

1. Ortodoncia -- Tesis y disertaciones académicas
2. Ortodoncia -- Aplicaciones
3. Odontología -- Tesis

tesis
RK
527
V43
2009

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Postgrados

**Estudio comparativo in Vitro de la cantidad de
deformación de los elásticos intermaxilares utilizados en
ortodoncia de acuerdo a la marca y medios de
almacenamiento húmedos y secos**

USFQ - BIBLIOTECA

ANABELLA VECCHIONACCE

90226

Tesis de grado presentada como requisito

para la obtención del título de

Especialista en Ortodoncia

Quito, Enero 2009

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Postgrados

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

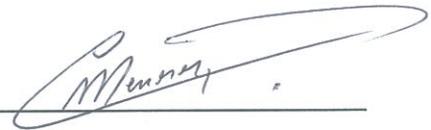
Título de Tesis: Estudio comparativo in Vitro de la cantidad de deformación de los elásticos intermaxilares utilizados en ortodoncia de acuerdo a la marca y medios de almacenamiento húmedos y secos

Dra. Anabella Vecchionacce

Diego Carrillo
Director de Tesis



Carlos Meneses
Miembro del Comité de Tesis



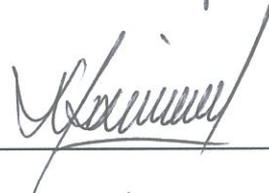
María Dolores Villacres
Miembro del Comité de Tesis



Lucia Mesias
Miembro del Comité de Tesis



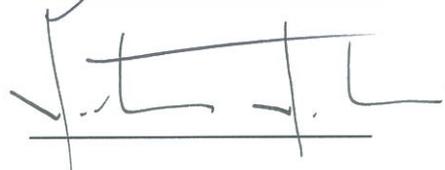
Mauricio Tinajero
Director del Programa de
Especialidades Odontológicas



Enrique Noboa
Decano del Colegio de Ciencias de la Salud



Victor Viteri Breedy, Ph.D.
Decano del Colegio de Postgrados



Quito, Enero 2009

©Derechos de autor

Anabella Vecchionacce

2009

DEDICATORIA

A Dios, porque siempre estar presente, cuidarme y guiarme en cada momento.

A toda mi familia, por su apoyo incondicional durante todo mi postgrado y permitirme cumplir esta meta.

AGRADECIMIENTOS

A mi familia, por todo el apoyo y amor incondicional que siempre me brindaron.

Mis más sincero agradecimiento al Dr. Gerson Cabezas por apoyarme, guiarme y darme ánimo para seguir aprendiendo.

Al Dr. Diego Carrillo, por su colaboración, guía y dirección de este proyecto de tesis.

A mis profesores por transmitir y compartir sus conocimientos.

A Eleonora por toda su ayuda, amistad y compartir conmigo su aprendizaje durante todo este tiempo.

A Juan Pablo, por estar siempre presente en los momentos buenos y malos. Y por su ayuda incondicional sin importar la distancia.

RESUMEN

Este proyecto de investigación tiene como finalidad el estudio de los elásticos o bandas elastoméricas intermaxilares utilizados en la mecánica de ortodoncia, evaluando la cantidad de deformación necesaria para expresar la fuerza indicada por los fabricantes la cual fue de 6½ onzas y las alteraciones que producen medios de almacenamientos húmedos y secos. Se utilizaron elásticos de dos diámetros internos distintos de 1/8" y 3/16", de dos marcas existentes en el mercado, American Orthodontics y Ortho Organizers, cada muestra se almacenó en 3 medios diferentes, seco, Coca-Cola y saliva artificial, y en intervalos de tiempo de 12 horas y 24 horas para cada grupo, con el fin obtener datos precisos y con significancia clínica. Los resultados indicaron una diferencia significativa en la cantidad de deformación necesaria para expresar la fuerza de los elásticos almacenados en medios húmedos durante 24 horas de marca American Orthodontics la cual se comportó considerablemente menos estable que Ortho Organizers. Podemos concluir que, es importante considerar que las condiciones intrabucales alteran las propiedades de los elásticos, así como seleccionar materiales de buena calidad e indicar el cambio de ellos en el período indicado según las necesidades que requieran nuestros tratamientos previamente individualizados.

ABSTRACT

This research project aims at studying the elastic bands or elastomeric intermaxillary used in the mechanics of orthodontics, assessing the amount of deflection needed to express the strength indicated by the manufacturers which was 6½ ounces and alterations that produce wet and dry environment. There used two elastic with different internal diameters: 1/8" and 3/16", two brands in the market, American Orthodontics and Ortho Organizers. Each sample was stored in three different environment, dry, Coca-Cola and artificial saliva , at time intervals of 12 hours and 24 hours for each group in order to obtain accurate data and clinical significance. The results showed a significant difference in the amount of deflection needed to express the strength of the elastic environment stored on wet during 24 hours for Orthodontics American which behaved considerably less stable than Ortho Organizers. In summary, Both: the intraoral condition and the materials quality affect the result and stability of the Orthodontics treatment; as well as indicative their replacement in the most appropriate time intervalo base don each individual needs.

TABLA DE CONTENIDO

1 INTRODUCCIÓN.....	1
2 REVISIÓN DE LA LITERATURA.....	5
2.1 CONCEPTOS BÁSICOS.....	5
2.2 RESEÑA HISTORICA.....	6
2.3 GENERALIDADES DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS.....	8
2.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA.....	9
2.5 MATERIALES ELÁSTICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA.....	13
2.5.1 Ligaduras elastoméricas.....	14
2.5.2 Cadenas Elásticas o elastoméricas.....	15
2.5.3 Puentes de Ligadura elastoméricas.....	16
2.5.4 Separadores Elastoméricos.....	16
2.5.5. Hilo Elástico.....	18
2.5.6 Cuñas de rotación.....	19
2.5.7 Tubos de Elastómeros	19
2.5.8 Bandas Elásticas o Elásticos.....	20
2.6 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA.....	23
2.6.1 La Elasticidad.....	25
2.6.2 Resistencia a la Fractura.....	26
2.6.3 La Resiliencia.....	27

2.6.4 La Elongación.....	27
2.7 PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS MATERIALES ELASTOMÉRICOS.....	28
2.8 EFECTO DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS SOBRE LOS TEJIDOS BUCALES.....	32
2.9 APLICACIONES CLÍNICAS DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA.....	34
2.9.1 Elásticos Extrabucales.....	35
2.9.2 Elásticos Intrabucales.....	36
2.9.2.1 Elásticos Intramaxilares.....	36
2.9.2.2 Elásticos Intermaxilares	39
2.9.2.2.1 Elásticos Clase II.....	39
2.9.2.2.2 Elásticos Clase III.....	41
2.9.2.2.3 Elásticos Cruzados.....	42
2.9.2.2.4 Elásticos Diagonales.....	43
2.9.2.2.5 Elásticos de forma triangular o rectangular.....	44
2.9.2.2.5 Elásticos en forma de U,V,W,M.....	45
3 OBJETIVOS.....	46
3.1 Objetivo General.....	46
3.2 Objetivos Específicos.....	46
4 HIPÓTESIS.....	47
5 MATERIALES Y MÉTODOS.....	47
5.1 Diseño del Estudio.....	47
5.2 Muestra.....	47

5.3 Grupos de estudio.....	48
5.4 Método.....	48
5.4.1. Selección de la muestra.....	48
5.4.2. Colocación en distintas sustancias.....	49
5.4.3. Almacenamiento de las muestras	51
5.4.4. Preparación por grupos.....	51
5.4.5. Ejecución de las mediciones.....	52
5.4.6. Recolección de las mediciones.....	56
5.4.7. Desecho de la muestra.....	57
6 RESULTADOS.....	57
6.1 Datos obtenidos.....	57
6.2 Análisis de Datos:	58
6.2.1 Análisis de los datos correspondientes a la marca American Orthodontics de 1/8" de diametro y en intervalo de 12 horas.....	59
6.2.2. Análisis de datos correspondientes a la marca Ortho Organizer de 1/8"de diámetro y en intervalo de 12 horas.....	60
6.2.3. Análisis de datos correspondientes a la comparación de marcas American Orthodontics y Ortho Organizer de 1/8" de diámetro y en intervalo de 12 horas.....	61
6.2.4. Análisis de datos correspondientes a la marca American Orthodontics de 1/8" de diámetro y en intervalo de 24 horas.....	62
6.2.5. Análisis de datos correspondientes a la marca Ortho Organizer de 1/8" de diámetro y en intervalo de 24 horas.....	63

6.2.6. Análisis de datos correspondientes a la comparación de marcas American Orthodontics y Ortho Organizer de 1/8" de diámetro y en intervalo de 24 horas.....	64
6.2.7. Análisis de datos correspondientes a la marca American Orthodontics de 3/16" de diámetro y en intervalo de 12 horas.....	65
6.2.8. Análisis de datos correspondientes a la marca American Orthodontics de 3/16" de diámetro y en intervalo de 12 horas.....	66
6.2.9. Análisis de datos correspondientes a la comparación de marcas American Orthodontics y Ortho Organizer de 3/16" de diámetro y en intervalo de 12horas.....	67
6.2.10 Análisis estadísticos de datos correspondientes a la marca American Orthodontics de 3/16" de diámetro y en intervalo de 24 horas.....	68
6.2.11. Análisis estadísticos de datos correspondientes a la marca Ortho Organizers de 3/16" de diámetro y en intervalo de 24 horas.....	69
6.2.12 Análisis estadísticos de datos correspondientes a la comparación de marcas American Orthodontics y Ortho Organizer de 3/16" de diámetro y en intervalo de 24 horas en seco.....	70
7 DISCUSIÓN.....	72
8 CONCLUSIONES.....	77
9 RECOMENDACIONES.....	79

ANEXOS80

BIBLIOGRAFÍA.....83

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1 Tipo de dóntrix o dinamómetros.....	10
Fig. 2.A. Ligaduras elastoméricas. B. Modo de colocación de la ligadura elastomérica	14
Fig. 3. A. Cadenas elásticas de distintos tamaños. 3b. Cadena elástica colocada en boca.....	15
Fig 4. Deformación permanente de las cadenas elásticas luego de su uso.....	16
Fig 5. Puente de ligadura elastoméricas.....	16
Fig. 6 Separadores Elastoméricos.....	17
Fig. 7 Hilo elástico.....	18
Fig. 8 Cuñas de rotación.....	19
Fig. 9 Efecto sobre el diente.....	19
Fig. 10 Tubos de elastómeros.....	19
Fig. 11 Bandas Elastoméricas.....	20
Fig. 12 Identificación por color.....	20
Fig. 13 Identificación por animales.....	20
Fig. 14 Procedimiento de estirado del elástico.....	21
Fig. 15 Curva Tensión – Deformación.....	26
Fig. 16 Representación de la Resiliencia.....	27
Fig. 17 Elásticos extraorales con Headgear.....	35
Fig. 18 Elásticos Intramaxilares. Corrección de rotaciones.....	36
Fig. 19 Elásticos Intramaxilares. Incluir un diente en el arco.....	37
Fig. 20 Elástico Oclusal en forma de O.....	37

Fig. 21 Elástico clase I con anclaje tipo A	38
Fig. 22 Elástico clase I con anclaje tipo B.....	38
Fig. 23 Elástico clase I con anclaje tipo C.....	38
Fig. 24 Elástico Clase II.....	39
Fig. 25 Elástico Clase II al bracket del canino superior.....	40
Fig. 26 Elástico clase II Jig superior.....	40
Fig. 27 Elástico Clase II arco seccional.....	40
Fig. 28 Elástico Clase III.....	41
Fig. 29 Elásticos cruzados.....	43
Fig. 30 Elásticos Diagonales combinados, clase II derecho clase III izquierdo A, vista derecha. B vista frontal. C. Vista izquierda.....	43
Fig. 31 Elásticos Triangulares en clase II.....	44
Fig. 32 Elásticos triangulares en clase III.....	44
Fig. 33 Elásticos en forma de "U" o de "V".....	45
Fig. 34 Elásticos en forma de "M".....	45
Fig. 35 Elásticos en forma de "W".....	45
Fig. 36 Empaques de los elásticos intermaxilares utilizados de marcas American Orthodontics y Ortho Organizer.....	49
Fig. 37 Almacenamiento en seco.....	49
Fig. 38 Saliva Artificial.....	50
Fig. 39 Coca-Cola	50
Fig. 40 Pinza Miller y Pinza quirúrgica.....	50
Fig. 41 Pipeta de plástico graduada.....	50
Fig. 42 Colocación de 3ml de saliva artificial en un tubo de ensayo.....	50

Fig. 43 Termómetro de mercurio.....	51
Fig. 44 Recipiente de Plástico.....	51
Fig. 45 Preparación de 1 muestra.....	52
Fig. 46 Muestras correspondiente a las 24 horas.....	52
Fig. 47 Total de las muestras en los dos intervalos de tiempo 12 y 24 horas.....	52
Fig. 48 Máquina de Tracción Smart-turn 6.....	53
Fig. 49 Dóntrix o dinamómetro marca Ormco ETM.....	53
Fig. 50 Tracción de los elásticos.....	53
Fig. 51 Monitor indicando la cantidad de deformación.....	53
Fig. 52 Retiro de los elásticos del tubo de ensayo con la pinza quirúrgica, colocación del ejemplar en la máquina para proceder a traccionarlo.....	54
Fig. 53 Colocado de la muestra en la máquina de tracción.....	54
Fig. 54 Modo de colocación del elástico en la máquina previo a la tracción.....	54
Fig. 55 Elástico listo para traccionarlo.....	54
Fig. 56 Medida de 112.000 para elásticos 1/8" (tensión cero).....	55
Fig. 57 Medida de 113.000 para elásticos 3/16" (tensión cero).....	55
Fig. 58 Elástico sin tensión.....	55
Fig. 59 Elástico durante la tracción hasta completar 6 ½ onzas.....	55
Fig. 60 Nivel de deformación indicado por la máquina.....	56
Fig. 61 Elásticos desechados luego de realizar la tracción.....	57
Fig. 62 Gráfico de Caja. Marca American Orthodontics, diámetro 1/8", intervalo de 12 horas Todos los medios de almacenamiento.....	59
Fig. 63 Gráfico de Caja. Marca Ortho Organizer, diámetro 1/8", intervalo de 12 horas. Todos los medios de almacenamiento.....	60

Fig. 64 Gráfico en Líneas. Comparación de Marcas American Orthodontics y Ortho Organizers, diámetro 1/8", intervalo de 12 horas.....	61
Fig. 65 Gráfico de Caja. Marca American Orthodontics, diámetro 1/8", intervalo de 24 horas Todos los medios de almacenamiento.....	62
Fig. 66 Gráfico de Caja. Marca Ortho Organizer, diámetro 1/8", intervalo de 24 horas.Todos los medios de almacenamiento.....	63
Fig. 67 Gráfico en Líneas. Comparación de Marcas American Orthodontics y Ortho Organizers, diámetro 1/8", intervalo de 24 horas.....	64
Fig. 68 Gráfico de Caja. Marca American Orthodontics, diámetro 3/16", intervalo de 12 horas . Todos los medios de almacenamiento.....	65
Fig. 69 Gráfico de Caja. Marca Ortho Organizers, diámetro 3/16", intervalo de 12 horas. Todos los medios de almacenamiento.....	66
Fig. 70 Gráfico en Líneas. Comparación de Marcas American Orthodontics y Ortho Organizers, diámetro 3/16", intervalo de 12 horas.....	67
Fig. 71 Gráfico de Caja. Marca American Orthodontics, diámetro 3/16", intervalo de 24 horas. Todos los medios de almacenamiento.....	68
Fig. 72 Gráfico de Caja. Ortho-Organizers, diámetro 3/16", intervalo de 24 horas. Todos los medios de almacenamiento.....	69
Fig. 73 Gráfico en Líneas. Comparación de Marcas American Orthodontics y Ortho Organizers, diámetro 3/16", intervalo de 24 horas.....	70

LISTA DE TABLAS

Tabla. 1. Disposición de los grupos de estudio.....	48
Tabla 2. Tablas de recolección de datos durante la prueba para ambas marcas.....	56
Tabla. 3. Tabla de recolección de datos para la marca American Orthodontics.....	58
Tabla. 4. Tabla de recolección de datos para la marca Ortho Organizers.....	58

1. INTRODUCCIÓN

“La ortodoncia es una especialidad cuya demarcación viene fundamentalmente determinada por la orientación terapéutica: es la ciencia estomatológica que estudia y atiende el desarrollo de la oclusión y su corrección por medio de aparatos mecánicos que ejercen fuerzas físicas sobre la dentición y su medio ambiente”. (23)(40)

“El sistema estomatognático está constituido por los dientes, los maxilares y todas las estructuras que contribuyen a la dinámica masticatoria tales como articulación témporomandibular, los músculos, la lengua, los labios y las mejillas; es así que su funcionamiento adecuado depende de la integridad de cada una de sus partes y el equilibrio dinámico entre ellos. Está diseñado para resistir tensiones mecánicas, por lo que su forma está íntimamente relacionada con su función: masticación, respiración y fonación”. (23)(40)

Los ortodoncistas necesitan una variedad de dispositivos, construidos con objetivos específicos y tipos de materiales distintos, que en lo posible deben ser inocuos. Los requisitos generales para los biomateriales son: 1) Que sean atóxicos, 2) Resistentes, 3) Que tengan estabilidad hidrolítica, 4) Que posean alta pureza, 5) Que tengan calidad reproducible, 6) Que sean esterilizables. (23)(40)

El avance producido en los materiales ortodónticos ha tenido un impacto en la práctica ortodóntica, con cambios en la mecanoterapia e investigación biomecánica⁽⁵⁶⁾⁽⁵⁷⁾. La búsqueda de materiales eficientes y una técnica conveniente para acortar los tiempos de tratamientos han hecho que se produzca un progreso significativo, y el futuro de la práctica ortodóntica cambiará notablemente.⁽⁹⁾

Histológicamente el movimiento ortodóntico óptimo ha sido relacionado con la pared vascular de los vasos sanguíneos, por lo que la fuerza óptima no debe exceder la presión de los capilares sanguíneos (20 a 25 gm/cm²). Si las fuerzas sobrepasan estos niveles, se puede observar un colapso de el ligamento periodontal y en ocasiones reabsorción radicular.⁽⁵⁸⁾

En relación a la recomendación del uso de fuerzas ligeras, así como un sistema de baja fricción para acelerar el movimiento dental, el trabajar con fuerzas elásticas podría producirse un movimiento dental rápido y eficiente.⁽⁵⁸⁾

Davidovitch⁽³⁰⁾ propone que las fuerzas intermitentes son más convenientes ya que su duración no es suficiente para producir una destrucción del ligamento.⁽⁵⁸⁾

En la literatura, los mayores esfuerzos están enfocados en mejorar las características relacionadas a la fuerza-tiempo de los elásticos.⁽⁵²⁾⁽¹⁰²⁾

La aplicación de fuerzas es una estrategia que influencia el movimiento ortodóntico y se evidencia con el uso de arcos y bandas de elásticos, etc.⁽⁵⁸⁾

La mecanoterapia en ortodoncia generalmente involucra el uso de elásticos intermaxilares para la corrección de discrepancias sagitales o elásticos verticales para mejorar la interdigitación dental.⁽⁵⁸⁾

Durante algunas fases del tratamiento de ortodoncia, los elásticos son usados para el movimiento dental o maxilares. En ocasiones los elásticos son absolutamente necesarios para mantener el anclaje y el orden del movimiento dental deseado.⁽⁵⁸⁾

El ortodoncista debe saber las características y el rango de extensión de la fuerza de los elásticos con los que dispone. Las especificaciones del fabricante indican con un índice estándar que la fuerza liberada se produce al estirar los elásticos 3 veces el tamaño de su diámetro interno. Sin embargo, estas especificaciones pueden no ser totalmente ciertas y que no se relacione clínicamente con el uso de estos elásticos.⁽⁵²⁾

Una consideración que debe tener el clínico en relación a la utilización de los elásticos intermaxilares es que resulta indispensable contar con la colaboración y la motivación del paciente para lograr los resultados deseados, proporcionando ciertas ventajas como la facilidad de uso y cambio realizado por ellos mismo así como el buen mantenimiento de la higiene bucal.⁽⁵⁸⁾⁽⁹⁹⁾

Considerando que los materiales elásticos utilizados en ortodoncia constituyen una de las herramientas de tratamiento más comunes para lograr movimientos ortodónticos con fuerzas óptimas para los tejidos biológicos, siempre y cuando se manejen los niveles de fuerzas adecuados y en manos de especialistas capacitados para su uso, el objeto de la presente investigación es analizar a través de un estudio in Vitro, la cantidad de deformación de los elásticos intermaxilares utilizados para la corrección de maloclusiones en medios de almacenamiento seco y húmedos así como en su inmersión en sustancias corrosivas como la coca cola. De esta manera el clínico tendrá una relación del uso de estas sustancias durante el tratamiento así como la cantidad de fuerza expresada de elásticos intermaxilares de distintas marcas, expuestos a distintos medios.

