

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**

**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN ORTODONCIA**

**TRABAJO INTEGRADOR FINAL**

**TEMA: ANÁLISIS SOBRE LAS FUERZAS DE ELÁSTICOS  
INTRAORALES DE LÁTEX DE DISTINTOS FABRICANTES**

**DIRECTORA**

**Prof. Dra. Andrea Bono**

**ALUMNA**

**Od. Luciana Ferrez**

**2022**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**  
**FACULTAD DE ODONTOLOGÍA**



**CARRERA DE ESPECIALIZACIÓN EN ORTODONCIA**

**Año:2022**

## **TRABAJO INTEGRADOR FINAL**

TEMA: ANÁLISIS SOBRE LAS FUERZAS DE ELÁSTICOS  
INTRAORALES DE LÁTEX DE DISTINTOS FABRICANTES

DIRECTORA: Prof. Dra. Andrea Bono

ALUMNA: Od. Luciana Ferrez



## ÍNDICE

1. Agradecimientos.....	5
2. Resumen.....	6
3. Definición del tipo de TIF.....	7
4. Introducción.....	8
5. Objetivos.....	9
5.1 Objetivos Generales.....	9
5.2 Objetivos Específicos.....	9
6. Hipótesis.....	10
7. Marco teórico.....	11
7.1 Composición química del látex.....	11
7.2 Función en los vegetales.....	12
7.3 Distribución.....	13
7.4 Obtención y tratamiento.....	15
7.5 Historia del caucho y evolución.....	17
7.6 Alergia al látex.....	20
7.7 Historia de las Fuerzas Elásticas.....	22
7.8 Impulso de la fuerza.....	23
7.9 Clasificación, usos y propiedades de los elásticos.....	24
8. Materiales y métodos.....	34
8.1 Materiales.....	34
8.2 Métodos.....	36
8.2.1 Cantidad.....	36

8.2.2 Fuerza de Tracción.....	36
8.2.3 Análisis Estadístico.....	39
9. Resultados.....	40
10. Discusión.....	60
11. Conclusiones.....	62
12. Bibliografía.....	65

## 1. AGRADECIMIENTOS

Especial agradecimiento a mi directora de tesis Dra. Andrea Bono, por el acompañamiento, gran ayuda y apoyo no solo en este trabajo final, sino también en la formación de la carrera de ortodoncia como una docente comprometida, con una inmensa generosidad, humildad y cariño, transmitiendo y contagiando pasión y amor por la ortodoncia.

A mis queridos padres Mirta y Alberto por darme la posibilidad, con su esfuerzo, acompañamiento y por sobre todo con mucho amor, de estudiar esta hermosa profesión, y por enseñarme que pese a las adversidades todo se puede lograr.

A mi amor y compañero Nicolás, por estar a mi lado siempre. Por alentarme y apoyarme con la carrera de grado y con esta especialidad, siempre con optimismo y alegría.

Agradecer a los dos motores de mi vida, Ciro y Pierina. Mis pequeños hijos que con su amor e inocencia hacen que todo valga la pena.

A mi querido hermano Mariano, por sus charlas y gran apoyo.

A mis amigas y amigos, tanto de la vida, como los que me dio esta gran profesión, por alentarme a no bajar los brazos y seguir con este objetivo.

A cada integrante de mi familia, especialmente a mi abuela, que de una u otra manera estuvieron acompañándome en este proceso.

A mi querida Facultad de Odontología de La Plata y sus autoridades por esta gran posibilidad. A los grandes docentes que tuve en ésta hermosa especialidad, gracias por brindarme sus conocimientos. Y a mis compañeros de carrera por los lindos momentos vividos.

¡INFINITAS GRACIAS A TODOS!

## 2. RESÚMEN

En esta investigación se abordó la fidelidad de la información proporcionada por distintos fabricantes de elásticos intraorales sobre la fuerza de tracción que genera cada uno al ser estirado tres veces su diámetro.

Las sucesivas investigaciones, y la evolución de la tecnología, nos permiten trabajar hoy, siguiendo los conceptos de Ricketts, con fuerzas que varían entre 100 y 150 g/cm<sup>2</sup> de superficie radicular enfrentada. Así, sabiendo cuál es la fuerza óptima fisiológica, y conociendo la superficie radicular de la pieza o piezas a desplazar, podremos obtener la fuerza ideal para cada diente en particular.

Las fuerzas biomecánicas de primero, segundo y tercer orden generan un movimiento dentario y, en seguida, remodelación ósea alrededor del diente. Para que la fuerza sea óptima es fundamental respetar siempre las cantidades de fuerza indicadas para cada diente y para cada movimiento deseado.

Palabras claves: Elásticos; Intraorales; Fuerza Ortodóntica.

## SUMMARY

In this research, the reliability of the information provided by intraoral elastic manufacturers will be attended to as well as the tensile forces generated by each of the elastics when stretched three times their diameter.

Research and technologies advance have allowed us to were nowadays, following Ricketts conceptions, with forces that can vary between 100 and 150 g/cm<sup>2</sup> over root faced surface. In this sense, getting to know the best physiological strength and root faced surface of the dental piece or pieces to be moved, we will be able to obtain the ideal force for each of the teeth in particular.

Biological forces of first, second and third order generate dental movement and consequently, changes in the bone surrounding of the dental piece (tooth). In order to know the ideal force, it is of primary importance to always respect the force suggested for each dental piece and for each intended movement.

Keywords: Elastic; Intraoral; Orthodontic Force.

### 3. DEFINICIÓN DEL TIPO DE TIF

El presente trabajo integrador final corresponde a la categoría de estudio comparativo y cuantitativo.

El método comparativo (también llamado análisis comparativo) es un conjunto de técnicas que, de modo análogo al método científico en general, van encaminadas a la generación o refutación de hipótesis o teorías. Esto se lleva a cabo mediante el análisis de variaciones a través del estudio de semejanzas y diferencias entre dos o más casos, con el fin de establecer regularidades que, explicadas mediante covariación, o bien mediante interpretación de la diversidad, permiten establecer relaciones causales, correlaciones y generalizaciones. De aquí se deduce que, además de una función heurística (generar teorías e hipótesis), el método comparativo posee también una función de verificación de teorías o hipótesis ya existentes.

La investigación o metodología cuantitativa es el procedimiento que busca cuantificar los datos y en general aplicar alguna forma de análisis estadístico señalar, entre ciertas alternativas, usando magnitudes numéricas que pueden ser tratadas mediante herramientas del campo de la estadística. Por eso la investigación cuantitativa se produce por la causa y efecto de las cosas. Este tipo de investigación utiliza datos cuantitativos para recopilar información real y objetiva, podemos citar cifras. Brindan el respaldo necesario para llegar a conclusiones generales de la investigación debido a que estos datos son estadísticos y estructurados.

#### 4. INTRODUCCIÓN

Las ligaduras elastoméricas se han utilizado desde finales del siglo XIX, siendo pioneros ortodontistas muy conocidos como Calvin S. Case y Henry Albert Baker los cuales introdujeron el uso de elásticos para la tracción intermaxilar. El descubrimiento del Dr. Baker fue enorme en el campo de la Ortodoncia porque eliminó la necesidad de extraer piezas dentarias en ciertos casos.

En un principio estas bandas elásticas se fabricaban con goma natural, pero a la fabricación de cadenas y ligaduras elastoméricas siguió la habilidad de fabricar elásticos sintéticos de poliéster y poliuretanos. (1)

Existen varias marcas de elásticos intrabucales en el mercado, siendo su forma circular con tamaños y espesores diferentes.

Las fuerzas de los elásticos varían de acuerdo a su tamaño y espesor, así como también de la disposición y distancia entre dos puntos de localización.

Los elásticos son clasificados por los fabricantes según tamaño y potencia. Para ello utilizan las pulgadas o los milímetros y las onzas o los gramos. (2)

1 PULGADA = 2,54 cm.

1 ONZA = 28,35 gramos. (3)

Según los fabricantes alcanzan la potencia para la que fueron diseñados cuando su diámetro se extiende en una medida igual a tres veces su tamaño original.

Es importante respetar el estiramiento indicado, a fin de no disminuir las características técnicas del material.

Si las fuerzas no llegaran al límite óptimo no se producirá movimiento alguno, y si las aplicamos en exceso podríamos producir efectos negativos.

Para que esta fuerza sea considerada óptima, utilizamos como instrumento de medida el dinamómetro, aparato que determina la fuerza ejercida por los elásticos.

## 5. OBJETIVOS

### *5.1 OBJETIVOS GENERALES*

- Determinar la fuerza que ejercen los elásticos intermaxilares.

### *5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS*

- Determinar si el valor obtenido coincide con lo especificado por el fabricante.
- Comparar los resultados del mismo elástico con distintas marcas comerciales.
- Determinar la cantidad de elásticos presentes en cada paquete a estudiar.

## 6. HIPÓTESIS

Habría diferencia en el resultado de medición de fuerza entre los elásticos dentro de un mismo paquete, al ser estirados tres veces su diámetro.

Habría diferencia en el resultado de medición de fuerza entre las distintas marcas a estudiar, al ser estirados tres veces su diámetro.

## 7. MARCO TEÓRICO

“Los elásticos se consideran elastómeros, que son materiales que presentan la característica de volver a sus dimensiones originales después de sufrir una deformación sustancial.” (3).

Fueron inicialmente hechos de caucho y luego diseñados en formas sintéticas sin látex. (4) El caucho o hule (hidrocarburo con fórmula  $C^5H^8$ ) es una sustancia natural (aunque existe una variedad sintética obtenida a partir de hidrocarburos insaturados) caracterizada por su insolubilidad en agua, su resistencia eléctrica y su elasticidad, que se encuentra en forma de suspensión coloidal en el látex. (5). El látex es extraído de las plantas productoras con el objetivo de obtener las partículas de caucho que se encuentran dispersas en él (6). Es el material más elástico conocido.

