23h	20	140,6	6,7	<0.001

* DE: Desviación estándar

** Prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas

Para determinar la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos intermaxilares de 3/16 de pulgada y 6oz a través del tiempo de uso empleado en ortodoncia hicimos uso de la prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas; donde encontramos, como observamos en la tabla 7, que sí existe diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.001$).

TABLA 8. Comparación por pares de la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 3/16 de pulgada y 6oz según del tiempo de uso empleado

Tiempo (h): I – J		N	Media	DE*	Valor P**
0h	5h	20	28.1	2.7	<0.001
	11h	20	33.3	2.4	<0.001
	23h	20	37.1	2.5	<0.001
5h	0h	20	28.1	2.7	<0.001
	11h	20	5.3	0.9	<0.001
	23h	20	9.1	0.8	<0.001
11h	0h	20	33.3	2.4	<0.001
	5h	20	5.3	0.9	<0.001
	23h	20	3.8	0.8	<0.01
23h	0h	20	37.1	2.5	<0.001
	5h	20	9.1	0.8	<0.001
	11h	20	3.8	0.8	<0.01

* DE: Desviación estándar

** Prueba de Bonferroni – Comparación por pares

En cuanto a las comparaciones por pares entre los diferentes momentos se usó la prueba de Bonferroni, donde pudimos observar que sí existen diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.001$) entre la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 3/16 pulgadas y 6oz y el tiempo de uso empleado, salvo en una situación (11h-23h) donde se observó que sí existe diferencias estadísticas muy significativas.

TABLA 9. Prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas para la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex 1/4 de pulgada y 4oz.

Tiempo (h)	n	Media	DE*	Valor P**
0h	20	116,1	7,7	<0.001
5h	20	96	8,1	<0.001
11h	20	92,3	7,4	<0.001
23h	20	90,5	7,9	<0.001

* DE: Desviación estándar

** Prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas

Para determinar la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos intermaxilares de 1/4 de pulgada de 4oz a través del tiempo de uso empleado en ortodoncia hicimos uso de la prueba de ANOVA de un factor con medidas repetidas; donde encontramos, como observamos en la tabla 9, que sí existe diferencia estadística altamente significativa ($p < 0.000.1$).

TABLA 10. Comparación por pares de la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/4 de pulgada y 4oz según del tiempo de uso empleado.

Tiempo (h): I – J		n	Media	DE*	Valor P**
0h	5h	20	20.1	2.5	<0.001
	11h	20	23.8	2.3	<0.001
	23h	20	25.6	2.4	<0.001
5h	0h	20	20.1	2.5	<0.001
	11h	20	3.7	0.4	<0.001
	23h	20	5.5	0.7	<0.001
11h	0h	20	23.8	2.3	<0.001
	5h	20	3.7	0.4	<0.001
	23h	20	1.8	0.5	<0.01
23h	0h	20	25.6	2.4	<0.001
	5h	20	5.5	0.7	<0.001
	11h	20	1.8	0.5	<0.01

* DE: Desviación estándar

** Prueba de Bonferroni – Comparación por pares

En cuanto a las comparaciones por pares entre los diferentes momentos se usó la prueba de Bonferroni, donde pudimos observar que sí existen diferencias estadísticas altamente significativas ($p < 0.001$) entre la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/4 de pulgada y 4oz y el tiempo de uso empleado, salvo en una situación (11h-23h) donde se observó que sí existe diferencias estadísticas muy significativas.

V. DISCUSIÓN

Diferentes ambientes tienen diferentes efectos sobre las propiedades de los elásticos de látex de ortodoncia, sobre todo porque el ambiente bucal tiene el potencial para desintegrar tales polímeros. En estudios anteriores, donde la mayoría de los estudios fueron *in vitro*, las condiciones experimentales pudieron ser controladas con precisión y los resultados también fueron reproducibles. Sin embargo, en la cavidad bucal, las características de los elásticos se ven afectadas por muchos factores, tales como las actividades bucales, el medio húmedo, las fluctuaciones de pH, acción enzimática, microbiana, la temperatura y otros factores. Por lo tanto, la prueba sencilla *in vitro* no es capaz de representar las aplicaciones clínicas reales. En el estudio, algunas variables, tales como el medio húmedo, la temperatura de 37°C, el estiramiento y el tiempo en que los pacientes hacen uso de los elásticos de ortodoncia, se tuvieron en cuenta.