De igual manera esta revisión pretende servir como material de apoyo y consulta para ortodoncistas y estudiantes de pre y postgrado.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 CONCEPTOS BÁSICOS

El sistema estomatognático está constituido por los dientes, los maxilares y todas las estructuras que contribuyen a la dinámica masticatoria tales como la articulación témporomandibular, los músculos, la lengua, los labios y las mejillas; por lo tanto para que tenga un funcionamiento adecuado va a depender de factores como la integridad de cada uno y el equilibrio dinámico de cada una de sus partes. También está diseñado para resistir tensiones mecánicas, de tal manera que su forma esta íntimamente relacionada con su función. ⁽²³⁾⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁸⁵⁾

Para realizar un diagnóstico y tratamiento ortodóntico correcto y estables, es necesario partir y conocer el concepto de oclusión normal. “Tradicionalmente cualquier desviación de la oclusión ideal ha sido clasificada con lo que Guilford llamó “maloclusión”, y aquí surge el posible compromiso de aceptar como único normal lo ideal, y estimar el resto de situaciones como anormales”. ⁽²³⁾

“Angle introdujo del termino “clases” para denominar distintas relaciones mesiodistales de los dientes, las arcadas dentarias y los maxilares que dependían de la posición sagital de los primeros molares permanentes”. ⁽²³⁾

De esta manera, el Dr. Angle, en 1899, publica en un artículo su clasificación de las maloclusiones, las cuales dividió en tres categorías básicas que se diferencian de la oclusión normal, las categorizó con números romanos como maloclusiones clase I, II y III. ⁽⁸⁹⁾

Una vez establecido el diagnóstico adecuado de la maloclusión, se debe proceder a planificar el plan de tratamiento ortodóntico según las necesidades específicas e individuales de cada caso. Para lograr las correcciones deseadas se pueden emplear distintos aparatos o dispositivos los cuales van a ejercer fuerzas físicas sobre los dientes que deseamos mover así como en el medio ambiente bucal, con el fin de provocar movimientos dentarios, óseos y reprogramación muscular en caso que esto sea necesario. Podemos encontrar diferentes tipos y diseños de aparatos para realizar movimientos ortodónticos, tales como arcos de alambres, ligaduras elastoméricas, resortes. Todos los denominados elementos activos son los que generan fuerzas necesarias para producir movimientos dentales. También existen elementos pasivos los cuales reciben la fuerza y la transmiten al diente entre los cuales están los brackets o bandas o tubos auxiliares; y por último los reactivos que funcionan con el propósito de anclaje tales como la barra transpalatina y el Quad Hélix. ⁽²³⁾⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁸⁵⁾

2.2 RESEÑA HISTÓRICA

Los primeros materiales elásticos utilizados en Ortodoncia para producir movimientos dentarios eran de goma natural y probablemente fueron usados por las civilizaciones Incas y Mayas. En 1728.⁽¹⁴⁾ P. Fauchard en su libro "LE CHIRURGIEN DENTISTES OU TRAITÉ DES DENTS" propone el cierre de diastemas en la región anterior con ligaduras de seda. Para el año de 1756, P. Bourdet, usa un vendaje con ligaduras doradas (cobre) ó seda para mover dientes y en 1803, F. Cellier introdujo por primera vez el Chin Cup Fround usado con elásticos.⁽⁵⁸⁾

Con la era de la vulcanización iniciada por Ch. Goodyear en el año de 1838, se incrementó significativamente el uso de la goma natural. ⁽¹⁴⁾⁽¹⁵⁾ Por otra parte en 1841, J. Schange, propuso el uso del hilo elástico y C. Case y H. Baker⁽¹⁰⁾ (1892- 1904) fueron los primeros en emplear fuerzas elásticas intermaxilares para la corrección de las maloclusiones. Luego en 1907, E. Angle, usa las elásticas en dirección Clase I, Clase II y Clase III para producir movimiento dentario. ⁽¹⁰⁾⁽¹⁴⁾⁽¹⁹⁾⁽⁴²⁾⁽⁵⁸⁾

Ch. Tweed de manera más específica, indicó el uso de elásticos Clase III para reforzar el anclaje inferior en algunos casos de maloclusiones Clase II antes de usar elásticos clase II. En 1958, F. Shudy, recomienda la utilización de elásticos clase II con el uso de fuerzas del arco extraoral (HPHG), para control vertical. En 1963 Jarabak y Fizzel, por primera vez, hacen una descripción de la biomecánica de los elásticos clase II. ⁽⁵⁸⁾

En 1965, R. Begg, usa los elásticos clase II los cuales debían ser cambiados cada 5 días. R. Ricketts,⁽⁸⁰⁾ entre los años 1964-1970, aconsejó el empleo de elásticos verticales para el cierre de la mordida en casos de mordida abierta anterior. Por su parte R. Roth en 1972, utiliza los elásticos Clase II para ayudar a nivelar la curva de Spee. Y M. Langlade⁽⁵⁸⁾ (1973-1996), especificó algunas indicaciones de las fuerzas elásticas aplicadas a diferentes situaciones clínicas. ⁽⁵⁸⁾

2.3 GENERALIDADES DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS

“Los materiales elásticos o gomas de látex, que es el otro término con que se les denomina, son materiales de amplio uso en la clínica ortodóncica, actúan por tensión ya que al estirarlos ejercen fuerzas en ambos extremos del elástico. Proviene de un material orgánico como lo es el caucho natural”. ⁽²³⁾⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁸⁵⁾

El caucho es una goma natural, blanca y lechosa. La unidad estructural de la molécula es del grupo de los hidrocarburos (C₅H₈) el cual es capaz de fijar, por acción, grupos monovalentes. ⁽⁹⁴⁾

CH



Químicamente, los materiales elásticos son polímeros que pueden ser de 3 tipos: ⁽²³⁾⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁸⁵⁾

- **El Natural:** proviene del reino vegetal o animal, que puede ser obtenido de diferentes tipos de plantas siendo su principal fuente la savia del árbol de caucho “Hevea Brasiliensis” encontrada en el valle del Amazonas. Su estructura química varía dependiendo del tipo de planta, de la región donde se encuentre y de la estación climática que se presente.
- **El Artificial:** el cual resulta de modificaciones del natural mediante procesos químicos, por ejemplo la nitrocelulosa

- **El Sintético:** "es obtenido por procesos de polimerización a partir de materias primas de bajo peso molecular y denominados elastómeros, como el nylon y el polietileno". ⁽²³⁾⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁸⁵⁾

El látex contiene: ⁽⁹⁴⁾

- Del 30% al 36% de hidrocarburo de caucho
- Del 0,030% al 0,07% de cenizas
- Del 1% al 2% de proteínas
- El 2% de resina
- El 0,5% de quebrachitol
- El 60% de agua. ⁽⁹⁴⁾

2.4 PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA

Los materiales elásticos son utilizados para realizar movimientos ortodóncicos de los dientes. Ellos pueden proporcionar tanto fuerzas pesadas como ligeras las cuales producen movimientos dentales más rápidos, acompañados con un bajo discomfort del paciente y mínima movilidad durante el tratamiento de ortodoncia.⁽⁹⁵⁾ Las bandas elásticas proporcionan fuerzas de estas magnitudes y se pueden utilizar para aumentar la fuerza o complementarse con las que provee los arcos de ortodoncia. ⁽¹⁶⁾

En general, los materiales elásticos poseen la propiedad biomecánica de recobrar rápidamente su forma y su dimensión original tan pronto como cesa la acción que la modifica, ⁽⁸⁸⁾⁽¹⁰²⁾ siempre y cuando no se pase el punto de ruptura. Estos elastómeros pueden ser fabricados de distintos materiales, entre ellos el Hule natural, de látex o polímeros de hule sintéticos (hule, burilpoliopreno, etilopropeno, Silicón). ⁽²⁶⁾⁽⁸³⁾⁽⁹⁷⁾⁽⁹⁸⁾

La propiedad de estirarse en forma reversible es consecuencia de la estructura aleatoria en espiral que tienen las cadenas de polímeros, las cuales se alargan al estirarse. Esta tendencia a revertirse a su estado original desordenado, en ausencia de una fuerza que produce el alargamiento, es lo que origina su comportamiento elástico. ⁽⁸⁸⁾⁽¹⁰²⁾

Los materiales elásticos ortodóncicos son elaborados de acuerdo a un índice de fuerza, el cual es predeterminado y diferente según cada fabricante. “La magnitud y la dirección de las fuerzas elásticas deben ser monitoreadas continuamente, se recomienda un medidor dóntrix u otro dispositivo de medición similar, para comprobar que las fuerzas aplicadas sobre los dientes y maxilares sean las adecuadas. ⁽³⁹⁾⁽⁵⁸⁾⁽¹⁰²⁾ Figura 1.



Fig. 1.--Tipo de dóntrix o dinamómetros⁽⁵⁸⁾

La fuerza debe ser mantenida por un tiempo definido para evitar los efectos indeseados que pueden producirse por su uso prolongado, tales como: excesiva corrección, exagerada inclinación y rotación dentaria, pérdida de anclaje y problemas periodontales. De igual forma deben mantenerse activos bajo las condiciones de humedad y cambios de temperatura presentes en la cavidad bucal.⁽³⁹⁾⁽⁵⁸⁾⁽¹⁰²⁾

Las características de la fuerza de extensión y la propiedad de perder fuerza de los elásticos de látex ha sido reportada por muchos años.⁽¹¹⁾⁽⁸⁶⁾ Algunos estudios han investigado los efectos del medio bucal como la saliva.⁽⁶⁾⁽³¹⁾⁽³⁸⁾ En general, los datos demuestran la relación significativa en la fuerza generada por los elásticos que han sido expuestos a condiciones experimentales.⁽¹⁶⁾ Es común encontrar que los elásticos de látex pierden una parte de su fuerza inicial después de que se colocan en la boca producto de las actividades bucales (por ejemplo, la masticación) y después de estar expuestos a diferentes medios como: la saliva, la temperatura oral, alimentos y bebidas con diferentes 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 el tipo de saliva, e incluso la dieta diaria con el fin de estudiar los cambios de los elásticos.⁽¹⁶⁾⁽⁵²⁾ Wang y col.⁽⁹⁹⁾ Refieren que la mayor degradación de la fuerza de los elásticos ocurre durante el primer día y en una mayor proporción durante la primera hora de uso.⁽⁶⁾⁽²⁰⁾⁽⁵¹⁾⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾⁽⁹⁹⁾

El tamaño del diámetro interno del elástico influye en la degradación de la fuerza, los tamaños más pequeños necesitan cambiarse con más frecuencia para mantener la fuerza deseada. ⁽¹⁶⁾⁽²⁵⁾

En la boca, el comportamiento de los elásticos es más complicado, el paciente diariamente se encuentra en bajo distintos períodos de actividad lo que se expresa en una carga dinámica para el elástico. Se ha propuesto que el rango normal del uso clínico durante hablar y la masticación esté entre 20 y 50 milímetros. ⁽⁶¹⁾⁽²²⁾ Aunque hayan pocas actividades orales durante sueño, la longitud del elástico estirado es casi la distancia entre la tracción que ejercen los dos hooks. Lo que proporciona un ambiente relativamente estático. La mayoría de los estudios han examinado la pérdida de fuerza en ambientes estáticos, aunque algunos estudios lo han hecho en pruebas dinámicas. ⁽⁶¹⁾⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾ Los resultados muestran que la prueba cíclica (estirado dinámico) produce una considerable mayor pérdida de que la prueba estática y que esta diferencia ocurre sobre todo en el período temprano. Liu⁽⁶¹⁾ también encontró que el deterioro no se incrementó directamente con la cantidad de estiramiento y que el efecto no fue estadísticamente diferente inclusive en más de 200 ciclos. ⁽⁶¹⁾

En un estudio realizado por Chung-Ju Hwang el cual comparó las propiedades mecánicas y biológicas entre los elásticos de látex y Silicón, encontró que al sumergir durante un día en saliva artificial las cadenas de látex el porcentaje de pérdida de fuerza fue de 23% a 28% . ⁽²⁷⁾

2.5 MATERIALES ELÁSTICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA

Los elásticos tienen un papel muy importante en casi todas las formas de terapia con aparatos fijos.⁽³⁾ En el mercado se han introducido distintos tipos de materiales elásticos, para generar las fuerzas necesarias para realizar los movimientos dentales deseados en los tratamientos de ortodoncia. Se fabrican en distintos materiales sintéticos (poliuretano), de látex, silicona o extractos naturales. Se utilizan principalmente para generar tanto fuerzas intraorales como extraorales.⁽¹⁹⁾⁽⁵⁵⁾⁽¹⁰²⁾

“Es importante destacar que al evaluar la efectividad de los materiales elásticos durante el tratamiento, el ortodontista debe reconocer si el paciente puede cooperar con su uso, pues su colaboración y motivación es imprescindible para lograr los objetivos de tratamiento deseados durante su utilización”.⁽³⁹⁾⁽⁵⁰⁾⁽⁵⁸⁾

“Los materiales elásticos utilizados en ortodoncia se pueden presentar en distintas formas y para distintos usos, entre los más comunes encontramos: las cadenas elásticas, los puentes de ligaduras, los separadores elásticos, las cuñas o aletas de rotación, los tubos de elastómeros así como los elásticos o bandas intra e intermaxilares usados para la corrección sagital de maloclusiones o en sentido vertical para el asentamiento dental con el fin de lograr mejores resultados y estabilidad al tratamiento de ortodoncia”. Todos estos materiales son descritos a continuación.^{(39) (58) (69)}

2.5.1 Ligaduras Elastoméricas

Las ligaduras elastoméricas constituyen un importante componente de los tratamientos ortodónticos, debido a que ellas ajustan a los brackets los arcos de alambre los cuales generan las fuerzas necesarias para que se produzcan los movimientos dentales. Su fácil aplicación y bajo costo las hace más populares que cualquier otra técnica de ligadura. ⁽³⁵⁾

Son pequeños anillos de elastómero, utilizados para ligar el arco de alambre al Bracket; y al mismo tiempo protegen los tejidos blandos del contacto directo con el brackets. ⁽⁷⁶⁾ Figura 2A Y 2B A

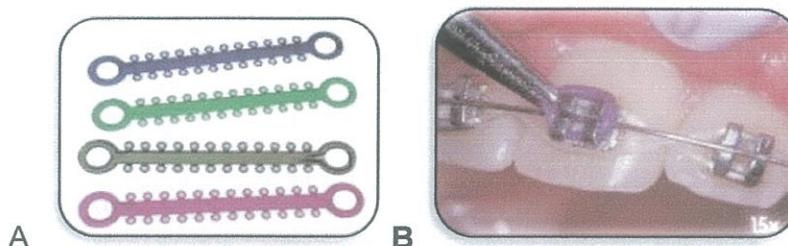


Fig. 2A. Ligaduras elastoméricas. 2B Modo de colocación de la ligadura elastoméricas ⁽⁷³⁾ ⁽⁷⁴⁾

En las desventajas de las ligaduras elastoméricas puede señalarse que: absorben la humedad a lo largo del tiempo, son menos resistentes en su función de ligar el arco que las ligaduras metálicas, cambian de color por retención de residuos alimenticios y bacterianos, desprenden mal olor si no se sustituyen en un período razonable de tiempo. Producto de toda esta modificación estructural que se produce en las ligaduras elastoméricas, presentan una degradación en la magnitud de su fuerza inicial, por tanto el clínico solo puede controlar la fuerza inicial que éstas liberan y lo puede hacer seleccionando el diámetro de ligadura que se adecue al movimiento dental deseado. ⁽⁷⁶⁾⁽⁹⁰⁾

2.5.2 Cadenas elásticas o elastoméricas

Las cadenas elásticas fueron introducidas en la práctica ortodóncica en 1960 y en la actualidad se han convertido en una parte importante en varias prácticas. Son usadas para generar fuerzas ligeras y continuas en la corrección de rotaciones, consolidar espacios y retraer caninos. ^{(14) (15)}

Son ligaduras unidas entre sí, formando verdaderas cadenas. Pueden ser largas, cuando la distancia entre ellas es de 0,166"; cortas si están a 0,136" y cerradas si es de 0,113"; se presentan comercialmente en carretes o rollos de 4,5 o 9 mm. y en diferentes colores. ⁽⁷⁶⁾ Figura 3A y 3B

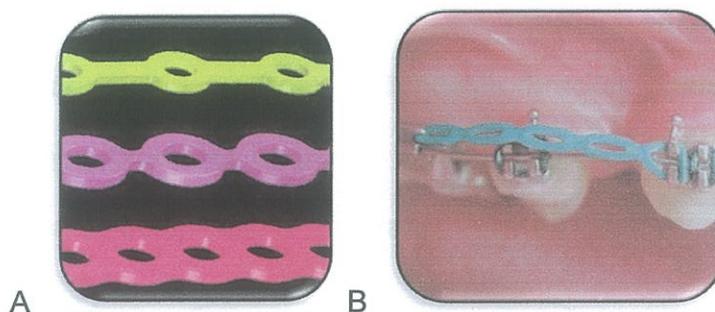


Fig. 3A cadenas elásticas de distintos tamaños. 3B. Cadena elástica colocada en boca ⁽⁸²⁾

Son por lo general económicas, fáciles de usar, higiene relativa, y requieren de una mínima colaboración del paciente. ⁽¹⁴⁾

Como desventaja se puede señalar que las cadenas elásticas cuando están expuestas al medio bucal, se encuentran permanentemente absorbiendo agua y saliva, y sufren rupturas en su estructura interna provocando una deformación permanente. Generalmente experimentan una rápida pérdida de fuerza junto con una disminución de la tensión, resultando en una pérdida

gradual de su efectividad y tiempo de degradación. ^{(14) (15)} Figura 4

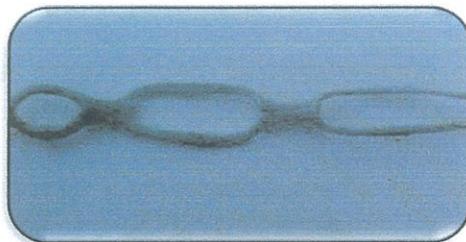


Fig. 4.-- Deformación permanente de las cadenas elásticas luego de su uso ⁽⁸³⁾

2.5.3 Puentes de ligaduras elastoméricas

“Son dos ligaduras elastoméricas unidas por medio de un puente del mismo material, el cual puede representarse en diferentes longitudes y colores. Pueden ser utilizadas unidas a botones linguales, brackets, ganchos auxiliares. Sirven para corregir rotaciones dentarias, distalizar caninos, cierre de diastemas y en casos de dientes ectópicos”. ⁽⁸⁵⁾ Figura 5

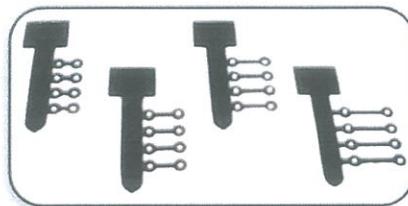


Fig. 5.-- Puente de ligadura elastoméricas ⁽⁷³⁾

2.5.4 Separadores Elastoméricos

“Los separadores en ortodoncia son aros de elastómeros utilizados comúnmente para crear un espacio entre dientes adyacentes, para introducir en el diente una banda ortodóntica. Adicionalmente ellos son usados para facilitar la

erupción de dientes parcialmente impactados (especialmente el segundo molar), también se usan como paso para una reducción interproximal de dientes adyacentes y para crear espacio para la restauración coronal en molares mal alineados".⁽³⁰⁾ Figura 6

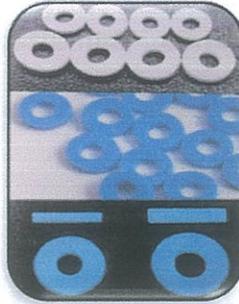


Fig. 6.-- Separadores Elastoméricos⁽⁷³⁾

Se presentan en diferentes colores generalmente contrastantes con los tejidos duros y blandos, así como también de diferentes tamaños, cuya selección depende de su uso clínico (dientes anteriores o posteriores), poseen un efecto radiológico contrastante, pudiendo ser observados como una imagen radiopaca en las radiografías, siendo esta una ventaja importante sobre todo cuando el separador se introduce en el surco gingival, invadiendo los tejidos periodontales, situación que se produce cuando éste permanece mucho tiempo en boca.⁽⁷⁶⁾

2.5.5 Hilo Elástico

Consiste en un elástico en forma de hilo generalmente cubierto de nylon el cual es un polímero sintético, que le confiere propiedades de resistencia a la humedad, también puede conseguirse fabricado de algodón. Se ha utilizado principalmente para cerrar diastemas, corregir rotaciones, llevar caninos ectópicos al plano de oclusión y ejercer fuerzas recíprocas. ^{(76) (93)} Figura 7.