### *7.1 Composición química del látex*

El látex natural es una suspensión acuosa coloidal compuesta de algunas grasas, ceras y diversas resinas gomosas obtenida a partir del citoplasma de las células laticíferas presentes en algunas plantas angiospermas y hongos. (6) Es frecuentemente blanco, aunque también puede presentar tonos anaranjados, rojizos o amarillentos dependiendo de la especie, y de apariencia lechosa. (7).

El látex es una sustancia con una composición de gran complejidad (aceites, azúcares, sales minerales, ácidos nucleicos, proteínas, alcaloides, terpenos, ceras, hidrocarburos, almidón, resinas, taninos y bálsamos) (8). La cantidad de cada uno de estos compuestos varía moderadamente en función de una serie de factores, tales como la especie vegetal, la parte de la planta en la que se encuentra, la época del año, pues la composición no será la misma en verano que en invierno, o el tipo de suelo sobre el que crece el vegetal.

#### Contenido del látex según Uribe (9)

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

- El 0.5% de quebrachitol.
- El 60% de agua.

Cuando sale del árbol el látex presenta, por norma general, un pH prácticamente neutro que oscila entre 7.0 y 7.2, aunque al entrar en contacto con el aire se vuelve ácido. Transcurridas entre doce y veinticuatro horas desde su extracción, el pH desciende a 5.0, sobreviniéndose la coagulación de la sustancia cuando se sitúa con un pH igual o inferior a 4.2. (10)

Las partículas de caucho, que en estado natural aparecen en forma de suspensión coloidal en el látex de las plantas productoras, se encuentran cargadas negativamente y tienen un diámetro que se sitúa entre los 0,5 y los 3  $\mu\text{m}$ . El caucho, que con frecuencia presenta un tono blanquecino, también puede llegar a ser incoloro. (11).

El caucho puro es insoluble en agua, álcalis y ácidos débiles, y soluble en benceno, petróleo, hidrocarburos clorados y disulfuro de carbono. Con agentes oxidantes químicos se oxida rápidamente, pero con el oxígeno de la atmósfera la oxidación es mucho más lenta. (12).

Los elásticos sin látex están compuestos de caucho sintético, que es cualquier tipo de polímero artificial que reproduce, en mayor o menor grado, las propiedades físicas de caucho natural, a saber, silicona, (13) plásticos de poliuretano, (14) y caucho de estireno-butadieno (SBR).

## 7.2 Función en los vegetales

En algunas especies como *Calotropis procera*, el látex impide la entrada de microorganismos patógenos y favorece el proceso de cicatrización cuando se produce una herida en la planta, puesto que el látex es exudado a través de ésta y al entrar en contacto con el aire coagula, creándose una capa protectora. En otras plantas, tal como sucede con el manzanillo (*Hippomane mancinella*), la elevada toxicidad del látex lo convierte en un mecanismo de defensa ante los herbívoros que intenten alimentarse de la planta. Finalmente, el látex también puede actuar como depósito excretor. (6)

Tras el estudio de los alérgenos del látex de la especie *Hevea brasiliensis*, se obtuvieron una serie de datos que parecen confirmar a esta sustancia como un mecanismo de defensa empleado por las plantas para evitar las infecciones, tanto fúngicas como microbianas, y alejar a los insectos que se alimentan de sus hojas y de sus frutos. (5)

El hecho de que el látex pueda ser empleado por los vegetales como un mecanismo de defensa ante la herbivoría debido a su elevada toxicidad, ha obligado a que las plantas desarrollasen una serie de mecanismos que impidan que éstas se envenenen a sí mismas. El más común consiste en aislar el material tóxico en un compartimento especial evitando su contacto con los cloroplastos, las mitocondrias y otras partes de la maquinaria metabólica de la planta (15).

### 7.3 Distribución

Las plantas productoras de látex se encuentran distribuidas por todo el mundo, pero es en las zonas tropicales donde existe una concentración más elevada de estas. Según arrojan algunos estudios, esto puede deberse a los altos niveles de herbivoría que se registran en los trópicos (16). La mayor parte del látex de empleo comercial se extrae de la siringa (*Hevea brasiliensis*) (Fig. N° 1) y es dedicado a la obtención de caucho. Es un árbol de la familia de las euforbiáceas de 20 a 30 m de altura (excepcionalmente 45 m). El tronco es recto y cilíndrico de 30 a 60 cm de diámetro, de madera blanca y liviana. Sus hojas son compuestas trifoliadas, alternas, de 16 cm de longitud, por 6 a 7 cm de ancho; deja caer parcialmente las hojas durante la estación seca, antes de lo cual las hojas de la copa del árbol se tornan de color rojizo. Las flores son pequeñas y reunidas en amplias panículas. (Fig. N°2). Produce frutos desde los 4 años, cada uno de los cuales es una gran cápsula que se abre en valvas, con semillas ricas en aceite. (Fig. N° 3). Según Marafon y cols. (3) cerca del 99% de la producción del caucho natural de todo el mundo proviene de este árbol, a su vez Vian Ortuño, A (11) asegura que es el que contiene el porcentaje de caucho más elevado entre las diversas especies vegetales de donde se puede obtener esta suspensión. Durante todo el siglo XIX y comienzos del siglo XX, Brasil era el que contaba con una mayor producción de látex de hevea (*Hevea brasiliensis*) en el mundo. (17). En la actualidad, los países que registran una mayor producción de látex se encuentran localizados en el Sureste Asiático (Indonesia, Malasia, Tailandia, Vietnam, Birmania y Filipinas, fundamentalmente), pues a partir de la Primera Guerra Mundial, Brasil y los demás países situados en la ribera amazónica vieron profundamente mermada su producción de látex y, con ello, su economía.



Fig. N° 1. Árbol Hevea Brasiliensis



Fig. N° 2. Hojas, flores y frutos de Hevea Brasiliensis



Fig. N° 3. Semillas de Hevea Brasiliensis

En 1876, el inglés Sir Henry Wickham llevó desde el Brasil a Inglaterra semillas de hevea de contrabando. Más tarde, algunos de los propágulos supervivientes se trasladaron al nuevo Jardín Botánico de Singapur, donde se utilizaron como material de plantación de las primeras plantaciones de caucho del estado malayo de Perak. Fueron también el material de plantación original de todas las plantaciones de caucho de la actual Malasia y de otros países del Asia sudoriental establecidas a comienzos del siglo. Desde entonces, el hevea se ha plantado en diversos países tropicales como cultivo de plantación. Hoy en día, los principales productores de caucho pertenecen al Asia sudoriental, y el Brasil ha perdido prácticamente toda su importancia. (17).

#### *7.4 Obtención y tratamiento*

Una limitación importante del hule es el período de espera entre la plantación y el comienzo de la producción de látex, considerada la etapa económica más difícil para los productores, que, en la mayoría de los casos, es de siete años (18) ya que, durante el período entre la plantación y la primera cosecha de látex, no se perciben ingresos. La producción de látex se realiza durante 25 o 30 años, posterior a este período, la producción se considera poco rentable. (19).

El método empleado para la recolección de látex en las plantaciones consiste en realizar diagonalmente un tajo en la corteza del árbol (para ello se emplea una herramienta llamada *faca seringueira* o *jebong*) (Fig. 4) del que se quiere extraer (20) debiendo tener el corte aplicado unas dimensiones que se correspondan con la mitad o con un tercio de la circunferencia del tronco. (Fig. N° 5). Además, es recomendable el empleo de compuestos de amonio y thiuram en el corte para prevenir la coagulación del látex exudado, (20) y permitir de este modo que fluya y sea almacenado en un cubo o cualquier otro tipo de recipiente. (Fig. N° 6).



Fig. N° 4. Faca Seringueira o Jebong



Fig. N° 5. Corte realizado al árbol Hevea Brasiliensis



Fig. N° 6. Recolección del látex.

La cantidad de látex extraída de cada corte se sitúa en torno a los 30 mililitros, aunque esta variará dependiendo de la especie vegetal de que se trate. Una vez ha dejado de manar sustancia del tajo, se espera que pase un día para tapar a éste con un trozo de corteza de la base del tronco. Cuando los cortes llegan al suelo, se debe de esperar que transcurra el período de tiempo necesario para que se renueve la corteza en su totalidad. Sin embargo, cuando los árboles alcanzan los 25 años de edad dejan de producir látex suficiente, y por ello son talados para poder ser substituidos por otros más jóvenes.

Una vez el látex ha sido extraído, esta sustancia es sometida a procesos de tamización, disuelta en agua y tratada con ácido para favorecer la concentración o aglutinamiento de las partículas en suspensión del caucho en el látex (el caucho aparece como una dispersión coloidal en el látex). Con posterioridad es prensado mediante la utilización de rodillos, de manera que se forman capas de caucho natural con un grosor de 0,6 centímetros que serán secadas con aire o humo antes de salir al mercado. (21)

En la actualidad, el empleo del látex está tan extendido que existen más de 40.000 productos de uso habitual que están compuestos de este material. (22).

#### Uso sanitario.

El látex es un material que se encuentra presente en diversos sectores laborales, pero posiblemente sea en el campo sanitario donde existe una mayor presencia. Ejemplos de algunos productos son los guantes quirúrgicos, las mascarillas anestésicas o de reanimación, las sondas, los enemas, los estetoscopios, los catéteres, los torniquetes, los vendajes elásticos, los puertos de inyección y de aplicación intravenosa, algunas tiritas y esparadrapos, los tapones de los frascos que contienen medicinas, los diques odontológicos, la cinta adhesiva o las almohadas y colchones de las camas hospitalarias. (23)

#### *7.5 Historia del caucho y evolución*

El descubrimiento del caucho natural data del siglo XV. Cristóbal Colon fue considerado el primer europeo en tener contacto con este material a través de la observación de nativos en Haití jugando con una pelota hecha de exudado de árboles. (3).