Paulich declaró que la pérdida de fuerza de los elásticos se relaciona con los entornos experimentales³⁶. Ash y Nikolai sugirieron que una disminución de la magnitud de la fuerza más alta se observó con una temperatura de 37°C del agua en comparación con el mismo aire de temperatura³⁷. López et al. Confirmaron estos resultados¹⁸. Wang concluyó que el aire seco causó menor pérdida de la magnitud de la fuerza. Por el contrario, Bales et al. No informaron diferencias entre las fuerzas generadas por los elásticos en ambientes secos y húmedos³⁸. Por lo tanto, no hay consenso sobre el ambiente óptimo para experimentar los elásticos de ortodoncia. La magnitud de la fuerza inicial en este estudio se determinó en un medio seco a temperatura ambiente debido a que los elásticos se mantienen normalmente en estas condiciones y luego el

experimento en sí se realizó en medio líquido a una temperatura de 37° para que de esta manera podamos simular las condiciones del medio bucal.

En algunos estudios se han descrito que las distancias en las que se estiraron los elásticos van de 20 a 40 mm como sugirieron Wang et al.⁶, debido a que estas distancias representan el rango de extensiones elásticas en uso clínico común y son similares al estudio de Andreasen et al. Quienes consideraron que van de 20 a 50 mm¹³. Kersey y Russell consideran los valores de las fuerzas proporcionadas por los fabricantes como los patrones estándar de las cargas y extensiones que es dos o tres veces el diámetro interno de los elásticos^{10,20,21}. Por lo tanto, en nuestro estudio, se tomó en cuenta estas últimas referencias debido a que los fabricantes realizan estudios previos antes de sacar un producto al mercado; por lo que la extensión de los elásticos fue de tres veces el diámetro interno, como indican los fabricantes.

Wang, Fernandes, Gioka, Sauget, Alavi, Lacerda, López, Bertoncini y entre otros evaluaron la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de ortodoncia en diferentes intervalos de tiempo (cada 0, 1, 3, 6, 12 y 24 horas o cada 0,5, 1, 2, 3, 6, 9, 12, 18, 24, 36, y 48 horas, entre otros), no siendo estos empleados realmente por los pacientes en la clínica; por lo que este estudio sí se tomó en cuenta intervalos de tiempo empleados por los pacientes que usan estos tipos de elásticos (cada 5, 11 y 23 horas) durante un día.

Kersey et al. Realizaron un estudio in vitro donde utilizaron modelos experimentales dinámicos en el que los movimientos de apertura y cierre de la boca eran simulados.²⁰ Para el presente estudio, se eligió un modelo experimental estático basado en los resultados de Kanchana et al. Y Teixeira et al.^{5,11} quienes demostraron que el estiramiento dinámico sólo aumenta la degradación de la fuerza en la primera hora del experimento y por lo tanto no influye significativamente en los elásticos.¹¹

La degradación de la magnitud de la fuerza no fue evaluada en periodos de más de 24 horas debido a las tendencias clínicas.^{6, 11, 12} En la práctica clínica, los pacientes suelen descartar los elásticos después de 1 día de uso.⁶ Liu et al. Sugirieron que la degradación de la magnitud de la fuerza era notablemente estable después de un 1 día de uso de elásticos debido a los cambios estructurales causados por el estiramiento repetido.⁴⁰ Además, la magnitud de la fuerza fue relativamente pequeña en promedio de 2% a 6% en el segundo día de uso clínico y se mantuvo relativamente constante durante unos pocos días. Otros estudios confirmaron que después de 24 horas, la degradación de la magnitud fuerza podría ser considerada no significativa.^{13, 14} Por lo tanto en nuestro estudio, el tiempo en el que se realizó el experimento fue de 23 horas ya que es el tiempo aproximado en el que los pacientes usan los elásticos en un día.