Fig. 7. -- Hilo elástico. ⁽⁷³⁾

“La utilización del hilo elástico ha demostrado ser el método más simple y eficiente para la rotación, la consolidación y la intrusión de dientes, aisladamente o en grupo”, esto lo refiere Ricketts ⁽⁸⁰⁾ en su técnica bioprogresiva. Usado correctamente el hilo elástico genera una fuerza continua y ligera para producir el movimiento dentario en todos los planos del espacio. ⁽⁸⁰⁾

2.5.6 Cuñas de rotación

“Son dispositivos utilizados para corregir rotaciones dentarias aisladas. Como su nombre lo indica, se presentan de manera de cuñas de forma cilíndrica, con una ranura central donde se aloja el arco de alambre y una extensión que presenta dos orificios que serán colocados en las aletas de brackets más alejadas del arco de alambre; se esta forma, se produce un sistema de fuerzas tipo coupla o pares de fuerzas para producir un eficiente movimiento de rotación”.

(23) Figura 8 y 9

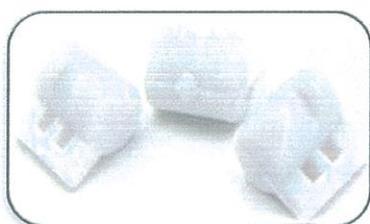


Fig. 8. -- Cuñas de rotación. ⁽⁷³⁾

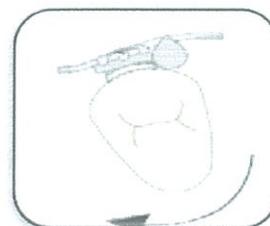


Fig. 9. -- Efecto sobre el diente ⁽⁷³⁾

2.5.7 Tubos de Elastómeros

Son tubos fabricados de elastómeros, que se utilizan como protectores para evitar el contacto del alambre con la mucosa bucal y como mantenedor de espacio. ⁽⁷⁶⁾ Figura 10



Fig. 10. --Tubos de elastómeros ⁽⁷³⁾

2.5.8 Bandas Elásticas o Elásticos

Son materiales utilizados para aplicar fuerzas intrabucales de tipo intra o intermaxilares y extrabucales. Están hechas generalmente de látex puro y actualmente se encuentran disponibles de materiales sintéticos o poliuretano, de silicona o de extractos naturales para ser usadas en el caso de pacientes alérgicos al látex. ⁽¹⁰²⁾ Figura 11



Fig. 11.-- Bandas Elastoméricas ⁽⁸³⁾

Los fabricantes emplean un sistema de identificación y clasificación de los elásticos que se suministran a los pacientes, pudiendo ser por animales, números, letras, instrumentos musicales, países, colores etc. Esto es para recordar y señalar al paciente el tamaño correcto y la fuerza indicada a utilizar de una forma fácil y divertida. ⁽⁷³⁾⁽⁷⁴⁾ Figura 12 y 13



Fig. 12 --Identificación por color . ⁽⁷³⁾



Fig.13. --- Identificación por animales ⁽⁷⁴⁾

“Los elásticos tienen diferentes características y distintos rangos de expresión de la fuerza que generan. Presentan tamaños y diámetros variables con indicaciones especificaciones de cada fabricante”.⁽⁵²⁾⁽⁷⁶⁾

En 1931 Bertran escribió que los elásticos intermaxilares eran usados inicialmente en distancias de 20 a 40mm, produciendo una fuerza de 60 a 300gr, estos rangos se producían entre los movimientos de apertura y cierre de la boca. Encontró que aproximadamente 1/3 de la elasticidad del elástico se perdía, por esta razón tenían que cambiar diariamente.⁽⁹⁾⁽²⁵⁾

En la actualidad las especificaciones del fabricante indican con un índice estándar, que la fuerza calculada se produce al estirar los elásticos 3 veces el tamaño de su diámetro interno. Sin embargo, estas especificaciones puede que no sean totalmente ciertas.⁽⁵²⁾⁽⁷⁶⁾

En otro estudio realizado por Bales y colaboradores reportaron que el estiramiento del elástico solamente 2 veces su diámetro interno, es suficiente para obtener los niveles de fuerza clínica referida por el fabricante, los cuales aconsejan estirarlos 3 veces su diámetro interno.⁽⁹⁾ Figura 14



Fig.- 14.-- Procedimiento de estirado del elástico⁽⁵⁸⁾

Podemos encontrar en el mercado distintos tamaños y espesores de los elásticos ortodónticos, lo cual, “nos van a producir fuerzas distintas y diferentes módulos de elasticidad”. También en la actualidad podemos encontrar que algunas casas comerciales les agregan distintos tipos de saborizantes para promover e incentivar a los pacientes. ⁽¹²⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁸¹⁾⁽⁸³⁾

Los paquetes de elásticos intraorales vienen en presentaciones individuales de 50 ó 100 ligas, transparentes o de diferentes colores. ⁽¹⁰²⁾ Existe un dispositivo para facilitar al paciente la colocación del elástico. A su vez vienen diferenciados en: ligeros, medianos, pesados y super pesados (dependiendo del diámetro y grosor de la liga); la fuerza de las ligas generalmente se mide en onzas (1Oz= 28,35grs)” ⁽⁸³⁾

“Según la fuerza por lo general se clasifican en ligeras de 1,8 Oz, Medianas de 2,7 Oz, pesadas de 4 Oz y super pesadas de 6 Oz, con una variación dependiendo de la marca comercial”. ⁽⁸³⁾

Según su diámetro se clasifican en: ⁽⁸³⁾

3mm = 1/8"

4mm = 3/16"

6mm = 1/4"

8mm = 5/16"

10mm = 3/8"

12mm = 1/2"

14mm = 9/16"

16mm = 5/8"

18mm = 11/16"

El tamaño de las ligas recomendadas para los sectores anteroposteriores (clase II o clase III) son los de $\frac{1}{4}$ " y $\frac{3}{16}$ ", en elásticos verticales (ups and down o en delta) son de $\frac{1}{8}$ ", en la etapa de finalización se pueden usar elásticos desde $\frac{1}{8}$ " hasta $\frac{5}{16}$ ". ⁽⁷⁾⁽⁶⁷⁾⁽⁸³⁾⁽⁹⁷⁾⁽⁹⁸⁾

2.6 PROPIEDADES FÍSICAS DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA.

La aplicación de fuerzas por medio de elásticos desempeña un papel importante durante la mecánica de tratamiento ortodóntico. La fuerza producida por los elásticos es directamente proporcional a la cantidad de extensión entre los dos puntos de aplicación. La distancia entre estos puntos varía de paciente a paciente, dependiendo del propósito ortodóntico ya sea intermaxilar o intramaxilar y la tensión a la cual es sometida el elástico a usar, así como la fuerza ejercida en la apertura y cierre de la mandíbula. Liu⁽⁶¹⁾ propone que la extensión normal de los elásticos al hablar y masticar está entre 20 y 25mm. Ellos sugieren que la repetición continua de éste estiramiento reduce significativamente la magnitud de la fuerza ya que estos procedimientos alteran la estructura del elástico. ⁽⁵²⁾⁽⁸³⁾

"Dentro de muchos factores que pueden influir en la propiedad de un material está la composición química, el tipo de enlace químico y su estructura. En este sentido la estructura que compone un material el cual, condiciona sus características, determina sus propiedades y su estudio implica el análisis de la forma como reacciona o como se comporta ese material ante diversos agentes y situaciones; es por esto, que para poder estudiar los materiales elásticos

utilizados en ortodoncia, que actúan en el medio bucal y están sometidos a múltiples fuerzas, se hace imprescindible analizar sus propiedades y la forma como influyen en su comportamiento".⁽⁷⁷⁾

Las propiedades físicas de un material elástico puede ser de varios tipos y entre ellas la propiedad biomecánica, representa la forma como estos materiales reaccionan ante la acción de las fuerzas, así como propiedades ópticas en la que influyen la pigmentación, el color y los cambios que puedan producirse en estas propiedades. De igual manera, es importante considerar las reacciones que puedan ocasionar en los tejidos donde estos materiales cumplen su función, consideradas como propiedades biológicas.⁽⁷⁷⁾

Existe gran variación en la literatura en cuanto a la terminología utilizada para describir las propiedades biomecánicas de los materiales elásticos en general, así, Thurrow , las denomina como rigidez, resistencia y rango de trabajo.⁽⁹³⁾

“Cuando se aplica una fuerza sobre un material, se genera una fuerza de igual magnitud pero en sentido contrario, según el principio de acción y reacción; la resistencia interna que opone el material se expresa en forma de tensión; tanto la fuerza aplicada como la tensión generada se distribuyen en una zona determinada del material y es por ello que la tensión es denominada fuerza por unidad de superficie”.⁽³⁹⁾

La fuerza puede aplicarse en un cuerpo desde diferentes ángulos y las tensiones desarrolladas dentro de él pueden ser de tres tipos: ⁽⁶²⁾

1. **Tensión compresiva:** cuando se aplican cargas a lo largo de una recta pero en el mismo sentido y tienden a disminuir la longitud del cuerpo.
2. **Tracción Fraccional:** cuando se aplican fuerzas que tienen la misma dirección pero con sentido opuesto y tienden a aumentar la longitud del cuerpo.
3. **Tensión de cizalladura:** cuando se aplican dos fuerzas con diferentes puntos de aplicación pero en la misma dirección y con diferente sentido. ⁽⁶²⁾

2.6.1 La Elasticidad

Según Phillips⁽⁷⁷⁾ y Macchi. ⁽⁶²⁾ La elasticidad es la propiedad del material que le permite recuperar su forma inicial cuando éste es deformado por una carga o fuerza y la misma es eliminada; se mide por la relación entre la tensión interna que genera la fuerza aplicada sobre el material y la deformación que le produce dicha fuerza, que puede ser de dos tipos: elástica que desaparece al retirar la fuerza y plástica, que permanece al retirar la fuerza. ⁽⁷⁷⁾⁽⁶²⁾ Figura 15.

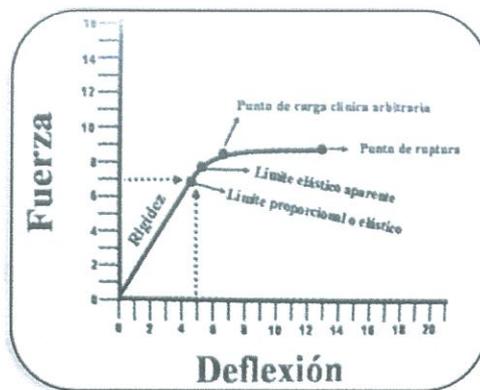


Fig. 15. -- Curva Tensión – Deformación ⁽⁹⁴⁾

“La tensión por la aplicación de una fuerza en un material elástico, debe ser tal que no permita la deformación plástica, para que al tratar de recuperar sus dimensiones originales generen tensiones sobre las estructuras biológicas que se quieren modificar”. ⁽⁶²⁾

2.6.2 Resistencia a la Fractura

Es otra propiedad importante inherente a estos materiales y se dice que es la tensión a la que puede someterse un material hasta conseguir su ruptura. Es así que, cuando un material elástico es sometido a largos, continuos y/o repetidos estiramientos en diferentes situaciones clínicas, puede ocurrir una deformación plástica en el material con la ruptura del mismo. ^{(102) (93)}

2.6.3 La Resiliencia

Es definida como la energía absorbida por el material cuando es sometido a tensión, sin exceder su límite elástico, en este caso se dice que el material solo ha sufrido deformación elástica. Esta energía que es absorbida y almacenada por el material es liberada después de la aplicación de la fuerza y debe ser tal que le permita regresar a su forma original. La resiliencia de un material elástico depende de cuan rápido y durante cuanto tiempo permanece estirado. ⁽¹⁰²⁾ Figura 16.



Fig. 16.--- Representación de la Resiliencia ⁽⁹⁴⁾

2.6.4 La Elongación

Considerada como la deformación que sufre el material al aplicarle una fuerza de tracción, es otra propiedad biomecánica importante, se expresa en porcentaje y puede ser de tipo elástica o plástica. ⁽²²⁾⁽⁷⁷⁾

Entre los factores que pueden influir y modificar las propiedades de los materiales elásticos utilizados en ortodoncia se puede mencionar :

1. La distancia entre los puntos de aplicación de la fuerza.
2. El tiempo de elongación.
3. La manipulación del material.
4. Cambios producidos en el medio bucal: como variaciones de temperatura, higiene bucal, y enzimas salivales, entre otros. ⁽¹⁰²⁾

Wong, ⁽¹⁰²⁾ y Sonis. ⁽⁸⁸⁾ Recomiendan en sus artículos aplicar fuerzas mayores a las deseadas para los materiales elastoméricos y para los elásticos intermaxilares el cambio cada 24 horas según el protocolo determinado, obteniendo de esta forma la cantidad de fuerza necesaria para producir el movimiento dental deseado.

2.7 PROPIEDADES BIOLÓGICAS DE LOS MATERIALES ELASTOMÉRICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA.

En algunos casos, los materiales utilizados en la práctica ortodóntica, incluyendo los elásticos, pueden producir diferentes lesiones sobre los tejidos de la cavidad bucal, de esto deriva la importancia de estudiar su biocompatibilidad, su toxicidad y la contaminación cruzada que puede producirse con estos materiales ya que se encuentran en estrecho contacto con los tejidos bucales por un largo período de tiempo. ⁽⁷⁷⁾

Un material es biocompatible cuando es aceptado por el organismo, de tal manera que no permita que se desarrollen mecanismos de rechazo ante su presencia, en teoría, un material que va a ser utilizado en la cavidad bucal debería ser lo más inocuo posible y no contener sustancias tóxicas que al ser absorbidas por el organismos sean capaces de causar una respuesta a nivel sistémico. ⁽⁷⁷⁾

La toxicidad que los materiales elásticos pudieran producir es debido a la presencia de sustancias químicas como nitrosodimetilamina y nitrosopiperidine, las cuales provienen de agentes aceleradores usados durante el proceso de vulcanización del producto. Está comprobado que estas sustancias podrían ser dañinas para la salud. ⁽¹⁰²⁾

De igual manera, el látex contenido en los elásticos empleados en la clínica ortodóncica tienen una proteína residual que actúa como antígeno, capaz de producir diferentes reacciones alérgicas en individuos sensibilizados y con alto riesgo a desarrollar hipersensibilidad que puede ir desde una reacción dermatológica sencilla, hasta un shock anafiláctico. En razón a lo anterior expuesto, se han desarrollado elásticos que no contienen látex en su composición. ⁽⁸⁶⁾

En contraste, han sido estudiados los efectos de los alimentos y de las condiciones de la cavidad bucal sobre los materiales con polímeros utilizados en restauraciones dentales. Se han encontrado diversas formas de degradación de los materiales con polímeros de restauración sobre todo cuando son sometidos a etanol /agua ⁽³⁷⁾ en saliva artificial ⁽⁵⁹⁾ en ácido láctico, ácido cítrico, heptano, y alcohol/water ⁽¹⁰⁴⁾ o en sustancias simulando los alimentos como: Café,

colorantes alimentarios, vinagre, erythrosin, ⁽³³⁾ whiskey, Coca-Cola ®, naranja⁽¹⁾ se han utilizado respectivamente para investigar la degradación de los polímeros de restauración dental por alimentos y aditivos alimentarios. El agua es conocida por alterar los enlaces cruzados de los polímeros utilizados intraoral, incluidos las bandas elásticas de ortodoncia. ⁽¹³⁾⁽⁴¹⁾ También han sido estudiados otros materiales de uso médico los cuales demuestran un deterioro, así como una reducción del cumplimiento de su función, lo cual puede manifestarse igualmente en las bandas elásticas de látex expuestas a los medios ambientales de la cavidad bucal. ⁽⁸⁴⁾ De tal forma esta información también podría aplicarse a los materiales polímeros utilizados en ortodoncia. Nos serviría igualmente para evaluar el potencial de estos materiales elásticos para llevar a cabo su función cuando son dejados por mucho tiempo en boca en lugar de ser cambiados por una nueva banda elástica. ⁽¹⁶⁾

Los efectos de la degradación mecánica de los materiales elásticos se consideran la causa principal de pérdida de fuerza de las bandas elásticas durante su uso clínico en los tratamientos de ortodoncia. ⁽²⁵⁾⁽³¹⁾⁽⁴⁸⁾⁽⁵²⁾. A los pacientes por lo general se les indica usar los elásticos durante 24 horas, excepto mientras come y al cepillarse los dientes, reemplazándolos por uno nuevo después de estas acciones. Esto requeriría, al menos, uno o más cambios de los elásticos por día⁽⁶⁸⁾. El cumplimiento e incumplimiento de las instrucciones varía considerablemente en cada paciente, pudiendo éste último ser tan alto como el 90%, lo que produce una alteración de las funciones del mismo. Algunos pacientes llevan elásticos todo el día sin ser reemplazados por unos nuevos. ⁽⁶⁴⁾

Durante este período de desgaste, la humedad y la temperatura juegan un papel importante en la deformación permanente y en la pérdida de fuerza de los materiales elásticos, ya que durante el uso los pacientes consumen alimentos, practican otras formas de higiene bucal, provocando un estrés físico de las bandas elásticas, exponiéndolos igualmente a diferentes condiciones térmicas, químicas, mecánicas, la mayoría de estos efectos no han sido plenamente investigados con respecto a sus efectos en la degradación de los polímeros de ortodoncia. ⁽¹⁶⁾⁽⁸³⁾⁽⁹⁰⁾

“Para aplicar una fuerza ideal en ortodoncia, un elastómero necesita mantener un fuerza adecuada. Sin embargo, los elastómeros convencionales presentan un alto grado de deterioro irreversible y la fuerza se ve afectada por factores ambientales, tales como la alcalinidad de la saliva, cambios de temperatura, y procesos de preestiramiento. Además, la saliva y las bacterias pueden infiltrarse y debilitar la estructura molecular en la superficie de látex, lo que resulta en una decoloración y expansión”. ⁽⁶⁾⁽²⁷⁾⁽³⁸⁾⁽⁴⁹⁾⁽⁵²⁾⁽⁶⁷⁾. Por esta razón, son necesarios nuevos materiales que presenten una mayor estabilidad física, biocompatibilidad y sin alérgenos. ⁽²⁷⁾

2.8 EFECTOS DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS SOBRE LOS TEJIDOS BUCALES.

Los elásticos intraorales han sido por mucho tiempo herramientas indispensables en los tratamientos de ortodoncia. ⁽⁴⁵⁾ Los efectos citotóxicos de otros materiales de ortodoncia han sido reportados en distintos estudios. Como es el ejemplo de los adhesivos, que se ha demostrado que siguen presentando efectos citotóxicos durante mucho tiempo (2 años). ⁽⁹¹⁾⁽⁹²⁾ También podemos encontrar materiales que son citotóxicos para el operador, como es el uso de los guantes de látex, o también que lo pueden proteger contra los agentes citotóxicos de los adhesivos. ⁽²⁾ Curiosamente, la literatura médica ofrece a menudo informes de la citotoxicidad de los cateters de látex. ⁽⁷⁹⁾⁽⁸⁷⁾⁽¹⁰³⁾ Sin embargo, en la cavidad oral, elásticos son utilizados libremente y quizás, más con la incorporación de colores de neón. Los fabricantes informan de que estos agentes colorantes son los tintes de grado alimentario. Sin embargo, existe la duda de si estos son realmente biocompatible con los tejidos orales. ⁽⁴⁵⁾

Estos materiales presentan una superficie aparentemente lisa, pero al ser colocados en los dientes se produce un aumento de la superficie la cual favorece a la retención de placa bacteriana y de residuos alimenticios lo cual puede producir considerable inflamación de los tejidos periodontales y tejidos blandos, especialmente cuando el paciente carece de adecuados hábitos de higiene bucal. ⁽¹⁰¹⁾⁽¹⁰²⁾

Las bandas elásticas de látex, son usadas comúnmente en el tratamiento ortodóncico. ⁽⁴⁹⁾ Durante los últimos años, ha existido un incremento en los riesgos de salud producido por los materiales relacionados con el látex. ⁽⁵³⁾⁽⁵⁴⁾⁽²⁹⁾ Por tanto es conocido que el látex presenta un alérgeno el cual produce reacciones de hipersensibilidad. Los estudios han informado una prevalencia de sensibilidad al látex del 2,9% al 4,7%. ⁽⁸⁹⁾ Además, del 4% al 8% de la población en general reportó ser positivo a la alergia del caucho natural por las pruebas serológicas de látex con anticuerpos inmunoglobulina E. Sin embargo las pruebas realizadas con el test skin-prick mostró una prevalencia de menos del 1% de la población general⁽⁶³⁾. Debido a que la alergia al látex es frecuente en la población general y que siempre hay un porcentaje de personas hipersensibles a el látex. Es por ello que la necesidad de alternativas libres de látex es cada vez mayor. ⁽⁴⁹⁾