A finales de la década de los 80, un grupo de arqueólogos que se hallaban trabajando en la cuenca del río Coatzacoalcos (México), descubrieron unas doce pelotas de hule (Fig. N° 7) que se encontraban en perfecto estado de conservación, lo que les hizo pensar en una posible utilización del proceso de vulcanización por parte de los olmecas (antiguo pueblo precolombino que se desarrolló desde el 1500 a. C. hasta el 200 a. C.) y que se asentó en los actuales territorios de los estados de Veracruz y Tabasco), a quienes se le atribuían los objetos encontrados (Fig. N° 8) . Estas pelotas fueron motivo de estudio durante varios años, llegándose a la conclusión de que los olmecas habían combinado el látex producido por la especie arbórea *Castilla elástica* con el de la enredadera *Ipomoea alba*, que contiene azufre. Como resultado de esta mezcla, se desencadenaba el entrelazamiento de los átomos de azufre con las cadenas poliméricas de isoprenos del hule (vulcanización), transformándose el látex en una sustancia mucho más resistente y dura. Además de emplear el látex como material para la construcción de pelotas, los olmecas lo utilizaban en estado líquido en sus ceremonias rituales, como así también para impermeabilizar tejidos y otros objetos. Como consecuencia de esto, se puede concluir que este pueblo mesoamericano fue el pionero en el desarrollo de la vulcanización y en el empleo del látex con fines religiosos y sociales (24).



Fig. N° 7. Pelotas de hule de los Olmecas



Fig. N° 8. Territorios Olmecas donde se encontraron las pelotas de hule

El empleo del caucho se encontraba limitado debido a las características desfavorables presentadas por este material, como inestabilidad térmica, deterioro en presencia de oxígeno y una gran absorción de fluidos.

Marafon (3) comenta que uno de los sucesos importantes ocurrido en el siglo XIX el cual posibilitó la resolución de estos problemas y permitió la creación de la industria del caucho fue en 1820 cuando Tomas Hancock ideó una máquina que hizo el caucho más suave y moldeable. Es un elastómero formado por una estructura reticulada tridimensional mediante enlaces cruzados que posee bajas propiedades mecánicas, por lo que requiere de un proceso para reforzarlo. Durante el procesamiento del caucho se añade amoníaco, el cual produce una proteína alergénica.

En 1839, por accidente, un inventor de Boston, Charles Goodyear (Fig. N° 9) dejó caer una mezcla de caucho y de azufre sobre una estufa caliente. Fue el principio de la vulcanización, el proceso que hizo el caucho inmune a los elementos, transformándolo de rareza en producto esencial de la era industrial. (25). En el proceso de vulcanización del caucho se añaden otros agentes químicos aceleradores y antioxidantes que también son alérgenos. (26). Uribe (9) describe a la vulcanización como un proceso que transforma la estructura molecular de los hules. Tratados con azufre o con peróxidos se vuelven más resistentes a la acción de los agentes externos y las propiedades elásticas se conservan por largos períodos.



Fig. N° 9. Charles Goodyear, descubridor de la vulcanización en 1839

La producción de látex a escala industrial implica la mezcla de caucho natural con estabilizadores como el óxido de zinc y otros productos químicos, que son calentados a temperaturas específicas para promover un producto final homogéneo. No hay estandarización en la composición de elásticos de látex, dando como resultado productos con diferentes propiedades. (5).

### *7.6 Alergia al látex*

La alergia al látex natural es una enfermedad reciente cuya prevalencia ha alcanzado en poblaciones expuestas proporciones epidémicas en la última década (27), de manera que la sensibilización al látex se ha convertido en una de las principales causas de reacciones alérgicas. (28)

Aproximadamente del 0,12 al 6 % de la población y el 6,2 % de los odontólogos son alérgicos al látex. (29).

La alergia o hipersensibilidad al látex de *Hevea Brasiliensis* se produce cuando el sistema inmunológico del cuerpo reacciona de forma desmesurada ante las proteínas contenidas en el látex natural.

Con referencia a la biocompatibilidad con los tejidos, un estudio *in vitro* realizado por dos Santos, L. R. y cols. (30) señala que los elásticos intraorales Morelli resultaron ser citotóxicos, independientemente de su color y tiempo de inmersión en un medio de cultivo celular que contenía líneas celulares L-929 (fibroblastos de ratón). Así mismo, en otro estudio realizado por dos Santos, L.R y cols. (31) se concluye que, 1. Se descubrió que los elásticos intraorales TP Orthodontics causan baja lisis celular; 2. Se descubrió que los elásticos intraorales de Uniden son altamente citotóxicos, independientemente de su color y tiempo de contacto con los cultivos celulares.

Las mezclas de componentes que se encuentran en elásticos de látex hacen que estos materiales sean más propensos a provocar alergias e incluso causar reacciones de hipersensibilidad inmediata en el paciente. (32) Las reacciones alérgicas mediadas por látex incluyen desarrollo de estomatitis, lesiones eritematosas orales, dificultad respiratoria, reacciones sistémicas y anafilaxia en casos más graves (33) (34). En vista de esto, la demanda de productos alternativos sin látex ha aumentado sustancialmente. (35) .

El desarrollo de materiales dentales con compatibilidad tisular sigue siendo un desafío para los investigadores y fabricantes. (36). Cualquier material en contacto con tejidos orales por varias horas por día, meses o años pueden desencadenar una respuesta biológica desfavorable. En la conclusión del estudio realizado por Sara Martínez Colomer S. (5) se señala que “Los elásticos de látex eran más irritantes para el tejido conectivo que los elásticos sin látex en el período de evaluación inicial y presentó una menor estructura física homogénea y una superficie más porosa que los elásticos sin látex.”

Los pacientes con espina bífida (SB) tienen un alto riesgo de desarrollar alergia al látex. Las personas con SB representan un grupo especial de pacientes alérgicos al látex, en la medida en que sus patrones de unión a IgE difieren de los de otras poblaciones de individuos alérgicos al látex. (37).

Varios factores se han relacionado con el aumento del riesgo de sensibilización al látex natural entre el personal sanitario (38):

- años de trabajo con exposición al riesgo.
- frecuencia o duración del uso de guantes.
- factores de riesgo individual: atopia, alergia a frutas (aguacate, kiwi, castañas, etc.), dermatitis previas, otras condiciones alérgicas (asma, eccema, alergias a otros alergenicos, elevados niveles de IgE total, etc.).

Es importante que el odontólogo sepa cómo manejar a los pacientes que presentan alergia al látex y cómo lidiar con este problema. (39)

### *7.7 Historia de las fuerzas elásticas*

Los inicios datan del año 1728 cuando Pierre FAUCHARD en su libro "Le Chirurgien Dentiste ou Traité des Dents" proponía cerrar diastemas anteriores con ligadura de seda. Luego P. BOURDET en 1756 utilizó una "banda" con ligaduras de oro o seda para mover dientes, anticipándose a la época del Arco Recto. En el año 1803 F. CELLIER introduce por primera vez una mentonera especial con tiras de goma. Luego llega Charles GOODYEAR cuando en 1839 descubre la vulcanización del caucho. En el año 1841 J.M.A. SCHANGE, en su "Précis sur le redressement des dents", publicado en Paris, usaba hilos elásticos para mover los dientes. Calvin CASE fue el primero en utilizar fuerzas elásticas intermaxilares para corregir maloclusiones en el año 1892. H. BAKER publicó en 1904 en el International Dental Journal un artículo titulado "Treatment of protruding and receding jaws by the use of intermaxillary elastics". Seguidamente en el año 1907 Edward H. ANGLE, en su libro "Treatment of Malocclusion of Teeth", proponía una clasificación de las maloclusiones y el uso de las correspondientes fuerzas elásticas: Clase I; Clase II; Clase III. Más tarde, en 1948, Charles TWEED inició el uso de elásticos de Clase III para reforzar la preparación del anclaje en maloclusiones de Clase II, antes de utilizar los elásticos de Clase II. Por su parte, Fred SCHUDY en 1958, recomendaba elásticos cortos de Clase II, desde el primer molar superior junto con fuerza extraoral de tracción alta para controlar el sentido vertical. En 1963 J. JARABAK y FIZZEL, en su libro "Technique and Treatment with the Light Wire Appliance" (Mosby, pág. 70-82) describieron por primera vez la biomecánica de los elásticos de Clase II. Raymond BEGG, en su libro "Begg Orthodontic Theory and Technique" del año 1965, usaba

elásticos de Clase II que se cambiaban cada cinco días y en 1970 Robert M. RICKETTS creó la técnica Biprogresiva de arco cuadrado seccional, aconsejando el empleo de elásticos en los casos de mordida abierta. Así mismo, Ronald ROTH en 1972 recomendaba elásticos intermaxilares cortos de Clase II para ayudar en la nivelación de la curva de SPEE, asociada con la fuerza extraoral de tracción alta para controlar el sentido vertical. Entre los años 1973 – 1996 Michael LANGLADE desarrolló la aplicación clínica de las fuerzas elásticas en diferentes situaciones, tales como los elásticos oclusales o los elásticos contralaterales en mordidas cruzadas, proponiendo biomecánicas comparativas de uso clínico. (40).

Canut (41) en su libro menciona que el uso de las gomas elásticas parece proceder de John Farrar, el cual mencionó el uso de estos anillos en 1776.