Los tipos de elástico usados en este estudio fueron de 1/8 de pulgada y 4 oz, 3/16 de pulgada y 6oz y 1/4 de pulgada y 4oz y todos de la marca GAC, debido a que son los más usados dentro de la clínica universitaria de posgrado de la facultad de odontología de la UNMSM. En otros estudios han hecho uso de diferentes marcas tales como: American Orthodontics, TP Orthodontics,

Morelli, Forestadent, Dentaurem, Ortho Technology, Glenroe, ORMCO.^{2,4,5,6,8,190,11,14,15,16,20,21}

En este estudio, hubo una diferencia estadísticamente significativa en la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de ortodoncia de los diferentes tipos de elásticos, según su diámetro, con respecto al tiempo de uso empleado. La gran caída de la magnitud de la fuerza fue durante el periodo de 0 a 5 horas, que fue de un promedio del 20% para los elásticos de 1/8 de pulgada y 4 oz; 15,6% para los elásticos de 3/16 de pulgada y 6oz y de 17% para los de 1/4 de pulgada y 4oz y coincide con los resultados obtenidos por Gioka y Alavi.^{14, 16} Después de 5 horas, la degradación de la magnitud de la fuerza fue más lento; pudiendo observar que la medición luego de las 11 horas fue: de los elásticos de 1/8 de pulgada y 4 oz cayeron en un 21,5%; los de 3/16 de pulgada y 6oz, 18,6% y los de 1/4 de pulgada y 4oz, 20,3%. Fernandes et al. Obtuvieron resultados similares, quienes concluyeron que la degradación de la magnitud de la fuerza se hizo más lenta después de las 6 horas. Esto se debió a que las propiedades de los elásticos fueron alterados por la presencia del agua, la temperatura, la absorción de la humedad y el tiempo de la aplicación de la fuerza.

La evaluación de la degradación de la magnitud de la fuerza después de 23 horas fue del 23,4% para los elásticos de 1/8 de pulgada y 4 oz; de 20,7% para los de 3/16 de pulgada y 6oz y de 21,7% para los de 1/4 de pulgada y 4oz. No hay estudios con resultados después de 23 horas de haber sido estirados, ya que los estudios hacen las mediciones luego de 1 día, por lo que Kersey et al. Informaron que el 17% de degradación de la magnitud de la fuerza después de 24 horas en el ensayo estático para elásticos de 1/4 de pulgada y 4,5oz²⁰, esta diferencia de los resultados pueden deberse a las distintas marcas usadas

y diferentes fuerzas que ejercen los elásticos (4oz y 4,5oz). Así mismo, Russell et al. Reportaron que el 20% y 43% la degradación de la magnitud de la fuerza fueron para elásticos 3/16 de pulgada y 6oz de látex y no látex respectivamente, siendo similar a los resultados de este estudio¹⁰, debido a que ambos han usado los mismos tipos de elásticos (3/16 de pulgada y 6oz).

VI. CONCLUSIONES

De los resultados y análisis previos se puede concluir que:

- Existen diferencias estadísticamente significativa entre la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex y el tiempo de uso empleado
- La magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/8 de pulgada y 4oz disminuye después de las 5, 11 y 23 horas de haber sido estirados.
- La magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 3/16 de pulgada y 6oz va disminuye después de las 5, 11 y 23 horas de haber sido estirados.
- La magnitud de la fuerza de los elásticos de látex de 1/4 de pulgada y 4oz disminuye después de las 5, 11 y 23 horas de haber sido estirados.
- La mayor degradación de la magnitud de la fuerza se produjo dentro de las primeras 5 horas, independientemente del tipo de elástico de látex empleado.
- De los tres tipos de elásticos usados en nuestro estudio, los de 3/16 de pulgada y 6oz fueron los que obtuvieron una menor degradación de la magnitud de la fuerza en las primeras 5 horas.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios utilizando un tamaño más amplio de muestra.
- Como resultado de las alergias al látex, los elásticos ortodónticos intermaxilares sin látex son cada vez más populares, por lo que se recomienda que se realicen estudios de este tipo de elásticos y compararlos con los de látex.
- Se recomienda realizar estudios en las que se tomen en cuenta otras condiciones presentes en la cavidad bucal tales como: presencia de saliva artificial, variaciones de pH y/o influencia de la dieta.
- Se plantea realizar más estudios que evalúen la degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos tanto de látex como sin látex en condiciones intraorales (clínicos).
- Se recomienda realizar estudios similares en donde la extensión de los elásticos sean las distancias presentes en los pacientes en la práctica clínica.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Ramos M. Comparación de las propiedades mecánicas de tres marcas de arcos ortodóncicos de níquel-titanio termoactivados. Estudio in vitro (tesis). (Perú): Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2010.116p
2. Leão J. et al. Influence of different beverages on the force degradation of intermaxillary elastics: an in vitro study. *Appl Oral Sci.*2013 Ene 30;21(2):145-149
3. Newgman R. Biomêcanica dos elásticos intermaxilares na ortodontia: Classe II e Classe III (tesis). (Brasil): Instituto de ciências da saúde Funorte/soebras; 2010.37p
4. M. Hanson and D. Lobner. In vitro neuronal cytotoxicity of latex and nonlatex orthodontic elastics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.*2004;126(8):65–70
5. Teixeira L, et al. The environmental influence of Light Coke, phosphoric acid and citric acid on elastomeric chains. *J Contemp Dent Pract.* 2008;9(3):17-24.
6. 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(5):688-693.