La aplicación de fuerzas por medio de elásticos requieren de una monitorización del clínico ya que si las fuerzas sobrepasan el nivel de tolerancia de los tejidos periodontales y de soporte dentario se desarrollará una lesión de los ligamentos y en algunas ocasiones, reabsorción radicular o anquilosis, sin embargo las fuerzas ligeras y constantes no producen dicha destrucción del tejido periodontal. ⁽²⁴⁾⁽³²⁾⁽⁸³⁾

Existe un amplio rango de fuerzas, utilizados para producir diferentes tipos de movimiento dentario. El uso de fórmulas numéricas para describir los fenómenos biológicos producidos durante la utilización de estos materiales darían una visión muy reducida de la complejidad de las reacciones tisulares necesarias para que se produzcan estos movimientos. ⁽⁵⁾⁽⁶⁾⁽²³⁾⁽³⁹⁾

2.9 APLICACIONES CLÍNICAS DE LOS MATERIALES ELÁSTICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA.

“El movimiento ortodóntico de los dientes se produce como resultado de la respuesta biológica y de la reacción fisiológica frente a las fuerzas aplicadas por nuestros procedimientos mecánicos. Por tanto, cuando diseñamos nuestros distintos aparatos, es importante evaluar las fuerzas que ellos generan en un procedimiento determinado del tratamiento y evaluar también la respuesta fisiológica frente a esas fuerzas.”⁽⁸⁰⁾

Son innumerables las situaciones clínicas ortodónticas en las cuales se requiere el empleo de los materiales elásticos, capaces de generar un sistema de fuerza necesario para corregir las maloclusiones. Las fuerzas producidas por estos aditamentos dependen de su ubicación en determinada situación clínica y serán analizadas como vectores de fuerzas con sus correspondientes características de magnitud, dirección, sentido y punto de aplicación.⁽²³⁾

En relación a la magnitud de la fuerza, es necesario el conocimiento del concepto de “fuerza óptima” la cual se describe desde el punto de vista clínico, como “la fuerza que produce una velocidad rápida del movimiento dentario, sin daño tisular, con mínimas molestias para el paciente y desde el punto de vista histológico es aquella que genera un nivel de estrés en el ligamento periodontal y manteniendo la vitalidad de los tejidos en toda su extensión e inicia una respuesta celular, dependiendo del tipo de diente y del movimiento a realizar”. Por tanto cuando puede mantenerse un suministro adecuado de aporte sanguíneo por medio de la aplicación de fuerzas ligeras vamos a tener como

resultado un movimiento dental más eficiente. A diferencia de cuando existe un suministro sanguíneo limitado en una zona determinada, la actividad osteoclástica produce una reabsorción ósea limitada y los dientes no se mueven o lo hacen de forma más lenta. Las fuerzas intensas que comprimen las células sanguíneas pueden limitar la respuesta fisiológica y afectar notablemente la velocidad del movimiento dental deseado. ⁽³⁹⁾⁽⁴⁰⁾⁽⁸⁰⁾

Los elásticos pueden ser clasificados según su ubicación en las diferentes situaciones clínicas. Se clasifican en 2 grandes grupos según sean utilizados de forma extrabucal e intrabucal. los elásticos intrabucales pueden ser intramaxilares e intermaxilares, dependiendo si necesitamos usarlos en una o ambas arcadas.

2.9.1 ELÁSTICOS EXTRABUCALES

Se usan para desarrollar fuerzas conjuntamente con headgear u otra aparatología extrabucal. Por lo general, las elásticas son de mayor diámetro, ya que general fuerzas pesadas a excepción del FACE BOW cervical el cual emplea una banda o cinta elástica. ⁽⁵⁸⁾ Figura 17



Fig.17 Elásticos extraorales con Headgear ⁽⁵⁸⁾

2.9.2 ELÁSTICOS INTRABUCALES

Pueden ser utilizadas de forma intramaxilar e intermaxilar según su aplicación clínica. ⁽⁵⁸⁾

2.9.2.1 Elásticos Intramaxilares

Son bandas elásticas utilizados en una sola arcada dentaria bien sea maxilar o mandibular y corresponden a los denominados elásticos Clase I, los cuales cuando son colocados en boca actúan en un solo plano que puede ser horizontal o vertical, proporcionando un sistema de fuerzas en direcciones opuestas. Estos elásticos también se pueden usar simultáneamente en combinación con otro tipo de elásticos. ⁽⁵⁸⁾

El punto de aplicación de la fuerza es variable pudiendo encontrarse situaciones en las que el elástico se coloca entre los dientes, entre los dientes y un asa del arco de alambre, o entre diferentes asas en el mismo, así como también pueden ir de un diente a un aparato auxiliar tipo Quad Hélix, barra transpalatina, o a un plano de mordida. ⁽²¹⁾⁽²⁸⁾⁽⁵⁸⁾ Figura 18 y 19



Fig. 18 -- Elásticos Intramaxilares. Corrección de rotaciones ⁽⁵⁸⁾

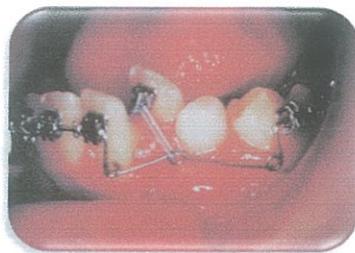


Fig. 19 -- Elásticos Intramaxilares. Incluir un diente en el arco ⁽⁵⁸⁾

Se pueden utilizar con múltiples aplicaciones clínicas dependiendo del plan de tratamiento previamente establecido. Podemos mencionar la apertura y cierre de espacios, movimientos de distalización, mesialización, extrusión, intrusión y corrección de inclinaciones axiales y de rotaciones dentarias. ⁽⁵⁸⁾

Otra aplicación clínica es el elástico oclusal en forma de "O" descrito por Langlade ⁽⁵⁸⁾ especialmente para corregir inclinaciones axiales vestibulares de uno o varios dientes. Este tipo de elástico debe ser usado solamente en la noche o durante un corto período de tiempo ya que debido a su orientación, interfiere con la oclusión del paciente. ⁽⁴³⁾⁽⁵⁸⁾ Figura 20

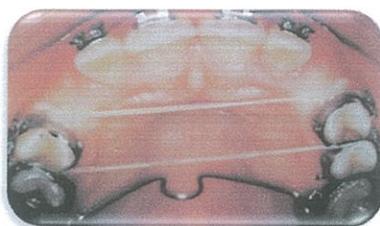


Fig. 20 -- Elástico Oclusal en forma de O. ⁽⁵⁸⁾

Los elásticos Clase I tienen la particularidad de producir una acción recíproca de fuerzas cuya magnitud depende de la distancia de los puntos de aplicación y del estiramiento del material utilizado para determina la situación clínica. Es necesario considerar el anclaje si no se desea la acción recíproca de la fuerza. ⁽⁵⁸⁾ Figura 21, 22 ,23

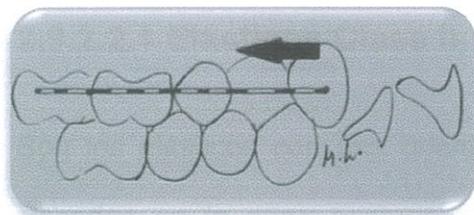


Fig 21.—Elástico clase I con anclaje tipo A ⁽⁵⁸⁾

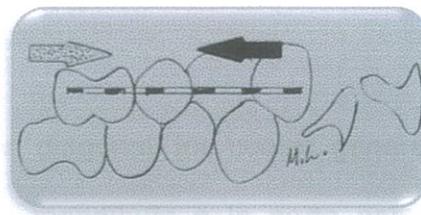


Fig 22.—Elástico clase I con anclaje tipo B ⁽⁵⁸⁾

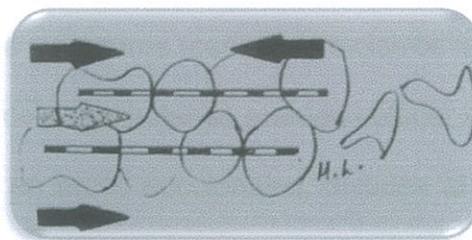


Fig 23. – Elástico clase I con anclaje tipo C. ⁽⁵⁸⁾

El uso de los elásticos clase I para realizar movimientos dentales presentan algunas complicaciones, debido a su poca precisión en los movimientos, así como en la pérdida de fuerza que experimentan. Entre estas complicaciones encontramos: una inclinación inadecuada, una exagerada rotación y extrusión, pérdida de anclaje o un desplazamiento menor o insuficiente, debido a esto muchos clínicos prefieren el uso de ansas de alambre para un cierre de espacios más preciso y controlado. ⁽⁵⁸⁾

2.9.2.2 Elásticos Intermaxilares

Son los elásticos utilizados entre las arcadas dentarias, de tal manera que pueden producir efectos ortodóncicos y ortopédicos en ambos maxilares. ⁽⁵⁸⁾

2.9.2.2.1 Elásticos Clase II

Son los elásticos con una orientación diagonal, los cuales generalmente van colocados en la zona posterior de la mandíbula a la parte anterior del maxilar. En el arco maxilar puede ir colocado en arcos seccionales, arcos utilitarios para clase II, arcos continuos con loops anteriores, hook de los bracket de los dientes anteriores superiores (caninos e incisivos laterales) headgear clase II o Kobayashi. En el arco mandibular se pueden colocar en diferentes dientes del sector pósterio inferior, en arcos seccionales, distales al tubo molar, a un hook, loop, a un Kobayashi. ⁽⁵⁸⁾ Figura 24



fig. 24.- Elástico Clase II. ⁽⁵⁸⁾

Dentro de las aplicaciones e indicaciones clínicas de los elásticos clase II se utilizan para la corrección dental o esquelética de las maloclusiones clase II, para reforzar anclaje, retracción de los incisivos superiores, avance mandibular, abrir mordida, inclinación bucal de los incisivos inferiores, correcciones de la línea media, correcciones de ambas arcadas. ⁽⁵⁸⁾

Su efecto ortodóncico u ortopédico depende de la magnitud de la fuerza ejercida por los diferentes diámetros del elástico y de los objetivos clínicos planteados. ⁽⁵⁸⁾⁽⁷⁶⁾

Asimismo, estos componentes verticales y horizontales pueden variar según la distancia entre los puntos de aplicación de la fuerza, si la distancia es menor y los elásticos son más cortos se aumenta el componente de extrusión y viceversa. ⁽²³⁾⁽⁵⁸⁾⁽⁶⁵⁾ Figura 25, 26 y 27

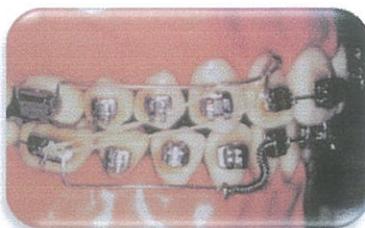


Fig. 25.—Elástico Clase II al bracket del canino superior⁽⁵⁸⁾



Fig. 26.—Elástico clase II Jig superior⁽⁵⁸⁾



Fig. 27.—Elástico Clase II arco seccional. ⁽⁵⁸⁾

2.9.2.2.2 Elásticos Clase III

Estos elásticos también tienen una dirección diagonal, pero de forma contraria a los de Clase II, su orientación va desde la zona postero-superior del maxilar hasta la zona antero-inferior mandibular. El punto de aplicación de la fuerza puede estar ubicado en la porción superior en un asa del arco del alambre, en el gancho de la banda, en una ligadura Kobayashi de un premolar o molar hasta la zona antero-inferior en un asa en el arco del alambre o en una ligadura de Kobayashi colocada en el canino. ⁽⁵⁸⁾

La aplicación clínica más común es en las maloclusiones Clase III, para producir efectos ortodóncicos u ortopédicos dependiendo de la magnitud de la fuerza ejercida por el elástico y de los objetivos clínicos planteados, pero en general su efecto es producir una distalización de los dientes inferiores y la mesialización de los superiores. ^{(58) (65)} Figura 28

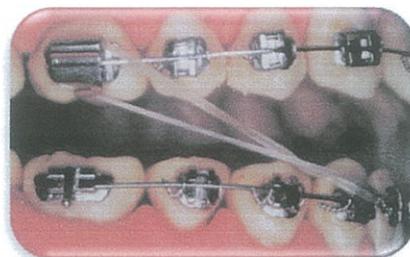


Fig. 28. -- Elástico Clase III. ⁽⁵⁸⁾

En cuanto a la biomecánica, al igual que los Clase II, la fuerza desarrollada posee un componente vertical y otro horizontal que va a depender de la distancia de los puntos de aplicación de la fuerza, la angulación del elástico y el grado de apertura bucal.⁽⁵⁸⁾

2.9.2.2.3 Elásticos Cruzados

Su principal indicación es corregir mordidas cruzadas dentarias posteriores unilaterales o bilaterales; el punto de aplicación de la fuerza en este caso varía de acuerdo al tipo de mordida cruzada, de tal manera que en los casos de inclinación palatina de los dientes postero-superiores, su orientación es desde palatino hasta vestibular inferior y viceversa.⁽⁵⁸⁾

Pueden ir situados en un gancho de la banda o del bracket, en un botón cementado directo al diente o en una ligadura de Kobayashi.⁽⁵⁸⁾

Estos elásticos producen un sistema de fuerza con un componente horizontal formado por las fuerza generada en los dientes superiores e inferiores que son de igual magnitud pero en sentido contrario, dirigido hacia vestibular o lingual dependiendo de la ubicación del mismo; también originan un componente vertical que aumenta con los movimientos de apertura y cierre de la mandíbula.

⁽⁵⁸⁾ Figura 29



Fig. 29.---Elásticos cruzados. ⁽⁵⁸⁾

2.9.2.2.4 Elásticos Diagonales

Son utilizados en la región dentaria anterior para corregir desviaciones de la línea media, por lo que su orientación varia de acuerdo a las necesidades del caso, pudiendo ser colocadas de las siguientes formas: en la zona maxilar izquierdo hasta mandibular derecho o en la zona maxilar derecho hasta mandibular izquierdo. Se puede usar aislado o combinados con otro tipo de elásticos de tipo Clase II, tipo III o cruzados. ⁽⁵⁸⁾ Figura 30

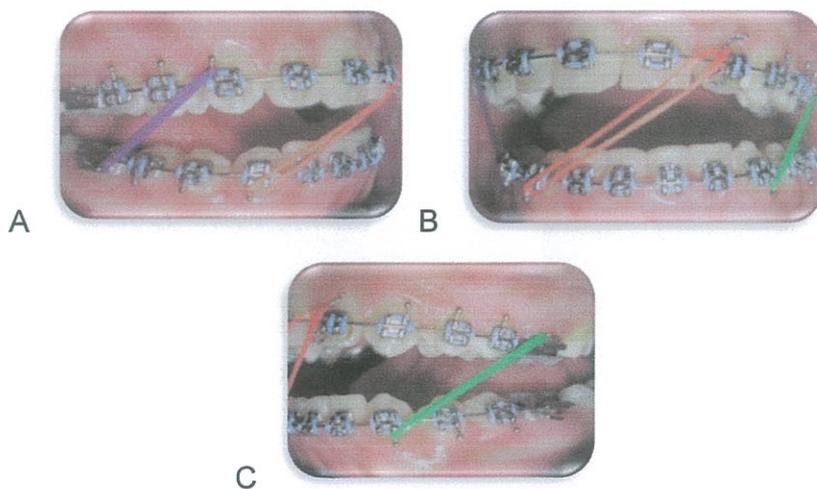


Fig. 30 Elásticos Diagonales combinados, clase II derecho clase III izquierdo 30A, Vista del lado derecho. 30B vista frontal. 30C. Vista del lado izquierdo ⁽⁸³⁾

Pueden ir colocados en un asa del arco de alambre, directo a un diente en una ligadura de Kobayashi o en un gancho del bracket. ⁽⁵⁸⁾

2.9.2.2.5 Elásticos de forma triangular o rectangular

Se usan para conseguir la oclusión o mejor la interdigitación dentaria en cualquier fase del tratamiento, principalmente en la de terminación. Se colocan formando triángulos con 3 puntos de aplicación de la fuerza en casos de relación dentaria de Clase I, en los que se desea mayor componente vertical para producir la extrusión localizada en un solo diente o pueden colocarse formando cajas con 4 puntos de aplicación de la fuerza en dirección Clase II o Clase III cuando sea necesario agregar además un componente horizontal, generalmente son utilizados en un grupo de dientes. ⁽²³⁾⁽⁵⁸⁾⁽⁶⁵⁾ Figuras 31 y 32.

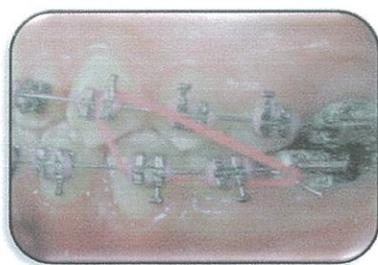


Fig. 31.-- Elásticos Triangulares en clase II⁽⁸³⁾

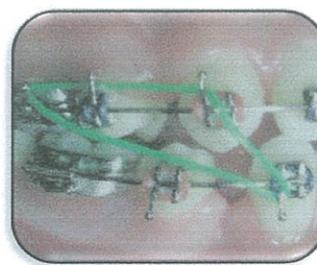


Fig. 32.-- Elásticos triangulares en clase III⁽⁸³⁾

2.9.2.2.6 Elásticos en forma de U, V, W y M

Además de las orientaciones de los elásticos definidas anteriormente, Langlade describe el uso de elásticos en forma de U o de V, que pueden ser colocados tanto en la zona anterior como en la posterior, para guiar uno o dos dientes al plano de oclusión, siendo el componente vertical el principal efecto generado por estos elásticos. ⁽⁵⁸⁾ Figura 33



Fig- 33.--- Elásticos en forma de "U" o de "V" ⁽⁸³⁾

Otra variación son los elásticos en forma de M ó W utilizados para conseguir la extrusión de 2 ó más dientes. ⁽⁵⁸⁾ figuras 34 y 35



Fig. 34.--- Elásticos en forma de "M" ⁽⁸³⁾



Fig. 34. --- Elásticos en forma de "W" ⁽⁸³⁾

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo general

Evaluar la cantidad de deformación de los elásticos intermaxilares utilizados en ortodoncia de dos calibre distintos, comparando dos marcas comerciales diferentes y evaluados en distintos medios de almacenamiento.

3.2 Objetivos específicos:

3.2.1 Evaluar a través de pruebas de tracción la cantidad de deformación de elásticos intermaxilares de 1/8" y 3/16" y de dos marcas diferentes Ortho-Organizers y American Orthodontics mantenidos en saliva artificial durante dos intervalos de tiempo de 12 y 24 horas en comparación al medio seco

3.2.2. Evaluar a través de pruebas de tracción la cantidad de deformación de elásticos intermaxilares de 1/8" y 3/16" y de dos marcas diferentes Ortho-Organizers y American Orthodontics mantenidos en Coca-Cola durante dos intervalos de tiempo de 12 y 24 horas en comparación al medio seco

3.2.3. Evaluar a través de pruebas de tracción la cantidad de deformación de elásticos intermaxilares de 1/8" y 3/16" pulgadas de dos diferentes marcas, Ortho- Organizers y American Orthodontics en medio seco.

4. HIPÓTESIS

Los elásticos intermaxilares de marca American Orthodontics utilizados en ortodoncia presentan mayor cantidad de deformación cuando son sumergidos por un período de 24 horas en medios húmedos y en sustancias corrosivas como la coca cola.

5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Diseño del Estudio

Estudio experimental comparativo in Vitro, en el cual se evaluaron dos marcas de elásticos utilizados comúnmente en la práctica ortodóntica ecuatoriana los cuales fueron sometidos a pruebas de tracción para comprar su cantidad de deformación necesaria para expresar su fuerza.

5.2 Muestra

Se utilizaron para la realización de este estudio un universo de 360 elásticos intermaxilares, los cuales fueron distribuidos en 24 grupos de elásticos de cada. Se seleccionaron según su diámetro, marca y medio de almacenamiento. Se usaron elásticos intermaxilares de diámetro interno 1/8" y 3/16" de marca Ortho-Organizers y American Orthodontics respectivamente, los cuales fueron mantenidos en 3 medios de almacenamiento: medio seco, en saliva artificial y en coca cola por ser la bebida carbonatada usada comúnmente en la dieta diaria de un alto porcentaje de la población mundial y latinoamericana

ubicándose en un 65% su consumo. Durante intervalos de tiempo de 12 y 24 horas.