### *7.8 Impulso de la fuerza*

Movimiento dentario fisiológico es cuando existe la alteración en la posición de los dientes como resultado de su migración. Ten cate (1986), Moyers (1992) y Dinataile (2001) concuerdan que, debido a la gran plasticidad del ligamento periodontal y hueso alveolar, es que se produce el movimiento fisiológico del diente. (42) (43) (44)

El movimiento dental ortodóntico (MDO), proceso resultante de un remodelamiento del ligamento periodontal (LP) y el hueso alveolar en respuesta a una carga mecánica, acompañado por traumatismos reversibles y menores a los tejidos de soporte, se encuentra bajo la acción de un complejo sistema de mediadores moleculares. (45) (46)

La aplicación de la fuerza tiene una influencia estratégica en el movimiento de ortodoncia, por medio de alambres y bandas de goma elástica.

Histológicamente, el movimiento ortodóntico óptimo se ha relacionado con un aporte vascular indemne. La fuerza óptima no debe exceder de la presión sanguínea capilar (20 a 25 gm/cm<sup>2</sup>). (40).

Si la fuerza aplicada sobre el diente tiene una intensidad suficiente como para oprimir totalmente la luz de los capilares sanguíneos de algunas zonas del ligamento periodontal, allí el corte de suministro de sangre produce una necrosis aséptica en la zona comprimida. (47)

Biológicamente el movimiento dentario tiene dos requerimientos importantes: 1) el ligamento periodontal y 2) el recambio óseo; de esta forma, como respuesta a la fuerza ortodóntica el ligamento modula la movilidad del diente en el alvéolo. (48)

Z. Davidovitch ha propuesto las fuerzas intermitentes como las más adecuadas porque su duración no es suficiente para producir la destrucción anóxica del ligamento periodontal. (45)

De acuerdo con este autor, los osteoclastos, estimulados a entrar en acción por el efecto de la aplicación de la fuerza, continuarían reabsorbiendo hueso por un breve período de tiempo, movilizandolos suficientes osteoclastos para remover el hueso.

El uso de fuerzas intermitentes mediante vibración es quizás uno de los sistemas más fáciles de aceptar y llevar a cabo por el paciente. (49)

### *7.9 Clasificación, usos y propiedades de los elásticos*

Como ya se mencionó, los elásticos se clasifican según su tamaño y su fuerza, a su vez estos pueden ser según indica Marafon y cols. (3) en:

- ✓ Elásticos intrabucales:
  - Elásticos intermaxilares
  - Elásticos intramaxilares
- ✓ Elásticos extrabucales.

Los elásticos intermaxilares actúan en los dos maxilares, las fuerzas que producen son de tipo horizontal, transversal y vertical.

Los elásticos intramaxilares actúan en un mismo arco dental y las fuerzas que producen son de tipo horizontal.

Los elásticos son utilizados como un elemento generador de fuerzas que, colocados en diferentes direcciones, producen movimientos dentarios. (2).

Uribe y cols. (9) describe las variables que influyen sobre el comportamiento mecánico y estabilidad dimensional:

- Variación de las temperaturas de trabajo y absorción de agua.
- Duración de la aplicación de la carga.
- Cantidad de deformación plástica.

- Esfuerzos dinámicos de la larga duración que provocan roturas por fatiga.
- Envejecimiento y almacenamiento inadecuado.
- Degradación producida por químicos, exposición a la luz y el medio ambiente.
- Los defectos en la estructura molecular de la pieza moldeada.

Los elásticos presentan varias propiedades, tales como:

1. No presentan distorsión más allá de su límite de elasticidad
2. Son homogéneos físicamente
3. Son isotrópicos (dan la misma fuerza en cualquier dirección) (50).

Ventajas de los elásticos

- Son colocados y removidos por el paciente
- Se desechan después de usarlos
- No se necesita que sean activados por el ortodoncista
- Puede ser cambiado por prescripción (una dos o tres veces al día) (50)

Desventajas de los elásticos

- Sufren deterioro y pérdida de elasticidad
- Absorción de la humedad
- No está libre de olor cuando se usan más de 24 horas.
- Las fuerzas ejercidas varían impredeciblemente si la prescripción no está bien explicada y controlada
- La fuerza ejercida no es constante y depende de la cooperación del paciente
- Los elásticos pueden ser colocados incorrectamente
- Motivación del paciente (50)

Cuando surgieron las ligaduras elastoméricas se convirtieron en la forma de ligado más común, principalmente por el poco tiempo que se necesitaba para colocarlas y retirarlas en comparación con las ligaduras metálicas. Asimismo, era más fácil aprender a colocarlas, convirtiendo las ligaduras elastoméricas en las preferidas por los nuevos profesionales y el

personal clínico. Sin embargo, la facilidad y rapidez a la hora de utilizar ligaduras elastoméricas hicieron que, en general, se pasaran por alto otras desventajas. Los elastómeros no suelen fijar totalmente el arco cuando lo que se requiere es una total sujeción. Los brackets gemelares permiten colocar los elastómeros en forma de ocho, lo que es de gran ayuda. Sin embargo, aumentan la fricción. Otra desventaja bien documentada de los elastómeros es la notable degradación de sus propiedades mecánicas en el entorno oral. (1). Khambay y cols. (51) midieron las fuerzas de asentamiento potenciales con el arco y las ligaduras elásticas y demostraron claramente que las fuerzas de asentamiento metálicas eran mucho mayores con ligaduras metálicas. Un estudio (52) analiza los motivos subyacentes y la importancia clínica de esta pérdida de propiedades mecánicas. Las cadenas y ligaduras elastoméricas pierden más del 50% de la fuerza en las primeras 24 horas (53) cuando se probaron en entornos experimentales *in vitro*. Las elevadas temperaturas orales, la actividad enzimática y la absorción lipídica de los poliuretanos se citan como fuentes *in vivo* de relajación de la fuerza. Esto da lugar a que exista la probabilidad de que las ligaduras elastoméricas no logren o mantengan la sujeción total en la ranura del bracket. (1).

Otro posible factor de importancia clínica es la variabilidad de las propiedades mecánicas de los elastómeros. Lam y cols. (54) lo describieron muy bien al registrar una variación notable en el rango y en la fuerza de tracción de los elastómeros de distintos fabricantes y elastómeros de distintos colores del mismo fabricante.

Todos los materiales elastómeros sufren fatiga y el medio oral puede influir reduciendo su eficacia al actuar como un agente en la degradación de la fuerza, ya que modifica la estructura molecular de los elásticos debido a daños físicos (traumas mecánicos, alteración en la temperatura); y alteraciones químicas entre el material, la saliva y sustancias de la dieta (55).

Los elásticos con látex y sin látex no presentan un comportamiento similar (56) por lo que es necesario evaluar sus propiedades mecánicas. Se ha reportado en la literatura que los elásticos de látex en un medio acuoso u oral pierdan entre 10 % y 40 % de su fuerza inicial entre los 30 minutos y 24 horas después de su aplicación, y los elásticos sin látex pierden entre 19 % y 73 % de su fuerza inicial después de 24 horas. (57) (58) (29)

Las ventajas de los elásticos de látex incluyen su alta flexibilidad, fuerza relativamente mayor, bajos costos y mayor capacidad para volver a sus dimensiones originales después de sustancial deformación en comparación con elásticos sin látex. Es fácil para los pacientes mismos cambiar los elásticos y mantener una buena higiene bucal. (59).

### El caucho natural

Las propiedades físicas del caucho bruto varían con las temperaturas; con bajas se vuelven rígidos y con altas a más de 100°C se ablandan y sufren alteraciones permanentes. (60). Las propiedades físicas del caucho natural son muy superiores a las de cualquiera de los latex sintéticos experimentados hasta el presente.

### El caucho sintético.

Se llama caucho sintético a todo polímero artificial que posea, en mayor o menor grado, las propiedades físicas del caucho natural. Es toda sustancia que puede ser estirada en forma repetida hasta un 300% o más de su longitud original y que retoma, en forma rápida y con fuerza, a su forma inicial. Ninguno de los cauchos sintéticos producidos hasta el presente posee todas las características del caucho natural, es esta la razón por la cual algunos prefieren clasificar estos polímeros como “como sustitutivos del caucho, elastómeros o elastoprenos”. (9)

### Los elastómeros uretánicos.

Los polímeros uretánicos son los más nuevos entre los plásticos. Su bajo costo ha hecho que se difundan rápidamente. Tienen una combinación singular de alta resistencia a la tracción y al desgarramiento, buena elongación, excelente resistencia a la oxidación y a la abrasión y tienen un amplio rango de durezas, lo que los hace ideales para el trabajo de ortodoncia.

El rango de vida útil de los elastómeros uretánicos es de -20°C +120°C. Se utilizan en aplicaciones mecánicas en las que son importantes la resistencia a la flexión, a la abrasión y al corte. Duran tres veces más que los elaborados en caucho corriente. (9).

La mayoría de las casas comerciales elaboran sus cadenas elásticas con una base de uretano, lo que produce fuerzas ligeras y constantes con mayor capacidad a la deformación; estas cadenas tienen una vida activa de 60 días en boca. Esto se debe a que su estructura molecular (cadena molecular) se encuentra plegada o retorcida en reposo, pero cuando son extendidas, se despliegan en forma lineal y ordenada. La exposición de las cadenas elásticas al ozono y a la radiación ultravioleta rompe las dobles ligaduras insaturadas a nivel molecular, lo

cual resulta en una reducción de la resistencia a la tracción y de la flexibilidad. Por lo tanto, los fabricantes agregan antioxidantes y antiozonatos para retardar estos efectos. (61) (2).