7. Singh V. et al. Elastics in orthodontics: a review. *Health Renaissance*, January-April 2012;10(1):49-56.
8. Fernandes D. et al. Force relaxation characteristics of medium force orthodontic latex elastics: a pilot study. *Angle Orthod.* 2011;81:812-819.
9. Barrie WJ, Spence JA. Elastics: their properties and clinical applications in orthodontic fixed appliance therapy. *Br. J. Orthod.* 1974;1(3):167–171.
10. Russell KA, Milne AD, Khanna RA, Lee JM. In vitro assessment of the mechanical properties of latex and nonlatex orthodontic elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2001;120(8):36–44.
11. Kanchana P, Godfrey K. Calibration of force extension and force degradation characteristics of orthodontic latex elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2000;118:280–287.
12. Beattie S, Monaghan P. An *in vitro* study simulating effects of daily diet and patient elastic band change compliance on orthodontic latex elastics. *Angle Orthod.* 2004;74:234–239.
13. Andreasen GF, Bishara S. Comparison of elastik chains with elastics involved with intra-arch molar to molar forces. *Angle Orthod.* 1970;40:151-8.
14. Gioka C, Zinelis S, Eliades T, Eliades G. Orthodontic latex elastics: a force relaxation study. *Angle Orthod.* 2006;80(5):988-994.

15. Sauget PS, Stewart KT, Katona TR. The effect of pH levels on nonlatex vs latex interarch elastics. *Angle Orthod.* 2011 May 24;81(6):1070-1074.
16. Alavi S, Rahnama A, Hajizadeh F, Haerian A. An In-vitro Comparison of Force Loss of Orthodontic Non-Latex Elastics *Journal of Dentistry.* 2014; 11(1):10-16.
17. Lacerda DS. Melo M, Villela M. The influence of pH levels on mechanical and biological properties of nonlatex and latex elastic. *Angle Orthod.*2012; 82:709–714.
18. López N, Vicente A, Bravo L, Calvo J, Canteras M. In vitro study of force decay of latex and non-latex orthodontic elastics. *European Journal of Orthodontics.* 2012; 34 (12):202–207
19. Bertoncini C, Cioni E, Grampi B, Gandini P. In vitro properties' changes of latex and non-latex orthodontic elastics. *Prog Orthod.* 2006;7(1):76-84.
20. Kersey M, Glover K, Heo G, Raboud D, Major P. A Comparison of Dynamic and Static Testing of Latex and Nonlatex Orthodontic Elastics. *Angle Orthod* 2003;73(2):181–186.
21. Kersey M, Glover K, Heo G, Raboud D, Major P. An in vitro comparison of 4 brands of nonlatex orthodontic elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003; 123(4):401-7.

22. CANUT BRUSOLA J. Ortodoncia Clínica. 2º Edición. México: Editorial Masson; 2000.
23. URIBE RESTREPO G. Udo de elsaticos en ortodoncia. Ortodoncia. Teoría y clínica. Primera Edición. Colombia: Editorial CIB; 2004.267-280.
24. VIAZIS. Atlas de ortodoncia: principios y aplicaciones clínicas. Primera edición. Argentina. Editorial Médica Panamericana. 1995.
25. Newgman Gomes R. Biomêcnica dos elásticos intermaxilares na ortodontia: classe II e classe III (tesis). Brasil: Instituto De Ciências Da Saúde Funorte/Soebras; 2010.
26. Henriques JFC, Hayasaki SM, Henriques RP. Elásticos ortodônticos: como seleccioná-los e utilizá-los de maneira eficaz. J Bras Ortodon Ortop Facial 2003; 8(48):471-5.
27. Langlade M. Optimización de elásticos ortodóncicos. USA: GAC International; 2000.
28. Laquihuanaco G, Nole S. Estructura de elastómeros. Ligaduras elastoméricas y cadenas (tesis). Perú: Universidad Particular Cayetano Heredia. 2012.
29. Rodriguez E, Casasa R. Ortodoncia Contemporánea: Diagnóstico y tratamiento. México: Edit. Amolca; 2005