5.3 Grupos de estudio

Intervalo de 12 horas		Intervalo de 24 horas	
G1	Ortho Organizer 1/8" seco	G13	Ortho Organizer 1/8" seco
G2	American Orthodontics 1/8" seco	G14	American Orthodontics 1/8" seco
G3	Ortho Organizer 1/8" Saliva Artificial	G15	Ortho Organizer 1/8" Saliva Artificial
G4	American Orthodontics 1/8" Saliva Artificial	G16	American Orthodontics 1/8" Saliva Artificial
G5	Ortho Organizer 1/8" Coca-Cola	G17	Ortho Organizer 1/8" Coca-Cola
G6	American Orthodontics 1/8"Coca-Cola	G18	American Orthodontics 1/8"Coca-Cola
G7	Ortho Organizer 3/16" seco	G19	Ortho Organizer 3/16" seco
G8	American Orthodontics 3/16" seco	G20	American Orthodontics 3/16" seco
G9	Ortho Organizer 3/16" Saliva Artificial	G21	Ortho Organizer 3/16" Saliva Artificial
G10	American Orthodontics 3/16" Saliva Artificial	G22	American Orthodontics 3/16" Saliva Artificial
G11	Ortho Organizer 3/16" Coca-Cola	G23	Ortho Organizer 3/16" Coca-Cola
G12	American Orthodontics 3/16"Coca-Cola	G24	American Orthodontics 3/16"Coca-Cola
G= 15 MUESTRAS			

Tabla. 1. Disposición de los grupos de estudio

5.4 MÉTODO

5.4.1. Selección de la muestra

Para la realización del estudio se utilizaron 15 elásticos de diámetro 1/8 (3.2mm) y 3/16" (4.8mm) y de marca Otho-Organizers y American Orthodontics respectivamente, seleccionados aleatoriamente de paquetes individuales de un mismo lote. Figura 36



Fig. 36. – Empaques de los elásticos intermaxilares utilizados de marcas American Orthodontics y Ortho Organizers

5.4.2. Colocación en distintas sustancias

Cada uno de los elásticos fue extraído de cada paquete con una pinza de Miller y colocado con una pinza quirúrgica en distintos medios de almacenamiento en tubos de ensayo de plástico del mismo tamaño, previamente identificados, Los medio utilizados fueron: medio seco y medios húmedos donde con una pipeta graduada de plástico se introdujo 3 ml. de saliva artificial y en otro tubo 3ml. Coca-Cola, respectivamente. Figura 37, 38, 39, 40,41 y 42



Fig. 37.-- Almacenamiento en seco



Fig.38.-- Saliva Artificial



Fig. 39.--Coca-Cola

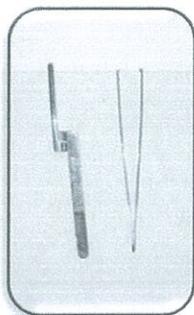


Fig. 40.-- Pinza Miller y Pinza quirúrgica



Fig. 41.-- Pipeta de plástico graduada

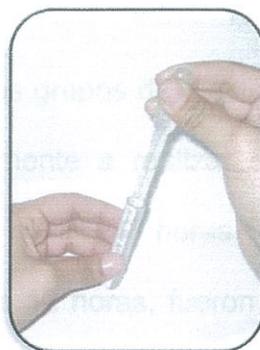


Fig. --42. Colocación de 3ml. de saliva artificial en un tubo de ensayo.

5.4.3. Almacenamiento de las muestras

Cada grupo de 15 elásticos se colocaron en un mismo tubo de ensayo y en iguales condiciones; hasta completar 24 grupos. Se colocaron las muestras en porta tubos de ensayo, introducidos en un recipiente plástico, se anexo un termómetro de mercurio para monitorear la temperatura interna cada 2 horas, posteriormente se guardaron en una estufa apagada y oscura para simular las condiciones intrabucales. Figura 43, 44 y 45



Fig.43.-- Termómetro de mercurio



Fig 44.—Recipiente de Plástico

5.4.4. Preparación por grupos

Para la preparación de los grupos de elásticos en relación a los intervalos de tiempo Se procedió inicialmente a realizar el procedimiento con el grupo correspondiente al intervalo de 24 horas y luego se repitió con las correspondientes al intervalo de 12 horas, fueron introducidos en las sustancias respectivas con una diferencia de tiempo de 20 minutos entre cada uno, considerando el tiempo que se podría tardar la medición de cada grupo y para lograr coincidencia con las horas en las que se realizarían las pruebas. Figura 45,46 y 47



Fig.45.— Preparación de 1ª muestra

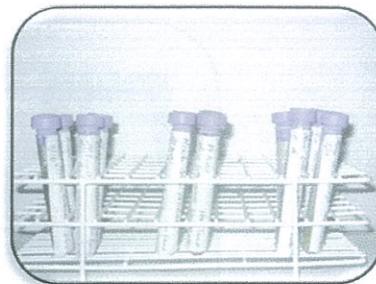


Fig 46.—Muestras correspondiente a las 24 horas



Fig 47.—Total de las muestras en los dos intervalos de tiempo 12 y 24 horas

5.4.5. Ejecución de las mediciones

La medición se realizó en una Máquina de Tracción (Smart-turn 6) ubicada en el laboratorio de Ingeniería Mecánica de la Universidad San Francisco de Quito, fue adaptada para estirar el elástico hasta completar 6 ½ onzas de fuerza medidas en un dinamómetro marca Ormco ETM (previamente marcado), y proporcionando una medida en milímetros para la valoración de la cantidad de deformación. Figura 48, 49, 50 y 51



Fig 48.— Máquina de Tracción Smart-turn 6



Fig. 49. --Dóntrix o dinamómetro marca Ormco ETM.

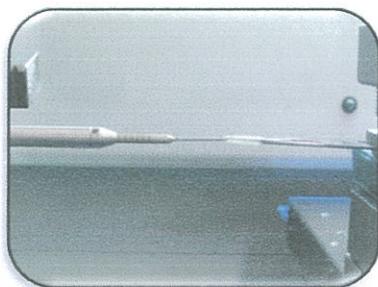


Fig. 50.-- Tracción de los elásticos

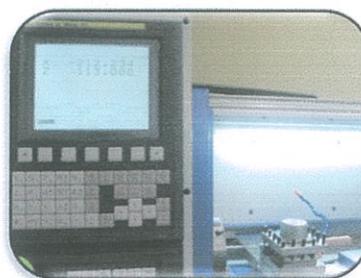


Fig. 51.-- Monitor indicando la cantidad de deformación

Para retirar los elásticos de los tubos de ensayo se usó una pinza quirúrgica para asegurar cada muestra y colocarla adecuadamente en los aditamentos colocados en la máquina, para realizar la tracción. Figura 52, 53, 54 y 55



Fig. 52.— Retiro de los elásticos del tubo de ensayo con la pinza quirúrgica, colocación del ejemplar en la maquina para proceder a traccionarlo.

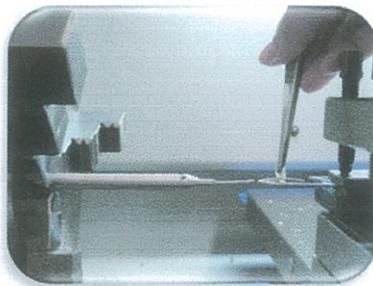


Fig. 53.—Colocado de la muestra en la máquina de tracción

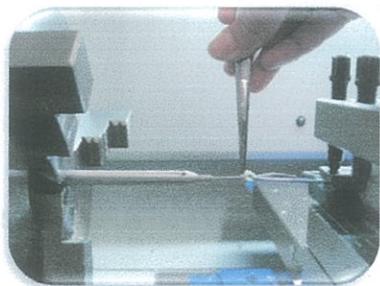


Fig. 54. Modo de colocación del elástico en la máquina previo a la tracción

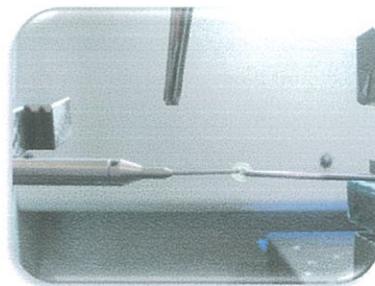


Fig. 55.— Elástico listo para traccionarlo

Posteriormente se procedieron a estirarlos hasta completar la fuerza descrita por el fabricante de $6 \frac{1}{2}$ onzas expresado por el dóntrix y se registró el diámetro que alcanzaron (nivel de deformación), esta medida la suministró un monitor de la misma máquina, la cual se puso previamente en valores en los que el elástico se encontraba sin tensión representado en el eje Z, dichos valores corresponden a 112.000 para los elásticos de $1/8''$ y 113.000 para los de $3/16''$ de

ambas marcas y distintos medios de almacenamiento, coincidiendo cada muestra con la hora de intervalos de 12 y 24 horas. Figura 56, 57 y 58

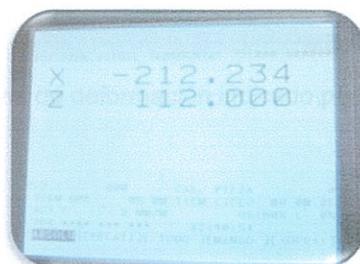


Fig. 56.-- Medida de 112.000 para elásticos 1/8" (tensión cero)

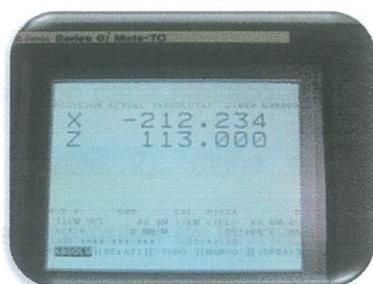


Fig. 57.-- Medida de 113.000 para elásticos 3/16" (tensión cero)

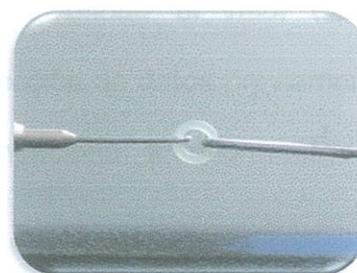


Fig. 58-- Elástico sin tensión

Al realizar la tracción del material hasta los límites de fuerza previamente descritos se registro la medida que presentaba la máquina, la cual se expresaba con indicada en un monitor, en el eje Z. Figura 59, 60

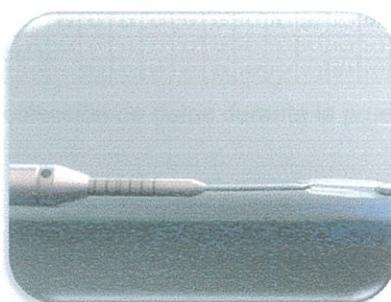


Fig. 59-- Elástico durante la tracción hasta completar 6 ½ onzas

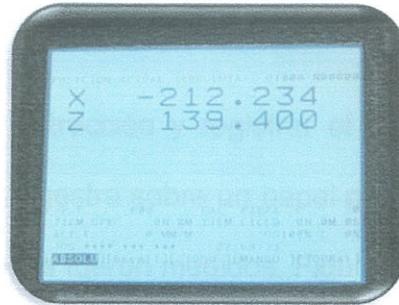


Fig. 60-- Nivel de deformación indicado por la máquina

5.4.6. Recolección de las mediciones

Luego de realizar la tracción se procedió a anotar el valor de la deformación de cada elástico, en una tabla de recolección de datos previamente diseñada (Tabla 2), dicha medida, como se mencionó anteriormente se observaba en monitor de la máquina.

		AMERICAN ORTHODONTICS																													
		1/8"												3/16"																	
Seco	12	8,6	10,1	7,9	9,4	7,4	9,0	9,0	7,1	10,9	9,6	9,0	9,0	7,4	7,8	8,9	15,0	14,0	14,7	12,8	14,7	11,6	12,6	13,3	12,2	13,8	11,6	13,8	13,0	12,3	12,0
	24	10,0	9,8	8,6	9,9	9,3	9,2	9,2	8,9	8,5	8,9	10,9	7,9	8,7	8,9	9,2	10,6	11,6	12,2	10,5	11,7	12,4	9,7	9,5	9,5	8,5	9,4	10,5	7,3	9,4	12,1
Saliva	12	10,0	9,7	12,9	9,7	11,3	13,0	11,2	8,5	11,5	12,5	9,2	12,0	10,5	10,5	9,1	18,7	7,0	16,2	10,2	10,0	8,0	16,0	14,5	11,0	13,0	14,1	15,3	15,1	14,6	17,0
	24	13,0	12,0	11,9	9,0	11,1	10,5	10,6	11,6	10,0	11,0	10,0	11,2	11,1	11,2	13,5	17,1	14,1	16,9	16,7	14,2	17,5	14,1	15,1	12,3	17,5	14,7	14,7	14,2	16,3	17,9
Coca-Cola	12	10,0	11,4	12,0	12,3	9,8	10,2	10,6	9,6	12,0	10,2	8,7	13,2	12,1	10,0	11,0	14,4	15,4	14,7	15,5	16,3	15,1	17,6	15,6	15,7	14,9	15,4	15,6	14,5	16,0	15,5
	24	11,5	11,0	13,5	12,8	12,0	9,6	11,6	13,2	10,5	12,2	12,9	12,9	12,3	10,2	12,7	15,0	18,8	16,1	17,4	16,0	16,9	16,3	17,5	17,3	17,7	15,2	17,0	18,4	19,9	16,2

		ORTHO ORGANIZERS																													
		1/8"												3/16"																	
Seco	12	6,4	7,2	6,8	6,7	6,9	5,8	6,9	6,0	6,0	6,3	8,8	7,5	7,6	7,5	7,6	10,9	11,0	12,0	12,0	11,9	13,0	14,0	13,0	12,5	11,5	14,5	11,3	11,6	14,0	11,5
	24	7,3	8,1	6,4	6,2	5,4	6,0	6,3	4,8	7,4	5,8	7,0	5,7	4,4	6,0	6,8	11,4	11,0	20,8	35,1	10,4	9,1	12,4	9,9	9,9	11,6	10,4	11,6	11,4	10,5	13,0
Saliva	12	6,9	9,8	8,1	8,3	9,3	5,8	11,5	6,6	9,8	9,8	10,1	7,0	10,5	7,8	9,0	18,0	17,9	20,2	14,5	13,6	16,9	12,9	37,3	17,1	15,4	18,0	19,2	27,5	16,4	13,9
	24	8,4	10,8	8,9	8,3	7,7	7,9	9,9	9,2	9,4	8,0	9,9	9,3	9,0	7,9	8,0	14,4	16,1	18,0	10,5	17,4	16,0	17,2	18,2	15,4	16,0	31,0	15,0	16,0	13,0	21,1
Coca-Cola	12	8,9	8,4	7,3	7,6	7,2	7,7	8,4	7,8	8,1	11,8	7,7	9,1	7,3	7,7	7,9	13,6	13,8	16,1	16,3	15,2	14,8	15,7	15,3	19,2	16,5	15,7	14,5	16,2	16,2	14,4
	24	8,2	8,5	13,3	11,4	9,8	9,0	8,2	9,7	10,4	10,1	12,2	9,7	9,4	8,7	8,6	16,7	15,4	16,2	15,0	16,7	16,5	17,6	16,9	14,4	18,5	17,2	14,2	15,8	15,4	15,8

Tabla 2.-- Tablas de recolección de datos durante la prueba para ambas marcas

5.3.8. Desecho de la muestra

Luego de realizar la tracción y registrar el valor de la deformación, se procedió a desechar cada muestra sobre un papel para al final de la medición de cada grupo verificar que todos fueron medidos. Figura 61

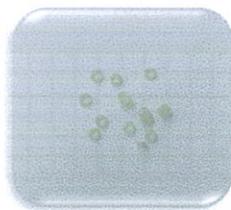


Fig. 61. Elásticos desechados luego de realizar la tracción

6 RESULTADOS

6.1 Datos obtenidos

Los datos obtenidos fueron registrados en tablas previamente diseñadas para facilitar el análisis de cada registro. Para obtener las medidas adecuadas correspondientes a cada grupo, a los elásticos de 1/8" se les restó 112 que correspondía a la medida inicial de la máquina (tensión 0), las medidas para los elásticos de 3/16" se les restó 113 (tensión 0), por imposibilidad de colocar la máquina en 0. Luego de obtener dicha medida se procedió a restar nuevamente el valor correspondiente a la deformación que sufrió el dontrix que correspondió a 12 mm. ya que también se consideró como un resorte (elástico) y esa medida altera nuestros resultados finales.

Luego del procesamiento de los datos se procedió a realizar los análisis estadísticos correspondientes para la interpretación de los resultados, mostrados a continuación. Tabla 3 y 4

		AMERICAN ORTHODONTICS	
		1/8"	3/16"
Seco	12		
	24		
Saliva	12		
	24		
Coca-Cola	12		
	24		

Tabla. 3. Tabla de recolección de datos para la marca American Orthodontics

		ORTHO ORGANIZERS	
		1/8"	3/16"
Seco	12		
	24		
Saliva	12		
	24		
Coca-Cola	12		
	24		

Tabla. 4. Tabla de recolección de datos para la marca Ortho Organizers

6.2 Análisis de Datos:

El análisis estadístico usados para Pruebas de Hipótesis fue Prueba T de Student y Prueba de media.

6.2.1 Análisis estadísticos de los datos correspondientes a la marca American Orthodontics de 1/8" de diámetro y en intervalo de 12 horas

En el gráfico 62 se observa que la deformación es mayor para los grupos que fueron sumergidos en coca cola y en saliva, que para el grupo en seco.

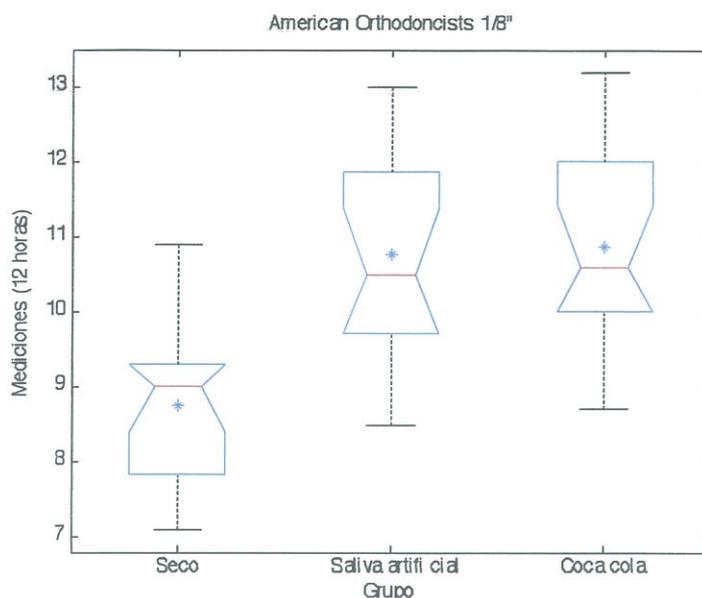


Fig. 62.—Gráfico de Caja. Marca American Orthodontics, diámetro 1/8", intervalo de 12 horas
Todos los medios de almacenamiento

Los resultados de esta prueba permiten concluir que no existe evidencia estadística en los datos de la muestra para rechazar nuestra hipótesis alternativa. La deformación es mayor para los elásticos American Orthodontics de 1/8" de diámetro que fueron sumergidos durante 12 horas en medios húmedos al compararlos con el seco, con un nivel de significancia de P-value = 0.0001459 para el grupo sumergido en saliva artificial y de P-value = 1.862e-05 para el grupo de Coca Cola.

6.2.2. Análisis estadísticos de datos correspondientes a la marca Ortho Organizer de 1/8" de diámetro y en intervalo de 12 horas

En el gráfico 63 se observa que la deformación es mayor para los grupos que fueron sumergidos en coca cola y en saliva, que para el grupo en seco.