En la cavidad bucal, los elásticos absorben agua y saliva, lo que produce una destrucción a nivel molecular y una deformación permanente de la cadena. (Fig. N° 10). Además, éstas se hinchan y se manchan debido a los fluidos y bacterias presentes en la saliva que llenan los espacios vacíos en la matriz de la goma. La saliva, la masticación, la placa dentobacteriana y la temperatura de la boca influyen sobre la velocidad de la degradación de la fuerza de la cadena (62) (63), los cuales provocan una diferencia notable respecto de las cadenas nuevas. (Fig. N° 11).

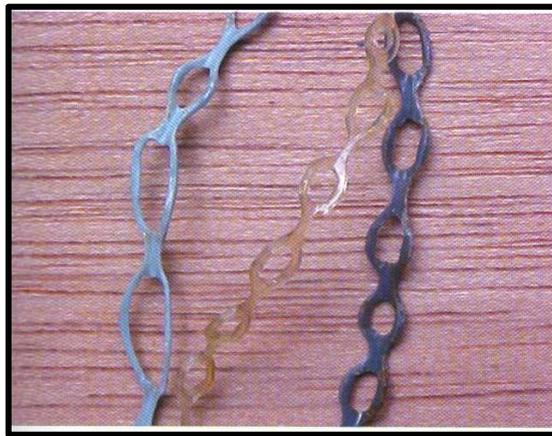


Fig. N° 10. Cadenas deformadas y pigmentadas después de 30 días de uso



Fig. N° 11. Comparación de una cadena nueva con una cadena usada (un mes de uso)

En la actualidad se utilizan poco los cauchos naturales y se prefieren los poliuretanos, debido a sus propiedades y a su bajo costo:

- Tienen biocompatibilidad.
- Tienen mayor y mejor resistencia tensil.
- Tienen buen módulo de elasticidad.
- Tienen mayor resistencia a la abrasión.
- Tienen bajo costo.

Presentaciones físicas de los elásticos, según Uribe (64):

- ✓ Cadenas
- ✓ Cuñas de rotación
- ✓ Gomas de separación
- ✓ Hilos elásticos
- ✓ Módulos elásticos individuales
- ✓ Elásticos de latex

Se presentan en diversos colores y versiones: bastones, módulos, a granel, en cajas, en tubos.

Las cadenas vienen en cuatro tamaños y la selección dependerá de la situación clínica particular

- Cadena cerrada o continua. Recomendada para el cierre de espacios de los incisivos inferiores. En este tipo de cadenas la distancia intereslabón es de 3 mm.
- Cadena corta. Recomendada para el cierre de espacios de la arcada inferior. La distancia intereslabón es de 3.5 mm.
- Cadena larga. Recomendada para el cierre de espacios de la arcada superior. La distancia intereslabón es de 4 mm.
- Cadena extra larga. Tiene una distancia intereslabón de 4,5 mm y tienen la ventaja que hay menos huecos donde puede entrar comida, dando como resultado disminución de caries y de problemas periodontales. (62) (63) (65) (66)

Las cuñas de rotación se ubican en las aletas de los brackets en mesial o distal, según la rotación que se desea. (64)

Las gomas de separación se ubican estirados y adelgazados entre los espacios interproximales de los dientes, atravesando el punto de contacto. Una vez colocados, vuelven a su tamaño y grosor inicial, separando y generando espacios que se utilizan para colocar bandas metálicas o para hacer reducciones interproximales. (64)

Los hilos elásticos se utilizan para mover y traccionar dientes que están muy separados del arco principal. (64)

Los módulos elásticos individuales son anillos pequeños que sirven para ligar los alambres contra la ranura de los brackets. (64)

Los elásticos de látex, los cuales son el objeto de estudio de este trabajo, son bandas de caucho circulares que se clasifican de acuerdo con el diámetro del lumen interno y del espesor; factor que determina la fuerza que produce. (Fig. N° 12).

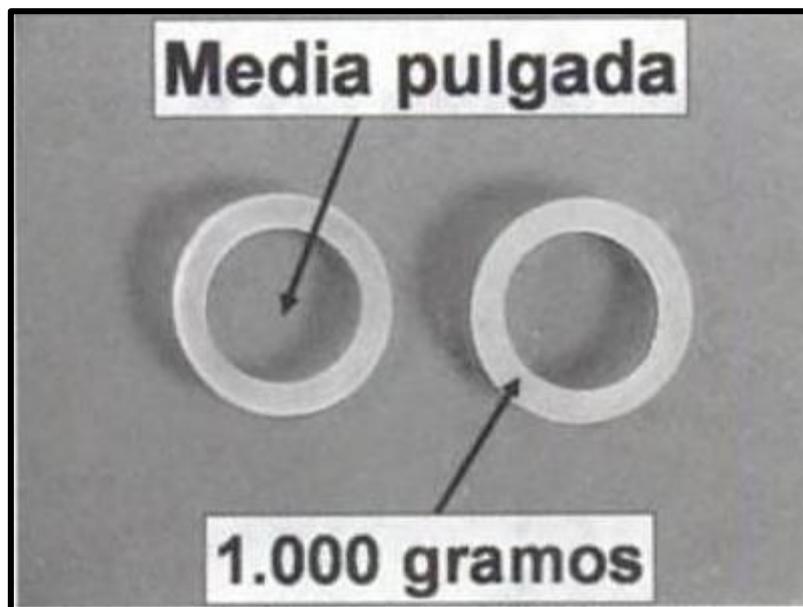


Fig. N° 12. Espesor y diámetro de los elásticos

Tienen múltiples aplicaciones clínicas. Las más comunes son:

- Corregir discrepancias en sentido anteroposterior.
- Corregir discrepancias transversales.
- Corregir las discrepancias de las líneas medias dentales.
- Se utilizan en la etapa de finalización, para ajustes verticales menores.
- Se usan para producir extrusiones y corregir mordidas abiertas de tipo dental.
- Se utilizan para la extrusión individual de los dientes para mejorar la intercuspidación.
- Se utilizan en mecánicas con fricción para desplazar dientes sobre arcos rígidos.
- En algunas ocasiones producen cambios esqueléticos significantes. (64)

Los paquetes de elásticos intraorales vienen en presentaciones de 50 o 100 ligas y están marcados con un cuadro de color, una letra, un animal, etc. (dependiendo de la marca) para diferenciar la fuerza que contienen (50). Como se señaló anteriormente, las fuerzas liberadas por los elásticos varían, dependiendo del tamaño y del espesor, así como de la disposición y la distancia entre los puntos de localización. (3)

#### Medidas

Son medidos en onzas o gramos y pulgadas o centímetros y milímetros

1 onza = 28,35 gramos

1 pulgada = 2,54 cm

Los elásticos intrabucales son encontrados en distintos tamaños (3):

- 1/8 pulgada = 3,2 mm de diámetro
- 3/16 pulgada = 4,80 mm de diámetro
- 1/4 pulgada = 6,40 mm de diámetro
- 5/16 pulgada = 7,94 mm de diámetro
- 3/8 pulgada = 9,53 mm de diámetro (Fig. N° 13).

	Medidas	Distancia entre cúspides
	1/8" = 3,20 mm	9,6 mm
	3/16" = 4,80 mm	14,4 mm
	1/4" = 6,35 mm	19,2 mm
	5/16" = 7,94 mm	23,7 mm
	3/8" = 9,53 mm	25,5 mm

Fig. N° 13. Medidas iniciales de los elásticos ortodónticos y al ser estirados hasta tres veces su diámetro inicial

Existen varias marcas en el mercado, siendo su formato circular, con espesores variados. Son clasificados en (3):

- ✓ Leves (70 g / 2,5 OZ)
- ✓ Medios (130 g / 4,5 OZ)
- ✓ Pesados (180 g / 6,5 OZ)
- ✓ Extrapesados (226,79 g / 8 OZ)

#### *Elección de un elástico*

Muchos han sido los trabajos de investigación sobre las fuerzas necesarias para obtener un eficiente movimiento dentario inducido. Las primeras investigaciones de Storey y Smith recreando trabajos de la Escuela Australiana, hablaban de fuerzas de 200 g/cm<sup>2</sup> de superficie radicular enfrentada al movimiento dentario.

Las fuerzas optimas, según Ricketts para lograr un movimiento varían entre los 100 y los 150 g/cm<sup>2</sup> de superficie radicular enfrentada. De tal forma, sabiendo cual es la fuerza optima desde el punto de vista fisiológico, y conociendo la superficie radicular de las piezas o piezas dentarias a desplazar, podemos obtener la fuerza ideal para cada diente en particular.

Es el fin del presente trabajo, determinar la fuerza que ejercen los elásticos intermaxilares, y a su vez verificar si el valor obtenido coincide con lo especificado por el fabricante, comparar los resultados del mismo elástico con distintas marcas comerciales y determinar la cantidad de elásticos presentes en cada paquete a estudiar.

## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1 Materiales

En este estudio se evaluaron gomas intermaxilares 1/8 (3,2 mm) Heavy (6.5 oz. =184,2 gr), de las siguientes 5 marcas comerciales:

- a) G & H<sup>®</sup>
- b) Ortho Organizers<sup>®</sup>
- c) Dentsply Sirona<sup>®</sup>
- d) American Orthodontics<sup>®</sup>
- e) Ortho Technology<sup>®</sup> (Fig. N°14)



Fig. N° 14. Marcas comerciales de elásticos intermaxilares.

De izquierda a derecha y de arriba hacia abajo.

**G & H<sup>®</sup>, Ortho Organizers<sup>®</sup>, Dentsply Sirona<sup>®</sup>,  
American Orthodontics<sup>®</sup>, Ortho Technology<sup>®</sup>.**

Se tomó como criterios de inclusión paquetes de elásticos que se encontraran antes de la fecha de caducidad, sellados y almacenados en un lugar fresco y oscuro.