30. Langlade M. Terapêutica Ortodôntica. 3° Edición. Brasil: Editorial Santos; 1985.
31. Dentshop.pe [Internet] Perú: Tienda de materiales dentales; c2014. Disponible en: <http://www.dentshop.pe/categories/elasticos-intraorales>
32. American ortho.com.mx [Internet]. México: Tienda de materiales dentales; c2014. Disponible en: <http://americanortho.com.mx/wp-content/uploads/2011/11/eslasticos-intra-ctalogo.pdf>
- 33.Ormco.com [Internet]. Perú. C.2014 Disponible en: <http://www.ormco.com/downloads/ormco-spanishproductcatalog-2008.pdf>
34. Multimedia.em.com [Internet]. Perú. Tienda de materiales dentales. C2014. Disponible en: <http://multimedia.3m.com/mws/mediawebserver?66666UuZjcFSLXTt4XMtMxMEEVuQEcuZgVs6EVs6E666666-->
35. Iberorto.com [Internet]. Perú. Tienda de materiales dentales. C2014. Disponible en: <http://www.iberorto.com/p0200.htm>
36. Paulich F. Measuring of orthodontic forces. Am J Orthod Oral Surg 1939 Sep;25(9):817-49.
37. Ash JL, Nikolai RJ. Relaxation of orthodontic elastomeric chains and modules in vitro and in vivo. J Dent Res. 1978 May-Jun;57(5-6):685-90.

38. Bales TR, Chaconas SJ, Caputo AA. Force-extension characteristics of orthodontic elastics. *Am J Orthod.* 1977 Sep.1;72(3):296-302.

39. Hwang CJ, Cha JY. Mechanical and biological comparison of latex and silicon rubber bands. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2003;124:379–386.

40. Liu CC, Wataha JC, Craig RG. The effect of repeated stretching on the force decay and compliance of vulcanized cis-polyisoprene orthodontic elastics,” *Dental Materials*, vol. 9, pp. 37–40, 1993.

IX. ANEXOS

Anexo n°1

Calibración con el docente especialista



Anexo n°2

Coefficiente de correlación intraclassa

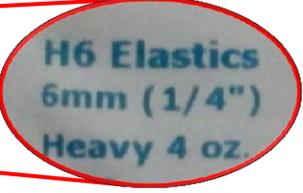
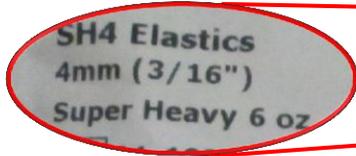
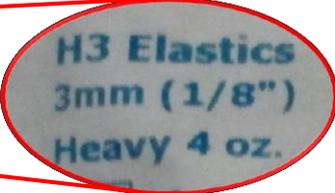
	Correlación intraclassa (a)	Intervalo de confianza 95%		Prueba F con valor verdadero 0			
		Límite inferior	Límite superior	Valor	gl1	gl2	Sig.
Medidas individuales	.984(b)	.964	.993	125.286	24	24	.000
Medidas promedio	.992(c)	.982	.996	125.286	24	24	.000

Se valora de acuerdo a la siguiente tabla:

Valoración de la concordancia según los valores del coeficiente de correlación intraclassa (CCI)	
Valor de CCI	Fuerza de la concordancia
> 0,90	Muy buena
0,71-0,90	Buena
0,51-0,70	Moderada
0,31-0,50	Mediocre
< 0,30	Mala o nula

Anexo n°3

Elásticos Intermaxilares



Anexo n°4

Preparación de la maqueta:

- Materiales:



Tabla de plástico

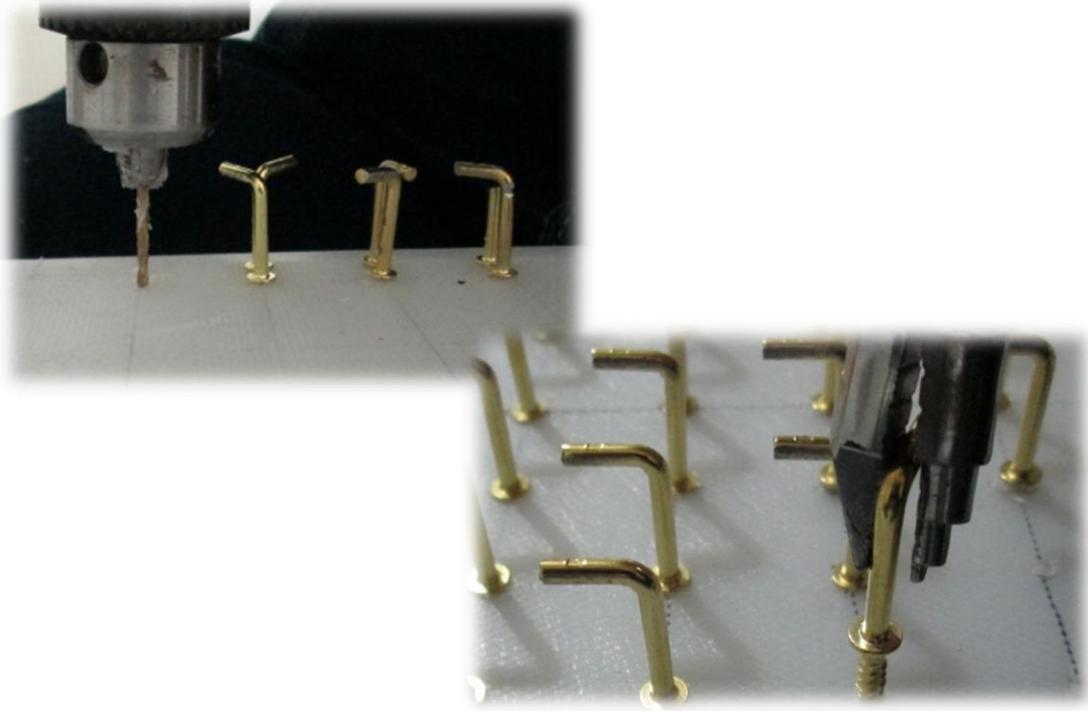


Pines metálicos



Vernier digital (Mitutoyo®).

Colocación de los pines haciendo uso de un taladro para perforar la tabla y con un alicate universal para enroscar los pines.



- Los pines metálicos estaban separados una distancia de tres veces el diámetro interno dependiendo del tipo de elástico.