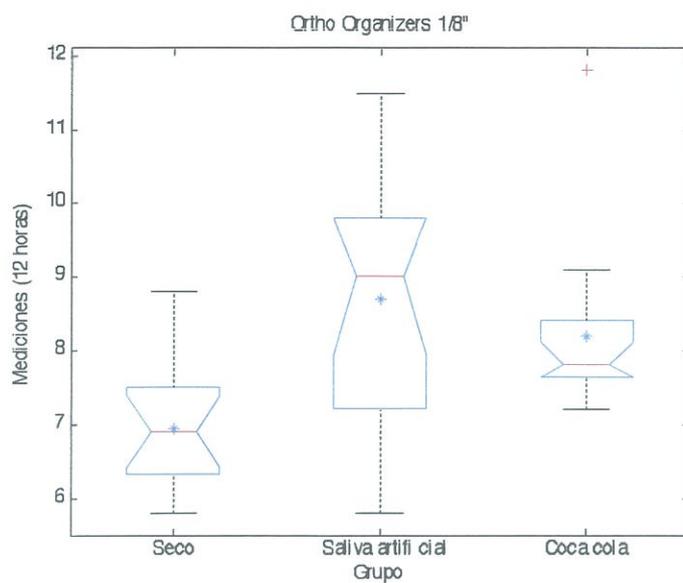


Fig. 63.—Gráfico de Caja. Marca Ortho Organizer, diámetro 1/8", intervalo de 12 horas
Todos los medios de almacenamiento

Los resultados de esta prueba permiten concluir que no existe evidencia estadística en los datos de la muestra para rechazar nuestra hipótesis alternativa. La deformación es mayor para los elásticos Ortho Organizer de 1/8" de diámetro que fueron sumergidos durante 12 horas en medios húmedos al compararlos con el seco, con un nivel de significancia de $P\text{-value} = 0.0002376$ para el grupo sumergido en saliva artificial y de $P\text{-value} = 0.003279$ para el grupo de Coca-Cola.

6.2.3. Análisis estadísticos de datos correspondientes a la comparación de marcas American Orthodontics y Ortho Organizer de 1/8" de diámetro y en intervalo de 12 horas

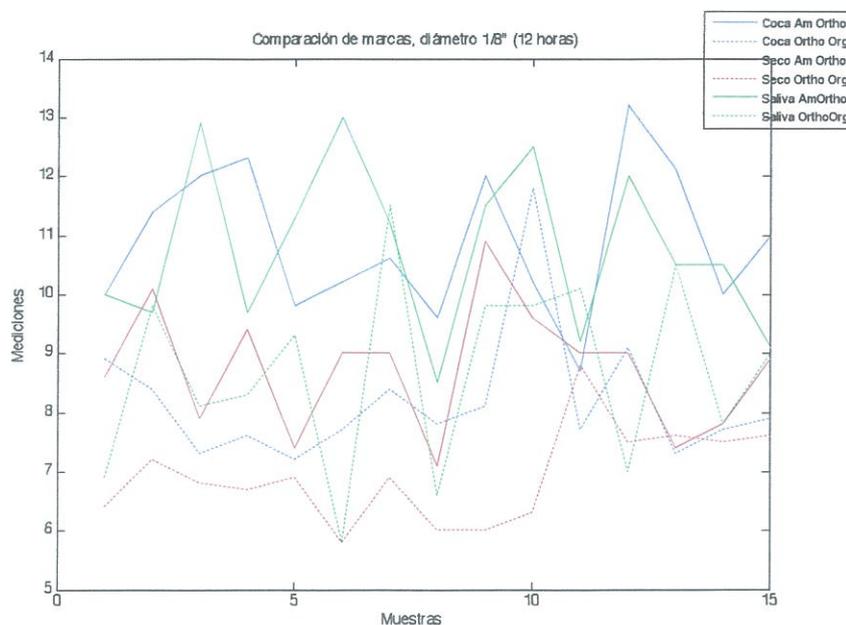


Fig. 64.—Gráfico en Líneas. Comparación de Marcas American Orthodontics y Ortho Organizers, diámetro 1/8", intervalo de 12 horas

En el gráfico 64 se puede observar que, para el diámetro 1/8" a las 12 horas, las mediciones de la marca American Orthodontics están siempre por encima de sus análogas de marca Ortho Organizers, lo cual nos sugiere que para cada uno de los medios, la deformación de la última es menor y su comportamiento más estable. Asimismo, observamos que los elásticos sumergidas en Coca-Cola fueron las que sufrieron mayor deformación.

Los resultados de esta prueba de hipótesis revelan que no existe evidencia estadística en los datos para rechazar nuestra hipótesis alternativa de que la deformación de los elásticos de 1/8" marca American Orthodontics es mayor que la de Ortho-Organizers con un nivel de significancia de $P\text{-value} = 8.485e-06$

6.2.4. Análisis estadísticos de datos correspondientes a la marca American Orthodontics de 1/8" de diámetro y en intervalo de 24 horas

En el gráfico 65 se observa que la deformación es mayor para los grupos que fueron sumergidos en Coca-Cola y en saliva, que para el grupo en seco. También se puede observar que las muestras sumergidas en coca cola se encuentran más dispersas, en relación a las correspondientes a saliva artificial y seco.

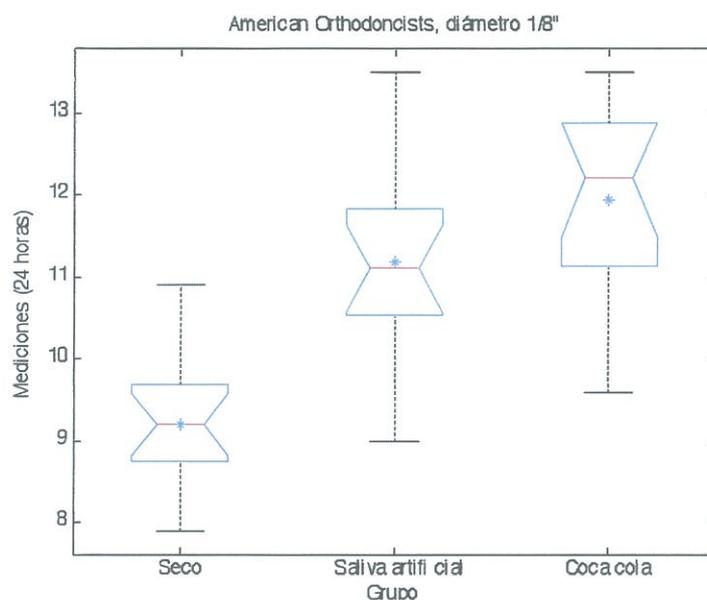


Fig. 65.—Gráfico de Caja. Marca American Orthodontics, diámetro 1/8", intervalo de 24 horas
Todos los medios de almacenamiento

Los resultados de esta prueba permiten concluir que no existe evidencia estadística en los datos de la muestra para rechazar nuestra hipótesis alternativa. La deformación es mayor para los elásticos American Orthodontics de 1/8" de diámetro que fueron sumergidos durante 24 horas en medios húmedos al compararlos con el seco, con un nivel de significancia de $P\text{-value} = 4.675e-05$

para el grupo sumergido en saliva artificial y de $P\text{-value} = 1.082e-06$ para el grupo de Coca-Cola.

6.2.5. Análisis estadísticos de datos correspondientes a la marca Ortho Organizer de 1/8" de diámetro y en intervalo de 24 horas

En el gráfico 66 se observa que la deformación es mayor para los grupos que fueron sumergidos en Coca-Cola y en saliva artificial, que para el grupo en seco.

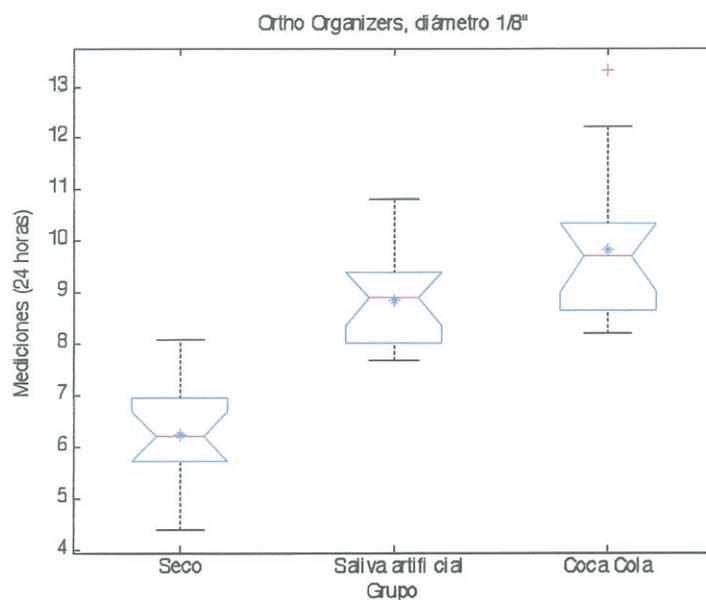


Fig. 66.—Gráfico de Caja. Marca Ortho Organizer, diámetro 1/8", intervalo de 24 horas
Todos los medios de almacenamiento

Los resultados de esta prueba permiten concluir que no existe evidencia estadística en los datos de la muestra para rechazar nuestra hipótesis alternativa. La deformación es mayor para los elásticos Ortho Organizer de 1/18" de diámetro

que fueron sumergidos en medios húmedos durante 24 horas al compararlos con el seco, con un nivel de significancia de $P\text{-value} = 7.714\text{e-}08$ para el grupo sumergido en saliva artificial y de $P\text{-value} = 1.193\text{e-}06$ para el grupo de Coca-Cola. Se observaron valores atípicos los cuales no alteran nuestros resultados .

6.2.6. Análisis estadísticos de datos correspondientes a la comparación de marcas American Orthodontics y Ortho Organizer de 1/8" de diámetro y en intervalo de 24 horas

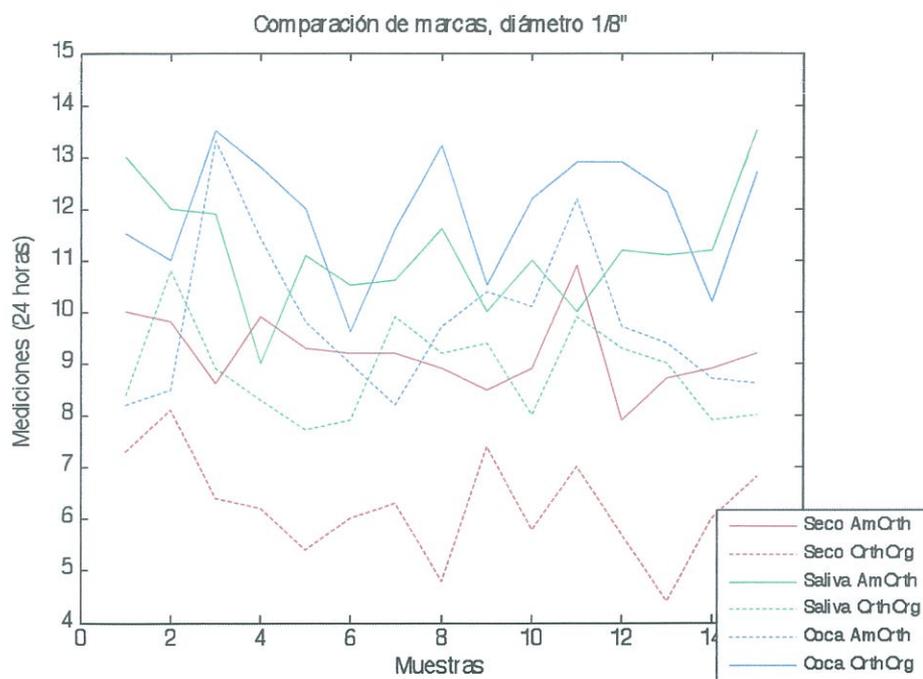


Fig. 67.—Gráfico en Líneas. Comparación de Marcas American Orthodontics y Ortho Organizers, diámetro 1/8", intervalo de 24 horas

No existe evidencia estadística en los datos para rechazar nuestra hipótesis alternativa. Podemos afirmar que el promedio de deformación para los elásticos a las 24 horas y para el diámetro 1/8", es mayor para la marca American

Orthodontics que para Ortho-Organizers con un nivel de significancia de $P\text{-value} = 4.808e-10$.

6.2.7. Análisis estadísticos de datos correspondientes a la marca American Orthodontics de 3/16" de diámetro y en intervalo de 12 horas

En el gráfico 68 se observa que la deformación es mayor para los grupos que fueron sumergidos en coca cola y en saliva, que para el grupo en seco.

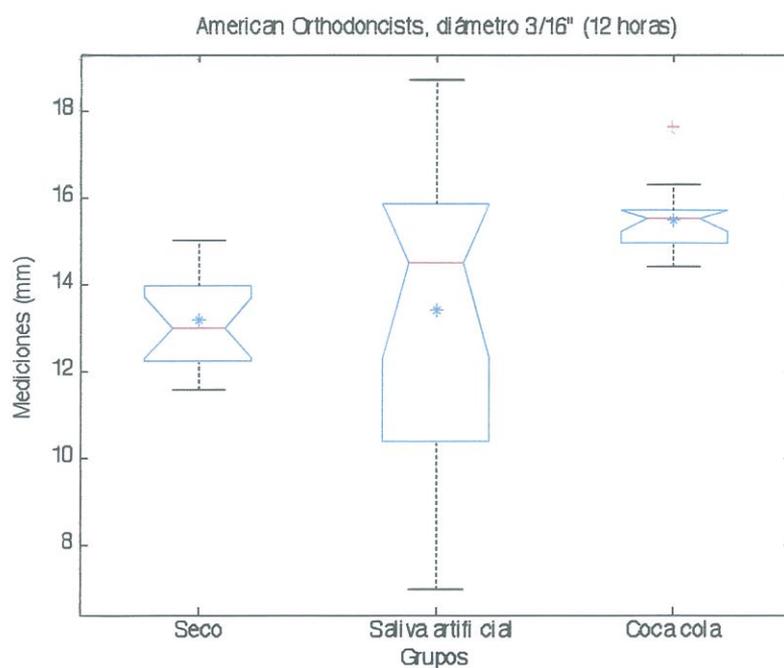


Fig. 68.—Gráfico de Caja. Marca American Orthodontics, diámetro 3/16", intervalo de 12 horas
Todos los medios de almacenamiento

El p-valor ($p\text{-value} = 0.4036$) es claramente mayor que 0.05, con lo cual concluimos que no existe evidencia estadística en los datos para rechazar la hipótesis nula. Por tanto los elásticos American Orthodontics de 3/16" de

diámetro no presentan una mayor deformación al sumergirlos 12 horas en saliva artificial al compararlo con la muestra en seco

A diferencia del grupo sumergido en Coca-Cola, el cual no presentan una evidencia estadísticamente significativa para rechazar nuestra hipótesis alternativa. Por tanto la deformación es mayor para el grupo sumergido durante 12 horas en Coca-Cola al compararlo con el seco, con un nivel de significancia de $P\text{-value} = 2.201e-05$. Se observan valores atípicos los cuales no alteran nuestros resultados.

6.2.8. Análisis estadísticos de datos correspondientes a la marca Ortho Organizer de 3/16" de diámetro y en intervalo de 12 horas

En el gráfico 69 se observa que la deformación es mayor para los grupos que fueron sumergidos en coca cola y en saliva, que para el grupo en seco.

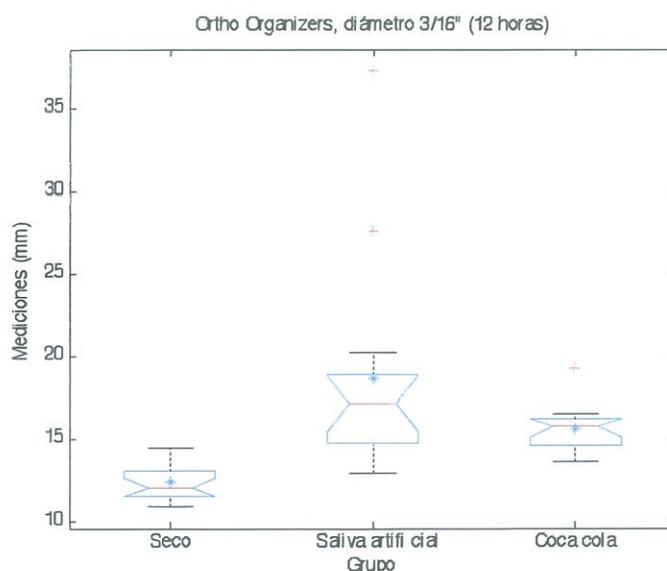


Fig. 69.—Gráfico de Caja. Marca Ortho Organizers, diámetro 3/16", intervalo de 12 horas
Todos los medios de almacenamiento

Los resultados de esta prueba permiten concluir que no existe evidencia estadística en los datos de la muestra para rechazar nuestra hipótesis alternativa. La deformación es mayor para los elásticos Ortho Organizer de diámetro 3/16" que fueron sumergidos durante 12 horas en medios húmedos al compararlos con el seco, con un nivel de significancia de $p\text{-value} = 0.0009376$ para el grupo sumergido en saliva artificial y de $P\text{-value} = 2.867e-07$ para el grupo de Coca-Cola. Se observan valores atípicos los cuales no alteran nuestros resultados

6.2.9. Análisis estadísticos de datos correspondientes a la comparación de marcas American Orthodontics y Ortho Organizer de 3/16" de diámetro y en intervalo de 12horas

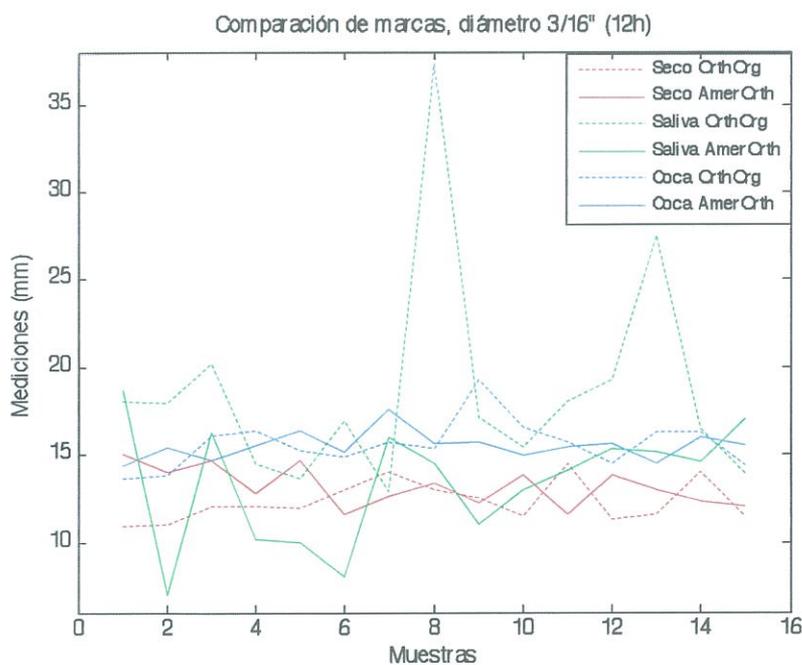


Fig. 70.—Gráfico en Líneas. Comparación de Marcas American Orthodontics y Ortho Organizers, diámetro 3/16", intervalo de 12 horas

Los resultados indican que no existe evidencia estadística en los datos para rechazar nuestra hipótesis alternativa. Podemos afirmar que el promedio de deformación para las los elásticos a las 12 horas y para el diámetro 3/16", es mayor para la marca American Orthodontics que para OrthoOrganizers, con un nivel de significancia de $p\text{-value} = 0.02580$.

6.2.10 Análisis estadísticos de datos correspondientes a la marca American Orthodontics de 3/16" de diámetro y en intervalo de 24 horas

En el gráfico 71 se observa que la deformación es mayor para los grupos que fueron sumergidos en Coca-Cola y en saliva, que para el grupo en seco.

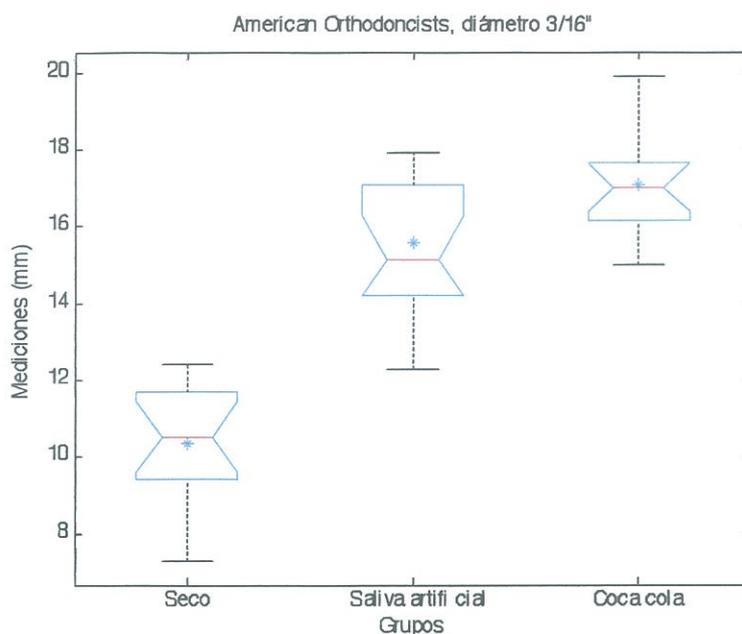


Fig. 71.—Gráfico de Caja. Marca American Orthodontics, diámetro 3/16", intervalo de 24 horas
Todos los medios de almacenamiento

Los resultados de esta prueba permiten concluir que no existe evidencia estadística en los datos de la muestra para rechazar nuestra hipótesis alternativa. La deformación es mayor para los elásticos American Orthodontics de diámetro 3/16" que fueron sumergidos durante 24 horas en medios húmedos al compararlos con el seco, con un nivel de significancia de 5% para ambos grupos, saliva artificial y Coca Cola.