Como criterio de exclusión se dejaron de lado elásticos que presentaron falla o rotura.

Las fuerzas de tracción que son capaces de desarrollar al estirarse tres veces en su diámetro fueron medidas con un dinamómetro de mano MORELLI® de 25 a 250 gf color azul. (Fig. N° 15)



Fig. N° 15. Dinamómetro de mano MORELLI®

Se utilizó para la medición una placa de madera marcada con la medida a estudiar y un calibre electrónico digital con coliza de la marca ESSEX® (Fig. N° 16).



Fig. N° 16. Calibre electrónico digital con coliza de la marca ESSEX®

## 8.2 Métodos

8.2.1 Cantidad: Como primera medida se realizó un conteo de cada bolsa para determinar el número de gomas que contenía cada paquete. Se ordenaron y se separaron los elásticos defectuosos y pegados.

8.2.2 Fuerza de Tracción: Se midieron individualmente cada uno de los elastómeros con el dinamómetro MORELLI<sup>®</sup>, instrumento ideal para medir fuerzas de resortes, elásticos y todo tipo de accesorios que requieran evaluación de vectores de fuerza, posee un rango de medición de 25 a 250 gf y una marca de precisión cada 12.5 gf.

Para hacer más preciso el estudio, se adhirió una hoja milimetrada de 15 mm al dinamómetro, en el rango cercano al valor esperado de fuerza según especificaciones del fabricante (6.5 Oz = 184.2 gramos), este rango del dinamómetro va de 162.5 gf a 212.5 gf (o lo que es equivalente entre 5.7 oz a 7.5 oz.). (Fig. N° 17)

De esta forma logramos representar 50 gf del rango antes mencionado con mayor precisión utilizando los 15 mm de la hoja milimetrada, por lo tanto, cada milímetro representa un aumento de 3.33 gf (0.12 oz), a su vez 3.75 mm representan 12.5 gf entre marcas del dinamómetro. (Fig. N° 18).

Mediante este complemento se confeccionó una tabla donde se puede visualizar para cada milímetro de los 50 gf del rango antes mencionado su equivalencia en gramos fuerza y en onzas. (Tabla N° 1).

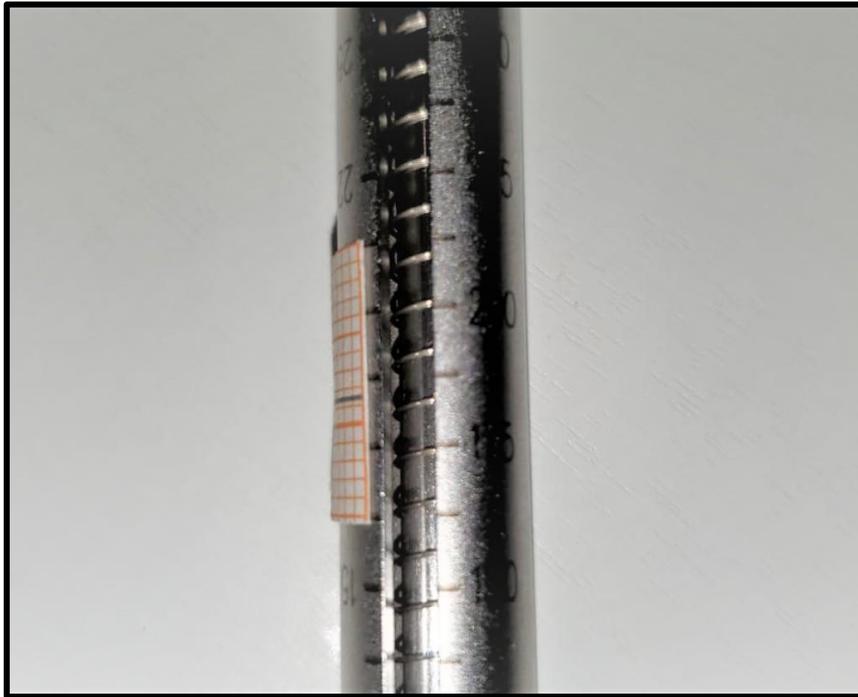


Fig N° 17. Hoja de 15 mm adherida al dinamómetro para medición mas precisa.



Fig. N° 18. Marcas del fabricante cada 12.5 gf equivalente a 3.75 mm.

Milímetro	Gramos Fuerza	Onzas
0	162.50	5.73
1	165.83	5.85
2	169.17	5.97
3	172.50	6.08
4	175.83	6.20
5	179.17	6.32
6	182.50	6.44
7	185.83	6.55
8	189.17	6.67
9	192.50	6.79
10	195.83	6.91
11	199.17	7.03
12	202.50	7.14
13	205.83	7.26
14	209.17	7.38
15	212.50	7.50

Tabla N° 1. Equivalencia de Gf y Oz por milímetro del aditamento.

Como se puede apreciar entre los milímetros 6 y 7, es el rango esperado según las especificaciones de los fabricantes, 6.5 onzas (182.2 gf), valores resaltados en la tabla 1.

Para medir la fuerza se confeccionó una placa de madera a la cual se le insertó un elemento rígido y una marca realizada a los 9,6 mm del elemento mencionado, medida con el calibre digital ESSEX®, dicha distancia de separación corresponde al diámetro del elástico a estudiar al ser estirado tres veces. El diámetro inicial es de  $1/8 = 3,2$  mm. (Fig. N° 19).



Fig. N° 19. Distancia correspondiente a tres veces el diámetro inicial del elástico a estudiar.

Para realizar la medición de fuerzas se eligieron aleatoriamente 100 elastómeros de cada marca, cada uno fue colocado en el pin de la tabla de madera, se estiró con el dinamómetro y se observó al llegar a la marca de 9,6 mm dónde marcaba en el dinamómetro, si en la hoja milimetrada o en algunas de las marcas de fábrica del dinamómetro. Si la medición era en la hoja milimetrada se buscaba su valor correspondiente en la tabla mencionada N° 1 en gf y oz y si no se utilizó el valor en gramos fuerza del dinamómetro.

### 8.2.3 Análisis Estadísticos:

Luego de haber concluido con todas las mediciones, se procedió a realizar el análisis estadístico de las muestras, primero determinando la distribución de los resultados, calculando la media, la desviación estándar (DS) y los intervalos de confianza (límite inferior igual a la media menos la DS, y límite superior igual a la media más la DS), también se incluyó el valor informado por el fabricante como referencia.

A continuación, se realizó un análisis para agrupar en diferentes rangos los resultados de las mediciones de fuerza, logrando mostrar en gráficos circulares los porcentajes de gomas que tuvieron una medición de fuerza dentro del rango esperado (con un +/-5% de tolerancia con respecto al valor del fabricante, o sea entre 6.18 Oz y 6.83 Oz), y aquellas gomas que estuvieron por debajo del 5% (< 6.18 Oz) o por encima del 5% (> 6.83 Oz). También se agregó como referencia el valor en porcentaje de gomas que midieron en un rango del +/- 1 % del valor establecido por la marca comercial (entre 6.44 Oz y 6.57 Oz).

Por último se utilizó la prueba Student “T” Test para examinar la diferencia entre muestras independientes, con el objetivo de determinar si existen o no diferencias significativas entre las muestras, para cada marca comercial se procedió a realizar 5 comparaciones, la primera contra los valores estipulados del fabricante, para entender cuan confiable es la marca, y luego se realizaron otras 4 comparaciones contra las otras marcas comerciales, con el objetivo de determinar diferencias entre las mismas.

## 9. RESULTADOS

Como primer resultado, luego del conteo, se obtuvo que la cantidad de elastómeros por paquete de todas las marcas estudiadas no era la misma, todas estuvieron por encima de los 100 elastómeros.

La marca **G & H®** presento 130 elastómeros (Fig. N° 20), muchos se encontraron pegados y al despegarlos quedaron de diferentes grosores. (Fig. N° 21)



Fig. N° 20. Cantidad de elastómeros de la marca G & H®



Fig. N° 21. Elastómeros pegados de la marca G & H®

En la marca **Ortho Organizers**<sup>®</sup> se contabilizaron 128 elastómeros en el paquete, y uno defectuoso. (Fig. N° 22)



Fig. N° 22. Cantidad de elastómeros de la marca Ortho Organizers<sup>®</sup>

Dentro del paquete de la marca **Dentsply Sirona**<sup>®</sup> se encontraron 111 elastómeros (Fig. N° 23), y algunas estaban pegados. (Fig. N° 24)



Fig. N° 23. Cantidad de elastómeros de la marca Dentsply Sirona<sup>®</sup>



Fig. N° 24. Elastómeros que vinieron pegados de la marca Dentsply Sirona<sup>®</sup>

En el paquete de la marca **American Orthodontics**<sup>®</sup> vinieron 117 elastómeros y en general se encontraban uniformes y sin estar pegados. (Fig. N° 25)



Fig. N° 25. Cantidad de elastómeros que vinieron de la marca **American Orthodontics**<sup>®</sup>

Con la marca **Ortho Technology**<sup>®</sup> se contabilizaron 124 elastómeros en el paquete y algunos vinieron deformados. (Fig. N° 26)



Fig. N° 26. Cantidad de elastómeros que vinieron de la marca **Ortho Technology**<sup>®</sup>

Una vez contabilizados, se seleccionaron aleatoriamente 100 elásticos de cada marca, y se procedió a realizar la medición de fuerza de los mismos. Los resultados fueron volcaron en una tabla para las 100 gomas de cada marca comercial, resultando un total de 500 evaluaciones en gramos fuerza y en onzas (Tablas N° 2, 3, 4, 5 y 6).