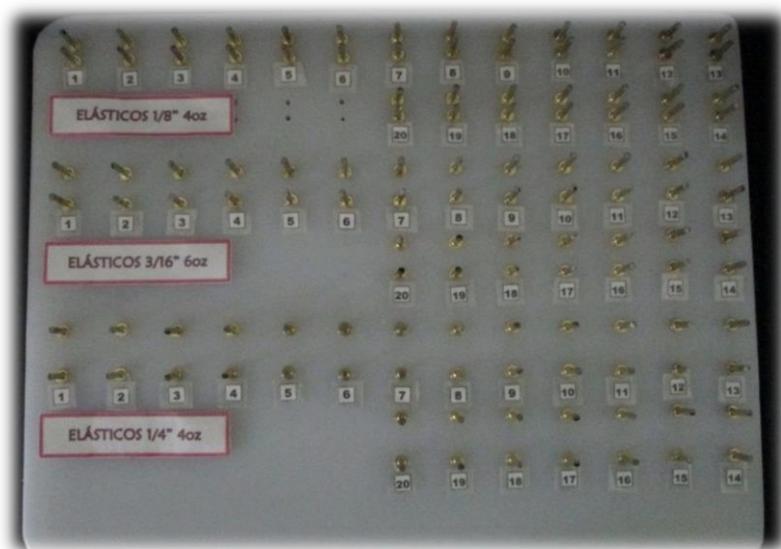
Grupo A: 9.6mm +- 0.1



Grupo B: 14.4mm +- 0.1



Grupo C: 19.2mm+-0.1

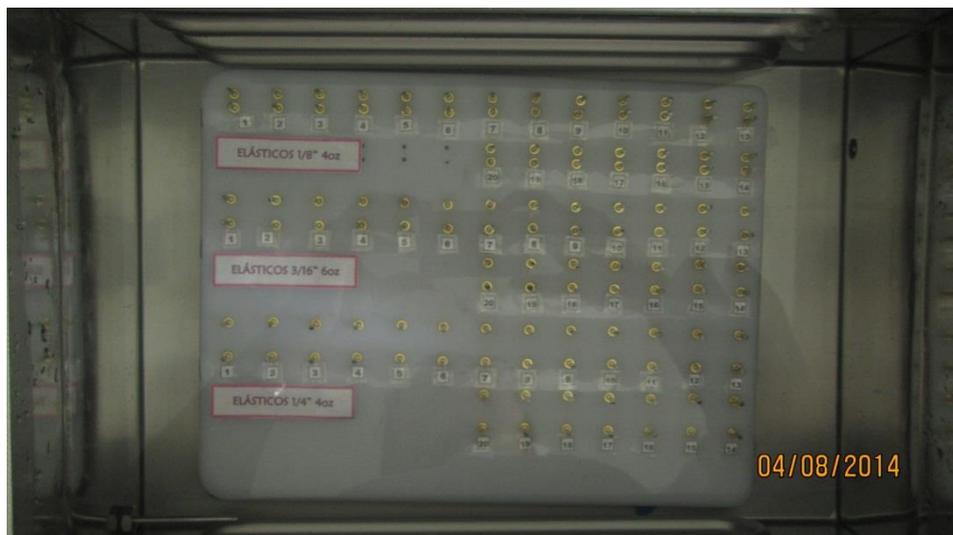


Maqueta enumerada.

- Máquina de Baño María (Mettmert®).



Baño María regulada a la temperatura de 37°C.



Maqueta dentro de Baño María, la cual contiene el agua destilada a 37°C.

Anexo n°5

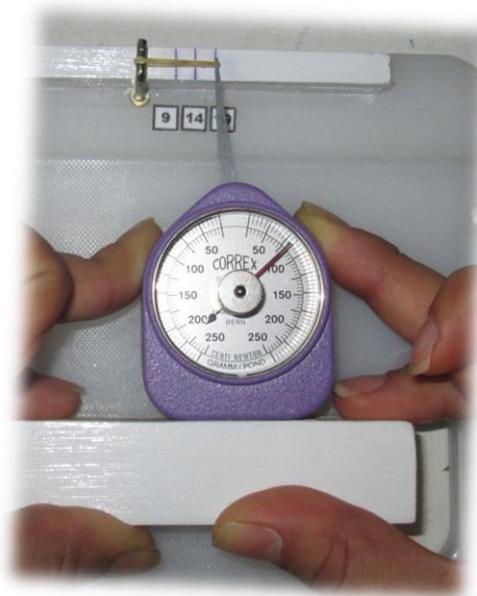
Instrumentos:



Maqueta usada para estirar los elásticos tres veces su diámetro interno



Dinamómetro usado para la medición de la magnitud de las fuerzas



Medición de los elásticos



Colocación de los elásticos en los pines los cuales están sumergidos en el agua.

Anexo n°6:

Mediciones:



Medición de las magnitudes de las fuerzas de los elásticos en diferentes intervalos de tiempo

Anexo n°7:

Fichas de recolección de datos:

→ Magnitud de la fuerza de los elásticos de 1/8 de pulgada y 4 oz:

Tiempo Elástico	0 horas (F_{A0})	5 horas (F_{A1})	11 horas (F_{A2})	23 horas (F_{A3})
E 1				
E 2				
E 3				
E 4				
E 5				
E 6				
E 7				
E 8				
E 9				
E 10				
E 11				
E 12				
E 13				
E 14				
E 15				
E 16				
E 17				
E 18				
E 19				
E 20				

→ Magnitud de la fuerza de los elásticos de 3/16 de pulgada y 6oz:

Tiempo Elástico	0 horas (F_{B0})	5 horas (F_{B1})	11 horas (F_{B2})	23 horas (F_{B3})
E 1				
E 2				
E 3				
E 4				
E 5				
E 6				
E 7				
E 8				
E 9				
E 10				
E 11				
E 12				
E 13				
E 14				
E 15				
E 16				
E 17				
E 18				
E 19				
E 20				

→ Magnitud de la fuerza de los elásticos de 1/4 de pulgadas y 4 oz:

Tiempo Elástico	0 horas (F_{C0})	5 horas (F_{C1})	11 horas (F_{C2})	23 horas (F_{C3})
E 1				
E 2				
E 3				
E 4				
E 5				
E 6				
E 7				
E 8				
E 9				
E 10				
E 11				
E 12				
E 13				
E 14				
E 15				
E 16				
E 17				
E 18				
E 19				
E 20				