6.2.11 Análisis estadísticos de datos correspondientes a la marca Ortho Organizers de 3/16" de diámetro y en intervalo de 24 horas

En el gráfico 72 se observa que la deformación es mayor para los grupos que fueron sumergidos en coca cola y en saliva, que para el grupo en seco.

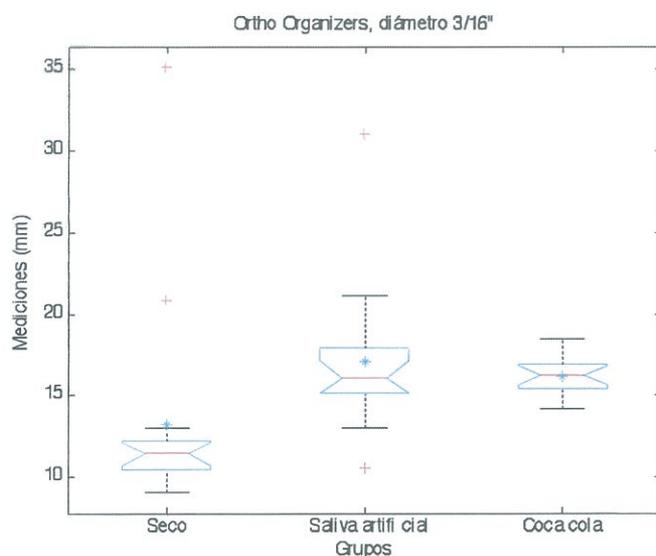
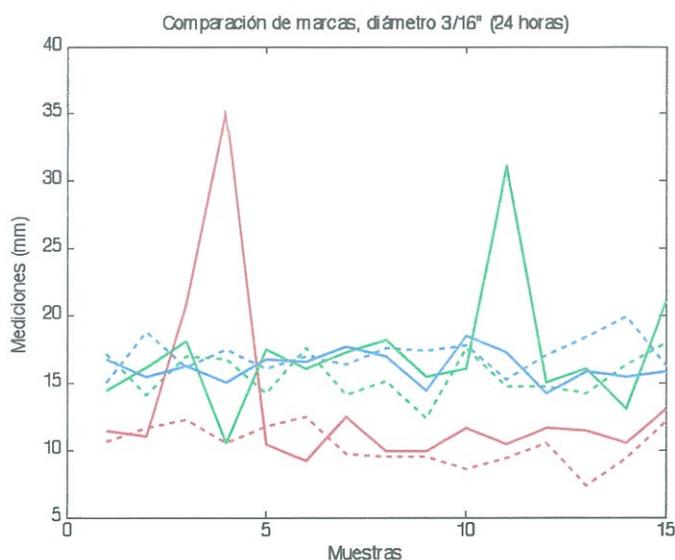


Fig. 72.—Gráfico de Caja. Ortho-Organizers, diámetro 3/16", intervalo de 24 horas
Todos los medios de almacenamiento

Los resultados de esta prueba permiten concluir que no existe evidencia estadística en los datos de la muestra para rechazar nuestra hipótesis alternativa. La deformación es mayor para los elásticos Ortho-Organizers de diámetro 3/16" que fueron sumergidos durante 24 horas en medios húmedos al compararlos con el seco, con un nivel de significancia de 5% para ambos grupos, saliva artificial y Coca Cola. Se pueden observar valores atípicos los cuales no alteran nuestros resultados

6.2.12 Análisis estadísticos de datos correspondientes a la comparación de marcas American Orthodontics y Ortho Organizer de 3/16" de diámetro y en intervalo de 24 horas en seco



Ortho-Organizers _____

American Orthodontics

Fig. 73.—Gráfico en Líneas. Comparación de Marcas American Orthodontics y Ortho Organizers, diámetro 3/16", intervalo de 24 horas

Los resultados indican que no existe evidencia estadística en los datos para rechazar nuestra hipótesis alternativa. Podemos afirmar que el promedio de deformación para las los elásticos a las 24 horas y para el diámetro 3/16", es mayor para la marca American Orthodontics que para Ortho-Organizers, con un nivel de significancia de 5%.

7. DISCUSIÓN

Los elásticos y elastómeros son materiales ortodónticos generadores de fuerza que se utilizan para mover los dientes, en forma activa. Se utilizan desde 1940 y sus mayores cualidades son la facilidad en el uso, el rango amplio de trabajo y el bajo costo; sus principales debilidades es la constancia de la fuerza, ya que decae rápidamente por tanto hay que reponerlos cada 24 horas. Hay una correlación positiva entre el tiempo de uso y la cantidad de movimiento. ⁽⁹⁴⁾

Bettie y cols. en un estudio presentado en el año 2003, determinaron que el tamaño de elásticos intermaxilares más utilizado en la práctica ortodóntica es el de 3/16" de diámetro, ⁽²⁵⁾ y que su pequeño diámetro interno determina mayor frecuencia de reemplazo por uno nuevo. ⁽¹⁶⁾ Es por ésta razón que para este estudio que se decidió utilizar elásticos de 3/16" de diámetro interno.

En otros estudios realizados por Kanchana ⁽⁵⁸⁾, Wheeler ⁽¹⁰⁰⁾ Yogosawa, ⁽¹⁰⁵⁾ bell ⁽¹⁷⁾ los cuales realizaron mediciones de elásticos intermaxilares de 3/16" en relación a su nivel de deformación, registraron que estos elásticos tenían una extensión de su diámetro interno de aproximadamente 20 mm dependiendo de la marca comercial del material y que presentaban una extensión antes de su punto de ruptura de 32 y 40m. Estos datos podrían ser importantes para la continuación de este estudio, considerando estos valores como referencias para posibles comparaciones a futuro.

Berlt⁽¹⁸⁾ en su estudio publicado en 1989 realizó sus pruebas utilizando 10 ejemplares de cada tamaño de elástico, ⁽¹⁸⁾ y como hacen referencia la mayoría de los estudios utilizó intervalos de tiempo comprendidos entre 12 y 24 horas. ¹⁶⁾ debido a estas referencias se decidió utilizar para éste estudio una muestra un poco más significativa de 15 ejemplares de cada tamaño, y en los mismo intervalos de tiempo de 12 y 24 horas.

Según el estudio realizado por Bales⁽⁹⁾ y cols. demuestran que existe una diferencia estadísticamente significativa en la pérdida fuerza de los elásticos al estirarlos 3 veces el diámetro interno, al igual que una relación semejante al estirarlos 2 veces su diámetro interno, y que la colaboración del paciente en su uso juega un papel importante en la distribución y expresión de la fuerza para lograr el movimiento dental deseado.⁽⁹⁾ Estos datos justifican nuestros resultados ya que observamos una variación en la deformación de las dos marcas analizadas, en las cuales algunos ejemplares tuvieron que deformarse 2 veces su diámetro para alcanzar la fuerza descrita y otros 3 o más veces su diámetro, dependiendo del medio de almacenamiento y condiciones a las cuales fueron sometidos.

Bales⁽⁹⁾ y cols. en su estudio publicado en 1977 así como Kanchana⁽⁵²⁾ en el 2000 reportan evidencias estadísticamente significativas entre las marcas comerciales de los elásticos intermaxilares, los niveles de degradación de fuerza entre ellas. El presente estudio también demostró diferencias estadísticamente significativas, las cuales indican que existe un comportamiento menos estable y un mayor grado de deformación en los elásticos de 1/8" y 3/16" de diámetro para la marca American Orthodontics al compararla con la marca Ortho Organizers,

por tanto se puede apreciar que la última marca es más recomendable para su uso.

Kanchana⁽⁵²⁾ y cols en su estudio publicado en el 2000 utilizaron como muestra 10 elásticos los cuales fueron divididos en grupos de muestra en seco y en húmedo. Encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes marcas analizadas, más que en las condiciones ambientales a las cuales fueron sometidas. Todos los elásticos fueron estirados 3 veces su diámetro interno, en esta medida si coincidieron todas las marcas comerciales estudiadas. ⁽⁹⁾⁽¹¹⁾⁽¹⁸⁾⁽⁵²⁾⁽⁷²⁾⁽⁷⁵⁾⁽¹⁰²⁾ En nuestro estudio encontramos diferencias estadísticamente significativas en relación a la comparación de las marcas utilizadas, así como en los medio a los que fueron sometidos, como lo muestran los resultados presentados, la marca Ortho Organizers se comportó más estable que la marca American Orthodontics, así como al sumergirlos en medios secos y húmedos se encontró una diferencia estadísticamente significativa para las muestras de Saliva Artificial y Coca-Cola.

Hwang ⁽⁴⁹⁾y cols. en un estudio presentado en el año 2003 demuestran que las condiciones del medio bucal afectan las propiedades y la expresión de la fuerza de los elásticos, cuando son sumergidos en saliva artificial a 37 % centígrados. Esto concuerda con los datos encontrados en éste estudio, el cual demuestra que la temperatura y la saliva artificial alteran drásticamente las propiedades de los elásticos en lo referente a la deformación necesaria para expresar su fuerza

Beatti ⁽¹⁶⁾ y cols en su estudio publicado en el Angle Orthodontist en el año 2003 demuestran que la exposición de los elásticos intermaxilares a medio húmedos y con un variaciones en el Ph y en la temperatura, como es el medio bucal, producen alteraciones físicas como la disolución de los polímeros presentes en ellas, las cuales causan una reducción en la fuerza que expresan estas bandas elásticas, de tal forma que la alimentación del paciente es importante para determinar el tiempo de cambio de estos elásticos por parte del paciente.

Yap⁽¹⁰⁴⁾ describe en su artículo publicado en el Journal de operatoria dental en el 2000 que los medios de la cavidad bucal y la alimentación del paciente alteran las propiedades de materiales que se componen de polímeros usados en restauración, por lo tanto también se ven afectadas las propiedades de los materiales elásticos utilizados en ortodoncia ya que su principal componente son los polímeros.

Debido a los cambios encontrados en este estudio en relación al nivel de deformación necesario para expresar su fuerza en el grupo almacenado en medios húmedos, se recomienda realizar el cambio de éstos preferiblemente a las 12 horas en pacientes que presenten una dieta con un alto consumo de Colas o bebidas carbonatadas, por el deterioro del material que ellos producen con la consecuente disminución de la expresión de su fuerza, por tanto podría alterar el curso del tratamiento de ortodoncia.

En estudios realizados por Eygen⁽³⁶⁾ y publicados en en Ajodo en el año 2005 demuestran que la coca cola al presentar un bajo Ph, produce un alto nivel de corrosión y deterioro de la superficie del esmalte al compararla con el nivel que presenta la saliva artificial. Esto nos sirve como referencia de las consecuencias que causó la inmersión de los elásticos que fueron sumergidos en coca cola, la cual como sustancia altamente corrosiva altero las propiedades del material, causando que sea necesario realizar una mayor deformación para expresar la fuerza requerida.

Como lo indica la empresa AJEMEX⁽⁴⁶⁾ en su estudio, publicado en Internet la bebida carbonatada Coca-Cola es la que presenta una mayor demanda en el mercado en Latinoamérica con un 65% en relación a las demás colas, considerando estos datos se decidió utilizarlo para la realización de este estudio.

8 . CONCLUSIÓN

8.1 La fuerza generada por los materiales elásticos depende de la cantidad de estiramiento que se produce cuando estos son colocados en boca, el cual no debe ser más de 3 veces su diámetro interno, por eso se recomienda el uso de medidor tipo dóntrix, para monitorear su correcto uso.

8.2 Se determinó que los elásticos intermaxilares de 1/8" y 3/16" de diámetro interno de ambas marcas American Orthodontics y Ortho Organizers, al ser sumergidos en saliva artificial en intervalos de 12horas y 24 horas es necesario aplicarle una mayor cantidad de deformación para expresar su fuerza. Sin embargo la marca American Orthodontics se comportó menos estable lo cual se hace necesario su reemplazo preferiblemente antes de las 24 de uso.

8.3 El consumo en la dieta diaria de sustancias corrosivas como la Coca-Cola altera las propiedades físicas de los elásticos intermaxilares utilizados en ortodoncia de 1/8" y 3/16" de diámetro interno de ambas marcas American Orthodontics y Ortho Organizers , provocando que sea necesario un aumento en la cantidad de deformación de más de 3 veces su diámetro para que puedan expresar la fuerza o indicar su reemplazo a las 12 horas de uso.

8.4 Al comprar diferentes marcas de elásticos intermaxilares se determinó que la marca American Orthodontics tuvo un comportamiento menos estable que su homóloga Ortho-Organizers.

8.5 Los intervalos de tiempo a los que son sometidos los elásticos intermaxilares tienen una repercusión directamente proporcional a la alteración de sus propiedades físicas y grado de deformación necesaria para expresar su fuerza, es decir, a mayor tiempo de uso mayor deformación y por tanto menor fuerza, por tanto es recomendable su cambio máximo a las 24 horas de uso, siempre y cuando se tome en cuenta los requerimientos individuales de cada caso y del tratamiento ortodóntico seleccionado

8.6 Es necesario considerar la importancia de seleccionar materiales de buena calidad para poder optimizar nuestros tratamientos de ortodoncia y lograr mejores resultados, estabilidad y reducir el tiempo de éstos.

9 RECOMENDACIONES

Se sugiere para próximos estudios sobre el tema, evaluar más cantidad de marcas comerciales, mayor cantidad de muestras, y analizar la fuerza que generan.

Se recomienda también, hacer una evaluación de la cantidad de fuerza generada por los elásticos al ser estirados por periodos de 12 y 24 horas respectivamente, con un estiramiento continuo y controlado.

Se puede realizar estudios utilizando otro tipo de marcas comerciales, otros modelos de elásticos, como cadenas elásticos, módulos elásticos.

Para próximos estudios, se debe considerar seleccionar muestras que tengan menos variación en forma y tamaño para que los resultados sean más homogéneos y estadísticamente más significativos.

Se recomienda realizar para un estudio evaluando la calidad de diferentes fabricantes de materiales elásticos para obtener datos estadísticamente significativos que nos ayuden a seleccionar los materiales confiables para nuestra práctica profesional

10. ANEXOS

ANEXO 1. Tablas de recolección de datos utilizados en el momento de la prueba. Valores indicados por la máquina de tracción

		AMERICAN ORTHODONTICS																													
		1/8"														3/16"															
Seco	12	132,6	134,1	131,9	133,4	131,4	133,0	133,0	131,1	134,9	133,6	133,0	133,0	131,4	131,8	132,9	140,0	139,0	139,7	137,8	139,7	136,6	137,6	138,3	137,2	138,8	136,6	138,8	138,0	137,3	137,0
	24	134,0	133,8	132,6	133,9	133,3	133,2	133,2	132,9	132,5	132,9	134,9	131,9	132,7	132,9	133,2	135,6	136,6	137,2	135,5	136,7	137,4	134,7	134,5	134,5	133,5	134,4	135,5	132,3	134,4	137,1
Saliva	12	134,0	133,7	136,9	133,7	135,3	137,0	135,2	132,5	135,5	136,5	133,2	136,0	134,5	134,5	133,1	143,7	132,0	141,2	135,2	135,0	133,0	141,0	139,5	136,0	138,0	139,1	140,3	140,1	139,6	142,0
	24	137,0	136,0	135,9	133,0	135,1	134,5	134,6	135,6	134,0	135,0	134,0	135,2	135,1	135,2	137,5	142,1	139,1	141,9	141,7	139,2	142,5	139,1	140,1	137,3	142,5	139,7	139,7	139,2	141,3	142,9
Coca-Cola	12	134,0	135,4	136,0	136,3	133,8	134,2	134,6	133,6	136,0	134,2	132,7	137,2	136,1	134,0	135,0	139,4	140,4	139,7	140,5	141,3	140,1	142,6	140,6	140,7	139,9	140,4	140,6	139,5	141,0	140,5
	24	135,5	135,0	137,5	136,8	136,0	133,6	135,6	137,2	134,5	136,2	136,9	136,9	136,3	134,2	136,7	140,0	143,8	141,1	142,4	141,0	141,9	141,3	142,5	142,3	142,7	140,2	142,0	143,4	144,9	141,2

		ORTHO ORGANIZERS																													
		1/8"														3/16"															
Seco	12	130,4	131,2	130,8	130,7	130,9	129,8	130,9	130,0	130,0	130,3	132,8	131,5	131,6	131,5	131,6	135,9	136,0	137,0	137,0	136,9	138,0	139,0	138,0	137,5	136,5	139,5	136,3	136,6	139,0	136,5
	24	131,3	132,1	130,4	130,2	129,4	130,0	130,3	128,8	131,4	129,8	131,0	129,7	128,4	130,0	130,8	136,4	136,0	145,8	160,1	135,4	134,1	137,4	134,9	134,9	136,6	135,4	136,6	136,4	135,5	138,0
Saliva	12	130,9	133,8	132,1	132,3	133,3	129,8	135,5	130,6	133,8	133,8	134,1	131,0	134,5	131,8	133,0	143,0	142,9	145,2	139,5	138,6	141,9	137,9	162,3	142,1	140,4	143,0	144,2	152,5	141,4	138,9
	24	132,4	134,8	132,9	132,3	131,7	131,9	133,9	133,2	133,4	132,0	133,9	133,3	133,0	131,9	132,0	139,4	141,1	143,0	135,5	142,4	141,0	142,2	143,2	140,4	141,0	156,0	140,0	141,0	138,0	146,1
Coca-Cola	12	132,9	132,4	131,3	131,6	131,2	131,7	132,4	131,8	132,1	135,8	131,7	133,1	131,3	131,7	131,9	138,6	138,8	141,1	141,3	140,2	139,8	140,7	140,3	144,2	141,5	140,7	139,5	141,2	141,2	139,4
	24	132,2	132,5	137,3	135,4	133,8	133,0	132,2	133,7	134,4	134,1	136,2	133,7	133,4	132,7	132,6	141,7	140,4	141,2	140,0	141,7	141,5	142,6	141,9	139,4	143,5	142,2	139,2	140,8	140,4	140,8

ANEXO 2. Tablas de recolección de datos, valores procesados de la cantidad de deformación que presentaron los elásticos. Luego de restarles 112.000 a los elásticos de 1/8" y 113.000 a los de 3/16".

		AMERICAN ORTHODONTICS																													
		1/8"														3/16"															
Seco	12	132,6	134,1	131,9	133,4	131,4	133,0	133,0	131,1	134,9	133,6	133,0	133,0	131,4	131,8	132,9	140,0	139,0	139,7	137,8	139,7	136,6	137,6	138,3	137,2	138,8	136,6	138,8	138,0	137,3	137,0
	24	134,0	133,8	132,6	133,9	133,3	133,2	133,2	132,9	132,5	132,9	134,9	131,9	132,7	132,9	133,2	135,6	136,6	137,2	135,5	136,7	137,4	134,7	134,5	134,5	133,5	134,4	135,5	132,3	134,4	137,1
Saliva	12	134,0	133,7	136,9	133,7	135,3	137,0	135,2	132,5	135,5	136,5	133,2	136,0	134,5	134,5	133,1	143,7	132,0	141,2	135,2	135,0	133,0	141,0	139,5	136,0	138,0	139,1	140,3	140,1	139,6	142,0
	24	137,0	136,0	135,9	133,0	135,1	134,5	134,6	135,6	134,0	135,0	134,0	135,2	135,1	135,2	137,5	142,1	139,1	141,9	141,7	139,2	142,5	139,1	140,1	137,3	142,5	139,7	139,2	141,3	142,9	
Coca-Cola	12	134,0	135,4	136,0	136,3	133,8	134,2	134,6	133,6	136,0	134,2	132,7	137,2	136,1	134,0	135,0	139,4	140,4	139,7	140,5	141,3	140,1	142,6	140,6	140,7	139,9	140,4	140,6	139,5	141,0	140,5
	24	135,5	135,0	137,5	136,8	136,0	133,6	135,6	137,2	134,5	136,2	136,9	136,9	136,3	134,2	136,7	140,0	143,8	141,1	142,4	141,0	141,9	141,3	142,5	142,3	142,7	140,2	142,0	143,4	144,9	141,2

		ORTHO ORGANIZERS																													
		1/8"														3/16"															
Seco	12	130,4	131,2	130,8	130,7	130,9	129,8	130,9	130,0	130,0	130,3	132,8	131,5	131,6	131,5	131,6	135,9	136,0	137,0	137,0	136,9	138,0	139,0	138,0	137,5	136,5	139,5	136,3	136,6	139,0	136,5
	24	131,3	132,1	130,4	130,2	129,4	130,0	130,3	128,8	131,4	129,8	131,0	129,7	128,4	130,0	130,8	136,4	136,0	145,8	160,1	135,4	134,1	137,4	134,9	134,9	136,6	135,4	136,6	136,4	135,5	138,0
Saliva	12	130,9	133,8	132,1	132,3	133,3	129,8	135,5	130,6	133,8	133,8	134,1	131,0	134,5	131,8	138,0	143,0	142,9	145,2	139,5	138,6	141,9	137,9	162,3	142,1	140,4	143,0	144,2	152,5	141,4	138,9
	24	132,4	134,8	132,9	132,3	131,7	131,9	133,9	133,2	133,4	132,0	133,9	133,3	133,0	131,9	132,0	139,4	141,1	143,0	135,5	142,4	141,0	142,2	143,2	140,4	141,0	156,0	140,0	141,0	138,0	146,1
Coca-Cola	12	132,9	132,4	131,3	131,6	131,2	131,7	132,4	131,8	132,1	135,8	131,7	133,1	131,3	131,7	131,9	138,6	138,8	141,1	141,3	140,2	139,8	140,7	140,3	144,2	141,5	140,7	139,5	141,2	141,2	139,4
	24	132,2	132,5	137,3	135,4	133,8	133,0	132,2	133,7	134,4	134,1	136,2	133,7	133,4	132,7	132,6	141,7	140,4	141,2	140,0	141,7	141,5	142,6	141,9	139,4	143,5	142,2	139,2	140,8	140,4	140,8

ANEXO 3. Tablas de recolección de datos, valores finales y reales de la cantidad de deformación que presentaron los elásticos.