### G & H®

#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas
1	62.5	2.20	26	165.8	5.85	51	182.5	6.44	76	150.0	5.29
2	162.5	5.73	27	50.0	1.76	52	182.5	6.44	77	175.0	6.17
3	137.5	4.85	28	125.0	4.41	53	175.0	6.17	78	150.0	5.29
4	184.0	6.49	29	165.8	5.85	54	179.2	6.32	79	175.8	6.20
5	165.8	5.85	30	162.5	5.73	55	150.0	5.29	80	137.5	4.85
6	125.0	4.41	31	150.0	5.29	56	169.2	5.97	81	182.5	6.44
7	125.0	4.41	32	150.0	5.29	57	175.0	6.17	82	162.5	5.73
8	162.5	5.73	33	162.5	5.73	58	137.5	4.85	83	162.5	5.73
9	112.5	3.97	34	137.5	4.85	59	172.5	6.08	84	162.5	5.73
10	150.0	5.29	35	150.0	5.29	60	162.5	5.73	85	162.5	5.73
11	125.0	4.41	36	137.5	4.85	61	169.2	5.97	86	172.5	6.08
12	165.8	5.85	37	175.0	6.17	62	169.2	5.97	87	169.2	5.97
13	175.0	6.17	38	182.5	6.44	63	169.2	5.97	88	172.5	6.08
14	162.5	5.73	39	150.0	5.29	64	175.0	6.17	89	169.2	5.97
15	137.5	4.85	40	172.5	6.08	65	162.5	5.73	90	165.8	5.85
16	162.5	5.73	41	175.0	6.17	66	169.2	5.97	91	175.8	6.20
17	150.0	5.29	42	112.5	3.97	67	185.8	6.55	92	162.5	5.73
18	150.0	5.29	43	125.0	4.41	68	172.5	6.08	93	205.8	7.26
19	175.0	6.17	44	162.5	5.73	69	169.2	5.97	94	169.2	5.97
20	150.0	5.29	45	150.0	5.29	70	125.0	4.41	95	150.0	5.29
21	125.0	4.41	46	137.5	4.85	71	165.8	5.85	96	150.0	5.29
22	162.5	5.73	47	162.5	5.73	72	162.5	5.73	97	172.5	6.08
23	162.5	5.73	48	150.0	5.29	73	137.5	4.85	98	162.5	5.73
24	165.8	5.85	49	165.8	5.85	74	112.5	3.97	99	162.5	5.73
25	169.2	5.97	50	175.0	6.17	75	162.5	5.73	100	162.5	5.73

Tabla N° 2. Medición de fuerza de los 100 elastómeros de la marca G & H®

### Ortho Organizers®

#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas
1	187.50	6.61	26	212.50	7.50	51	184.00	6.49	76	200.00	7.05
2	189.20	6.67	27	225.00	7.94	52	225.00	7.94	77	202.50	7.14
3	212.50	7.50	28	212.50	7.50	53	212.50	7.50	78	209.20	7.38
4	200.00	7.05	29	212.50	7.50	54	209.20	7.38	79	192.50	6.79
5	200.00	7.05	30	225.00	7.94	55	237.50	8.38	80	200.00	7.05
6	184.00	6.49	31	200.00	7.05	56	237.50	8.38	81	192.50	6.79
7	205.80	7.26	32	205.80	7.26	57	200.00	7.05	82	250.00	8.82
8	225.00	7.94	33	200.00	7.05	58	192.50	6.79	83	212.50	7.50
9	225.00	7.94	34	212.50	7.50	59	225.00	7.94	84	195.80	6.91
10	225.00	7.94	35	205.80	7.26	60	212.50	7.50	85	212.50	7.50
11	212.50	7.50	36	187.50	6.61	61	179.20	6.32	86	212.50	7.50
12	237.50	8.38	37	200.00	7.05	62	200.00	7.05	87	237.50	8.38
13	202.50	7.14	38	212.50	7.50	63	187.50	6.61	88	212.50	7.50
14	162.50	5.73	39	212.50	7.50	64	192.50	6.79	89	225.00	7.94
15	212.50	7.50	40	225.00	7.94	65	212.50	7.50	90	237.50	8.38
16	200.00	7.05	41	212.50	7.50	66	199.20	7.03	91	225.00	7.94
17	200.00	7.05	42	195.80	6.91	67	212.50	7.50	92	225.00	7.94
18	200.00	7.05	43	200.00	7.05	68	250.00	8.82	93	200.00	7.05
19	212.50	7.50	44	212.50	7.50	69	212.50	7.50	94	212.50	7.50
20	205.80	7.26	45	212.50	7.50	70	150.00	5.29	95	225.00	7.94
21	200.00	7.05	46	212.50	7.50	71	237.50	8.38	96	200.00	7.05
22	195.80	6.91	47	212.50	7.50	72	212.50	7.50	97	212.50	7.50
23	212.50	7.50	48	212.50	7.50	73	225.00	7.94	98	237.50	8.38
24	212.50	7.50	49	212.50	7.50	74	237.50	8.38	99	195.80	6.91
25	225.00	7.94	50	212.50	7.50	75	225.00	7.94	100	225.00	7.94

Tabla N° 3. Medición de fuerza de los 100 elastómeros de la marca Ortho Organizers®.

### American Orthodontics®

#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas
1	175.0	6.17	26	169.2	5.97	51	184.0	6.49	76	200.0	7.05
2	179.2	6.32	27	169.2	5.97	52	175.0	6.17	77	182.5	6.44
3	167.5	5.91	28	162.5	5.73	53	200.0	7.05	78	189.2	6.67
4	184.0	6.49	29	172.5	6.08	54	184.0	6.49	79	189.2	6.67
5	184.0	6.49	30	162.5	5.73	55	175.8	6.20	80	172.5	6.08
6	172.5	6.08	31	175.8	6.20	56	187.5	6.61	81	189.2	6.67
7	195.8	6.91	32	175.8	6.20	57	175.0	6.17	82	184.0	6.49
8	172.5	6.08	33	187.5	6.61	58	184.0	6.49	83	184.0	6.49
9	192.5	6.79	34	175.8	6.20	59	175.0	6.17	84	192.5	6.79
10	184.0	6.49	35	184.0	6.49	60	175.0	6.17	85	162.5	5.73
11	184.0	6.49	36	182.5	6.44	61	169.2	5.97	86	187.5	6.61
12	184.0	6.49	37	200.0	7.05	62	175.0	6.17	87	184.0	6.49
13	169.2	5.97	38	187.5	6.61	63	175.0	6.17	88	137.5	4.85
14	195.8	6.91	39	172.5	6.08	64	187.5	6.61	89	195.8	6.91
15	175.8	6.20	40	175.8	6.20	65	189.2	6.67	90	185.8	6.55
16	182.5	6.44	41	165.8	5.85	66	165.8	5.85	91	187.5	6.61
17	182.5	6.44	42	182.5	6.44	67	184.0	6.49	92	162.5	5.73
18	169.2	5.97	43	187.5	6.61	68	179.2	6.32	93	162.5	5.73
19	175.0	6.17	44	162.5	5.73	69	184.0	6.49	94	189.2	6.67
20	179.2	6.32	45	179.2	6.32	70	165.8	5.85	95	187.5	6.61
21	175.0	6.17	46	175.0	6.17	71	184.0	6.49	96	175.0	6.17
22	172.5	6.08	47	179.2	6.32	72	200.0	7.05	97	199.2	7.03
23	184.0	6.49	48	150.0	5.29	73	169.2	5.97	98	184.0	6.49
24	179.2	6.32	49	187.5	6.61	74	187.5	6.61	99	175.0	6.17
25	167.5	5.91	50	184.0	6.49	75	162.5	5.73	100	184.0	6.49

Tabla N° 4. Medición de fuerza de los 100 elastómeros de la marca American Orthodontics®.

### Ortho Technology®

#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas
1	192.5	6.79	26	150.0	5.29	51	179.2	6.32	76	172.5	6.08
2	192.5	6.79	27	184.0	6.49	52	202.5	7.14	77	184.0	6.49
3	182.5	6.44	28	212.5	7.50	53	199.2	7.03	78	200.0	7.05
4	182.5	6.44	29	195.8	6.91	54	189.2	6.67	79	179.2	6.32
5	182.5	6.44	30	175.0	6.17	55	184.0	6.49	80	187.5	6.61
6	184.0	6.49	31	212.5	7.50	56	172.5	6.08	81	209.2	7.38
7	202.5	7.14	32	150.0	5.29	57	184.0	6.49	82	192.5	6.79
8	212.5	7.50	33	172.5	6.08	58	212.5	7.50	83	189.2	6.67
9	187.5	6.61	34	179.2	6.32	59	172.5	6.08	84	172.5	6.08
10	150.0	5.29	35	165.8	5.85	60	212.5	7.50	85	192.5	6.79
11	182.5	6.44	36	212.5	7.50	61	175.8	6.20	86	150.0	5.29
12	200.0	7.05	37	179.2	6.32	62	212.5	7.50	87	212.5	7.50
13	172.5	6.08	38	165.8	5.85	63	184.0	6.49	88	225.0	7.94
14	162.5	5.73	39	199.2	7.03	64	172.5	6.08	89	212.5	7.50
15	175.8	6.20	40	179.2	6.32	65	169.2	5.97	90	195.8	6.91
16	150.0	5.29	41	172.5	6.08	66	225.0	7.94	91	184.0	6.49
17	172.5	6.08	42	212.5	7.50	67	225.0	7.94	92	202.5	7.14
18	184.0	6.49	43	195.8	6.91	68	189.2	6.67	93	212.5	7.50
19	172.5	6.08	44	172.5	6.08	69	172.5	6.08	94	189.2	6.67
20	175.0	6.17	45	212.5	7.50	70	175.8	6.20	95	225.0	7.94
21	209.2	7.38	46	179.2	6.32	71	195.8	6.91	96	200.0	7.05
22	225.0	7.94	47	195.8	6.91	72	189.2	6.67	97	195.8	6.91
23	212.5	7.50	48	167.2	5.90	73	175.0	6.17	98	192.5	6.79
24	184.0	6.49	49	179.2	6.32	74	192.5	6.79	99	205.8	7.26
25	172.5	6.08	50	200.0	7.05	75	184.0	6.49	100	175.0	6.17

Tabla N° 5. Medición de fuerza de los 100 elastómeros de la marca Ortho Technology®.