		AMERICAN ORTHODONTICS																													
		1/8"												3/16"																	
Seco	12	8,6	10,1	7,9	9,4	7,4	9,0	9,0	7,1	10,9	9,6	9,0	9,0	7,4	7,8	8,9	15,0	14,0	14,7	12,8	14,7	11,6	12,6	13,3	12,2	13,8	11,6	13,8	13,0	12,3	12,0
	24	10,0	9,8	8,6	9,9	9,3	9,2	9,2	8,9	8,5	8,9	10,9	7,9	8,7	8,9	9,2	10,6	11,6	12,2	10,5	11,7	12,4	9,7	9,5	9,5	8,5	9,4	10,5	7,3	9,4	12,1
Saliva	12	10,0	9,7	12,9	9,7	11,3	13,0	11,2	8,5	11,5	12,5	9,2	12,0	10,5	10,5	9,1	18,7	7,0	16,2	10,2	10,0	8,0	16,0	14,5	11,0	13,0	14,1	15,3	15,1	14,6	17,0
	24	13,0	12,0	11,9	9,0	11,1	10,5	10,6	11,6	10,0	11,0	10,0	11,2	11,1	11,2	13,5	17,1	14,1	16,9	16,7	14,2	17,5	14,1	15,1	12,3	17,5	14,7	14,7	14,2	16,3	17,9
Coca-Cola	12	10,0	11,4	12,0	12,3	9,8	10,2	10,6	9,6	12,0	10,2	8,7	13,2	12,1	10,0	11,0	14,4	15,4	14,7	15,5	16,3	15,1	17,6	15,6	15,7	14,9	15,4	15,6	14,5	16,0	15,5
	24	11,5	11,0	13,5	12,8	12,0	9,6	11,6	13,2	10,5	12,2	12,9	12,9	12,3	10,2	12,7	15,0	18,8	16,1	17,4	16,0	16,9	16,3	17,5	17,3	17,7	15,2	17,0	18,4	19,9	16,2

		ORTHO ORGANIZERS																													
		1/8"												3/16"																	
Seco	12	6,4	7,2	6,8	6,7	6,9	5,8	6,9	6,0	6,0	6,3	8,8	7,5	7,6	7,5	7,6	10,9	11,0	12,0	12,0	11,9	13,0	14,0	13,0	12,5	11,5	14,5	11,3	11,6	14,0	11,5
	24	7,3	8,1	6,4	6,2	5,4	6,0	6,3	4,8	7,4	5,8	7,0	5,7	4,4	6,0	6,8	11,4	11,0	20,8	35,1	10,4	9,1	12,4	9,9	9,9	11,6	10,4	11,6	11,4	10,5	13,0
Saliva	12	6,9	9,8	8,1	8,3	9,3	5,8	11,5	6,6	9,8	9,8	10,1	7,0	10,5	7,8	9,0	18,0	17,9	20,2	14,5	13,6	16,9	12,9	37,3	17,1	15,4	18,0	19,2	27,5	16,4	13,9
	24	8,4	10,8	8,9	8,3	7,7	7,9	9,9	9,2	9,4	8,0	9,9	9,3	9,0	7,9	8,0	14,4	16,1	18,0	10,5	17,4	16,0	17,2	18,2	15,4	16,0	31,0	15,0	16,0	13,0	21,1
Coca-Cola	12	8,9	8,4	7,3	7,6	7,2	7,7	8,4	7,8	8,1	11,8	7,7	9,1	7,3	7,7	7,9	13,6	13,8	16,1	16,3	15,2	14,8	15,7	15,3	19,2	16,5	15,7	14,5	16,2	16,2	14,4
	24	8,2	8,5	13,3	11,4	9,8	9,0	8,2	9,7	10,4	10,1	12,2	9,7	9,4	8,7	8,6	16,7	15,4	16,2	15,0	16,7	16,5	17,6	16,9	14,4	18,5	17,2	14,2	15,8	15,4	15,8

BIBLIOGRAFÍA

1. Abu-Bakr N, Han L, Okamoto A, Iwaku M. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent*. 2000; 12:219-63.
2. Afsahi SP, Sydiskis RJ, Davidson WM. Protection by latex or vinyl gloves against cytotoxicity of direct bonding adhesives. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1988;93:47-50.
3. Alexander RG. La Disciplina de Alexander. Conceptos y Filosofía Contemporáneos. Editorial Amolca. 2005. Cap 7.
4. American Orthodontics product catalog. 2007.
5. Andreasen G. Class II and Class III interarch elastic forces. *Australian dental Journal*. 1971, 347-9.
6. Andreasen GF, Bishara SE. Comparison of Alastik chains with elastics involved with intra-arch molar to molar forces. *Angle Orthod*. 1970; 40:151-58.
7. Andrews. Comparison of niti coil spring vs. Elastics in canine retraction. *JCO*. Mayo 1997.
8. Aznan K., Khana, Benson P. Gingival temperature measurements with fluoride and nonfluoride elastomeric ligatures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2007; 131: 378-83.
9. Bales T., Chaconas S., Caputo A. Force-extension characteristics of orthodontic elastic. *Am. J. Orthod*. 1972; 72: 296-302.
10. Baker H. Treatment of protruding and receding jaws by the use of intermaxillary elastics, *Int Dent J* 1904;25:344-56.
11. Barrie WJ, Spence JA. Elastics—their properties and clinical applications in orthodontic fixed appliance therapy. *Br J Orthod*. 1974; 1:167-71.

12. Barron MA. Clinical Aid Presectioning elastomeric to avoid cross-contamination. JCO. Dec 1990. 746-46.
13. Bastioli C. Romano G. migliaresi C. Water sorption and mechanical properties of dental composites. Biomaterials 1990; 11:219-23
14. Baty D, Storie D., Von fraunhofer J. Synthetic elastomeric chain: a literature review. Am. J. Orthod 1994, 105_536-42.
15. Baty D., Volz J. Von Fraunhofer J. Force delivery properties of colored elastomeric modules. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1994; 106: 40-6.
16. 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. 2003, 74:234-39
17. Bell WR. A study of applied force as related to the use of elastics and coil springs. Angle Orthod. 1951;21:151-154.
18. Bertl WH, Droschl H. Forces produced by orthodontic elastics as a function of time and distance extended. Eur J Orthod. 1986; 8:198-201
19. Billmeyer FW. Textbook of polymer science. 3rd ed. New York: John Wiley, 1984.
20. Bishara SE, Andreasen GF. A comparison of time related forces between plastic Alastiks and latex elastics. Angle Orthod. 1970;40:319-328.
21. Bonetti G. Giunta D. Molar Intrusion with a removable appliance. J Clinical Ortho. 1996; 30:434-37.
22. Caig RG. Materiales de Odontología Restauradora. Decima edicion. Editorial Harcourt Brace de España, S.A. 1998.
23. Canut J.A. Ortodoncia Clínica. Editorial Salvat. 1998. Cap 1.
24. Cervera D. Typodonto, cuaderno N 4, segundo módulo, estudio de la clase III. Editorial Ledosa, Madrid, 2005.

25. Chaconas SJ, Caputo AA, Belting CW. Force degradation of orthodontic elastics. *CDA J*. 1978; 6:58–61.
26. Chau Lu, Wei Nan Wang, Tien Hsiang Tarng, Jane Wen Chen. Force decay of elastomeric chain— A serial study: Part II. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1993; 104: 373-77.
27. Chun-Ju Hwang, Jung-Yul Cha. Mechanical and Biological Comparison of Latex and Silicone Rubber Bands. *Am. J. Orthod* 2003; 124:379-86.
28. Cooke M. Scheer B. Extrusion of fractured teeth. *British dental Journal & dental Business*. 1980; 149:50-3.
29. Council on Scientific Affairs ADA. The dental team and latex sensibility. *J Am Dent Assoc*. 1999; 130:257-64.
30. Davidovitch M., Papanicolaou S., Vardimon A, Brosh T. Duration of elastomeric separation and effect on interproximal contact point characteristics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008; 133: 414-22.
31. DeGenova DC, McInnes-Ledoux P, Weinberg R, Shaye R. Force degradation of orthodontic elastomeric chains—a product comparison study. *Am J Orthod*. 1985; 87:377–384.
32. Derek M. Tratamiento Interceptivo de maloclusiones de clase III. *Ortodoncia clínica*. 2001; 4(1):10-5.
33. Dietschi D. Campanile G. Holtz J. Meyer JM. Comparison of the color stability of ten new-generation composite: an in vitro study. *Dent Mater*. 1994; 10:353-362.
34. Eliades T. Orthodontic materials research and applications: Part 2. Current status and projected future developments in materials and biocompatibility. *Am. J. Orthod*. 2007; 131: 253-62.

35. Evangelista M, Berzins D., Monaghanc P. Effect of Disinfecting Solutions on the Mechanical Properties of Orthodontic Elastomeric Ligatures. *Angle Orthod.* 2006; 77: 681–87.
36. Eygen, I, Vande Vannet B, Wehrbein H.. Influence of a soft drink with low pH on enamel surfaces: An in vitro study . *Am J Orthod.* 2005; 128: 372-77.
37. Ferracane JL, Market VA. Solvent degradation and reduced fracture toughness in aged composites. *J Dent Res* 1992; 71:13-9.
38. Ferriter JP, Meyer CE, Lorton L. The effects of hydrogen ion concentration on the force degradation rate of orthodontic polyurethane chain elastics. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 1990; 98:404–410.
39. Graber TM., Swain B. *Ortodoncia Principios Generales y Técnicas* Editorial Médica Panamericana. 1988, pag 840-1.
40. Graber TM, Vanarsdall RL. *Ortodoncia, Principios Generales y Técnicas.* Ed Médica Panamericana. 3era Edicióned,1999. Cap 1 y 6.
41. Guo JH. Robertson RE. amidon GL. An investigation into the mechanical and transport properties of aqueous latex films. A new hypothesis for the film-forming mechanism of aqueous dispersion system. *Pharm Res.* 1993; 10:405-10.
42. Haper CA. *Handbook of plastics and elastomers.* New York: McGraw-Hill, 1975.
43. Hixon EH, Aasen TO, Arango J, Clark RA, Klosterman R, Miller SS, et al. On force and tooth movement. *Am J Orthod.* 1970;57:476–489.
44. Hixon E. Atikian H. Callow G. McDonald H. Tacy R. Optimal force, differential force and anchorage. *Am. J. Orthod.* 1969; 55: 437-57.
45. Holmes J, Barker M, Kenneth E, Tuncay O, Cytotoxicity of orthodontic elastics. *Am. J. Orthod.* 1993; 104: 188-91 .

46. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/beyrute_b_r/capitulo4.pdf
47. Hudson DJ. Clinical aid homemade non-latex elastic. JCO. 1997
48. Huget EF., Patrick KS, Nunez LJ. Observations on the elastic behavior of a synthetic orthodontic elastomer. J Dent Res 1990; 69:496-501
49. Hwang CJ, Cha JY. Mechanical and biological comparison of latex and silicone rubber bands. Am. J. Orthod. 2003; 124:379-386.
50. Jacobson A. Optimization of orthodontic elastics. Am. J. Orthod. 2001; 119
51. Jastrzebski ZD. The Nature and Properties of Engineering Materials. 3rd ed. New York, NY: John Wiley & Sons; 1987: 372-423.
52. Kanchana P., Godfrey K. Calibration of force extension and force degradation characteristics of orthodontic latex elastics. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2000; 108: 280-87.
53. Kersey M., Glover K, Heo G., Raboud D, Major P. An in vitro comparison of 4 brands of nonlatex orthodontic elastics. Am. J. Orthod. 2003; 123: 401-07
54. Kersey ML, Glover KE, Heo G. et al. A comparison of dynamic and static testing of latex and nonlatex orthodontic elastics. Angle Orthod. 2003; 73:181-86.
55. Kima K., Chungb C., Choya K., Leec J., Vanarsdalld R. Effects of prestretching on force degradation of synthetic elastomeric chains. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2005; 128:477-82.
56. Kusy RP. Ongoing innovations in biomechanics and materials for the new millennium. Angle Orthod. 2000; 70:366-376
57. Kusy RP. Orthodontic biomaterials: from the past to the present. Angle Orthod. 2002;72:501-512.

58. Langlade M. Optimization of Orthodontic Elastic. Editado por GAC International Inc. January 2000. Cap 1 al 10
59. Lee SY, Greener EH, Mueller HJ. Effect of food and oral simulating fluid son structure of adhesive composite Systems. J Dent 1995; 23:27-35
60. Leonel Product catalog 2007
61. Liu CC, Wataha JC, Craig RG. The effect of repeated stretching on the force decay and compliance of vulcanized cis-polyisoprene orthodontic elastics. Dent Mater. 1993; 9:37-40.
62. Macchi R.L. Materiales Dentales. Tercera edición Editorial Médica Panamericana, S.A. 2000
63. Mäkinen-Kiljunen S. Banana allergy in patients with immediate-type sensitivity to natural latex: characterization of cross-reacting antibodies and allergens Allergy Clin Immunol. Am. J. Orthod 1994;93:990-996.
64. Masek BJ. Compliance and Medicine. In: Doleys DM, Meridith RL, Ciminero AR, Eds. Behavior Medicine: Assessment and Treatment Strategies. New York, NY: Plenum Press; 1982: 527-46
65. Matsui S, Otsuka Y, Ichicawa K, Fukushima K. transpalatal elastic for class III surgical ortfhodontic treatment. J. Clinical Orthod. 2000; 34:611-2
66. McKinney JE, Wu W. Chemical softening and wear of dental composites. J Dent Res. 2002; 87:86-93
67. Meyers CE. Hook for small elastics. JCO. Dec 1997
68. Mitchell L. An Introduction to Orthodontics. Segunda edición. Oxford, UK: Oxford University Press; 2001:164
69. Moyers R. Manual de Ortodoncia Moyers. Editorial Médica Panamericana S.A. 4ta Edición. Pag 515

70. Nanda R. Biomecánica en ortodoncia clínica. Editorial Médica Panamericana. 1ra Edición; 1998. p. Cap 8
71. Nanda R. Biomecánica y Estética. Estrategias en Ortodoncia Clínica. Amolca; 2007. Cap
72. Newman GV, Orange W. Biophysical properties of orthodontic rubber elastics. J New Jersey State Dent Soc. 1963;35:95–103
73. Orthoarch products catalog 2008
74. Ortho-Organizer products Catalog 2007
75. Paulich F. Measuring of orthodontic forces. Am J Orthod Oral Surg. 1939;25:817–849
76. Persichetti JA. Componentes de la aparatología fija y principios biomecánicos. En: Mark M, Corn H. Atlas de ortodoncia del adulto. Tratamiento funcional y estético. Ediciones científicas y técnicas. Am. J. Orthod 1992, p 497-523.
77. Phillips R. La ciencia de los materiales dentales. Editorial Médica Panamericana, 2000.
78. Philippe J. Mechanical analysis of class II elastic. JCO. Jun 1995; 367:72
79. Ray BD, McDermott A, Wardle PG, et al. In vitro fertilization: fertilization failure due to toxic catheters. J Vitro Fert Embryo Transfer. 1987;4:58–61.
80. Ricketts R, Bench R, Gugino C, Hilgers J, Schulhof R. Técnica Bioprogresiva de Ricketts. Editorial Médica Panamericana. 1989, 11:p 95; 261-4.
81. Rinchuse DJ. Technique clinic vertical elastic for correction of anterior open bite. JCO May 1997
82. Rodríguez E, Casasa R, Natera A. 1001 Tips en Ortodoncia y sus secretos. Editorial Amolca. 2007

83. Rodríguez E. White L. Ortodoncia Contemporánea. Diagnóstico y Tratamiento. Segunda Edición. 2008. Cap 15.
84. Rosen SL. Fundamental Principles of Polymeric Materials. Segunda edición. New York, NY: John Wiley & Sons; 1993; 97-101
85. Rossi M. Ortodoncia Practica. Actualidades medico odontologicas. Latinoamericana. 198, p. 70-1
86. Russell KA, Milne AD, Khanna RA, Lee JM. In vitro assessment of the mechanical properties of latex and non-latex orthodontic elastics. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001; 120:36–44
87. Ruutu M, Alfthan O, Talja M, Andersson LC. Cytotoxicity of latex urinary catheters. Br J Urol. 1985;57:82–87.
88. Sonis A , Van der Plas E., Gianelly A. A comparison of elastomeric auxiliaries versus elastic thread on premolar extraction site closure: An in vivo study. Am. J. Orthod. 1986, 89: 73-8
89. Sussman GL, Beezhold DH, Liss G. Latex allergy (historical perspective). Methods. 2002;27:3–9
90. Taloumis L., Smith T., Hondrum S, Lorton L. Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1997; 111: 1-11.
91. Tell RT, Sydiskis RJ, Isaacs RD, Davidson WM. Long-term cytotoxicity of orthodontic direct-bonding adhesives. Am. J. Orthod. 1988;93:419–422.
92. Terhune WF, Sydiskis RJ, Davidson WM. In vitro cytotoxicity of orthodontic bonding materials. Am. J. Orthod. 1982;82:502–507.
93. Thurow R. Edgewise Orthodontics. 4ta Edición. Mosby. 1982, p16-8
94. Uribe, G. Ortodoncia Teoría y Clínica. Editorial CIB. 2004 Cap 11, 12: 226-53

95. Van Leeuwen EJ, Maltha JC, Kuijpers-Jagtman AM. Tooth movement with light continuous and discontinuous forces in beagle dogs. *Eur J Oral Sci.* 1999; 107:468–474
96. Vellini, F. “Ortodoncia Diagnóstico y Planificación Clínica” Editora Artes Médicas Ltda. 2º edición 2004. Cap 5 (99)
97. Viazis AD. Atlas de ortodoncia principios y aplicaciones clínicas. Editorial Médica Panamericana. Marzo 1995
98. Viazis AD. Correction of open bite with elastic and rectangular niti wires. *JCO.* Nov 1997
99. Wang T., Zhou G., Xianfeng Tan, Yaojun Dong. Evaluation of Force Degradation Characteristics of Orthodontic Latex Elastics in Vitro and In Vivo. *Angle Orthod.* 2006; 77: 688–93.
100. Wheeler RC. Dental anatomy, physiology and occlusion. In: 5th ed. Philadelphia: : WB Saunders; 1974;p. 493.
101. Wilson T. Gregory R. Clinical Effectiveness of fluoride- releasing elastomers. Salivary *Streptococcus mutans* numbers. *Am. J. Orthod.* 1995; 107: 293-97
102. Wong A. Orthodontic Elastic Materials, *Angle Orthod*, 1976, 46:196-205.
103. Woodruff WW, Yeates AE, Dent GA. Ventricular shunt therapy for the brain: long-term rubber-catheter-induced inflammation. *Radiology.* 1986;158:171–174
104. Yap AU. Low JS. Ong LF. Effect of food simulating liquids on surface characteristics of composite and polyacid-modified composite restoratives. *Oper Dent* 2000; 25:170-176.
105. Yogosawa F, Nisimaki H, Kondo E. Degradation of orthodontic elastics (Part II). *J Japan Orthod Soc.* 1968;27:88–94.