## Dentsply Sirona®

#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas	#	Valor Medición Gramos	Valor Medición Onzas
1	137.5	4.85	26	150.0	5.29	51	125.0	4.41	76	150.0	5.29
2	137.5	4.85	27	150.0	5.29	52	150.0	5.29	77	137.5	4.85
3	137.5	4.85	28	150.0	5.29	53	125.0	4.41	78	150.0	5.29
4	125.0	4.41	29	137.5	4.85	54	150.0	5.29	79	150.0	5.29
5	137.5	4.85	30	150.0	5.29	55	150.0	5.29	80	137.5	4.85
6	150.0	5.29	31	150.0	5.29	56	137.5	4.85	81	150.0	5.29
7	137.5	4.85	32	150.0	5.29	57	125.0	4.41	82	150.0	5.29
8	137.5	4.85	33	137.5	4.85	58	125.0	4.41	83	137.5	4.85
9	137.5	4.85	34	150.0	5.29	59	150.0	5.29	84	125.0	4.41
10	150.0	5.29	35	137.5	4.85	60	137.5	4.85	85	150.0	5.29
11	125.0	4.41	36	150.0	5.29	61	137.5	4.85	86	150.0	5.29
12	150.0	5.29	37	137.5	4.85	62	125.0	4.41	87	150.0	5.29
13	150.0	5.29	38	150.0	5.29	63	137.5	4.85	88	162.5	5.73
14	137.5	4.85	39	137.5	4.85	64	137.5	4.85	89	150.0	5.29
15	150.0	5.29	40	137.5	4.85	65	137.5	4.85	90	150.0	5.29
16	150.0	5.29	41	162.5	5.73	66	150.0	5.29	91	125.0	4.41
17	137.5	4.85	42	125.0	4.41	67	137.5	4.85	92	150.0	5.29
18	150.0	5.29	43	150.0	5.29	68	137.5	4.85	93	137.5	4.85
19	150.0	5.29	44	150.0	5.29	69	137.5	4.85	94	125.0	4.41
20	125.0	4.41	45	137.5	4.85	70	137.5	4.85	95	137.5	4.85
21	125.0	4.41	46	137.5	4.85	71	150.0	5.29	96	137.5	4.85
22	137.5	4.85	47	125.0	4.41	72	150.0	5.29	97	137.5	4.85
23	137.5	4.85	48	137.5	4.85	73	150.0	5.29	98	150.0	5.29
24	150.0	5.29	49	137.5	4.85	74	150.0	5.29	99	137.5	4.85
25	137.5	4.85	50	137.5	4.85	75	137.5	4.85	100	137.5	4.85

Tabla N° 6. Medición de fuerza de los 100 elastómeros de la marca Dentsply Sirona®.

A continuación, y utilizando los valores de medición de fuerza obtenidos y volcados en las tablas que se mostraron anteriormente, se procedió con los análisis estadísticos, debajo se detallan los resultados/valores obtenidos para cada marca.

Para la marca **G & H®** la media de la medición de las fuerzas fue 5.54 Oz, se encuentra a 0.96 Oz por debajo de lo informado por el fabricante, incluso la muestra es bastante variada, dando una alta desviación estándar (DS) de 0.81 Oz, también se puede ver que la media del fabricante se encuentra por 0.15 Oz por encima del límite superior del intervalo de confianza. (Gráfico N° 1). Con respecto al gráfico circular, se pudo determinar que dentro del rango esperado +/- 5% fueron el 18% de los elastómeros, el 81% estuvo por debajo del 5% (< 6.18 Oz), y el restante 1% por encima del 5% (> 6.83 Oz). Vale destacar que el 25% de las gomas midieron en el rango de +/- 1% de lo estipulado por el fabricante. (Gráfico N° 2).

## G & H: Análisis Distribución Muestras

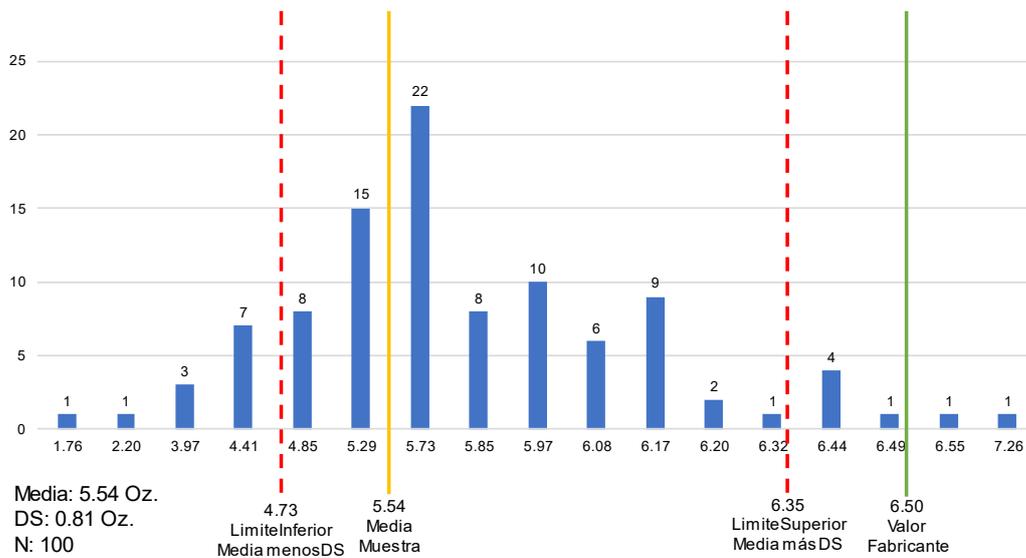


Gráfico N° 1. Distribución de muestras de la marca G & H<sup>®</sup>

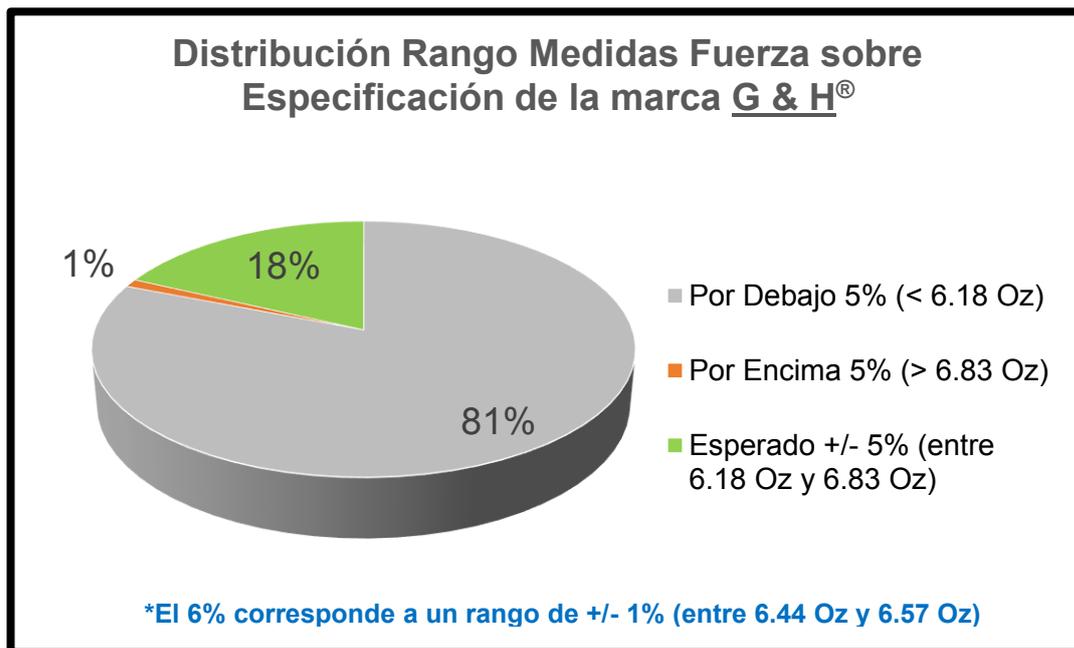


Gráfico N°2. Distribución de rangos de medidas de la marca G & H<sup>®</sup>.

Para la marca **Ortho Organizers**<sup>®</sup> el promedio de las fuerzas fue 7.42 Oz, se encuentra a 0.91 Oz por encima de lo informado por el fabricante, la muestra se comportó no tan uniforme, resultando un DS de 0.58 Oz, también se puede ver que la media del fabricante se encuentra por debajo del límite inferior del intervalo de confianza. (Gráfico N° 3). Con respecto al gráfico circular, se pudo determinar que dentro del rango esperado +/- 5% fueron el 11% de los elastómeros, 2% estuvo por debajo del 5% (< 6.18 Oz), y el restante 87% por encima del 5% (> 6.83 Oz). Vale destacar que el 5% de las gomas midieron en el rango de +/- 1% de lo estipulado por el fabricante. (Gráfico N° 4).

### Ortho Organizers: Análisis Distribución Muestras

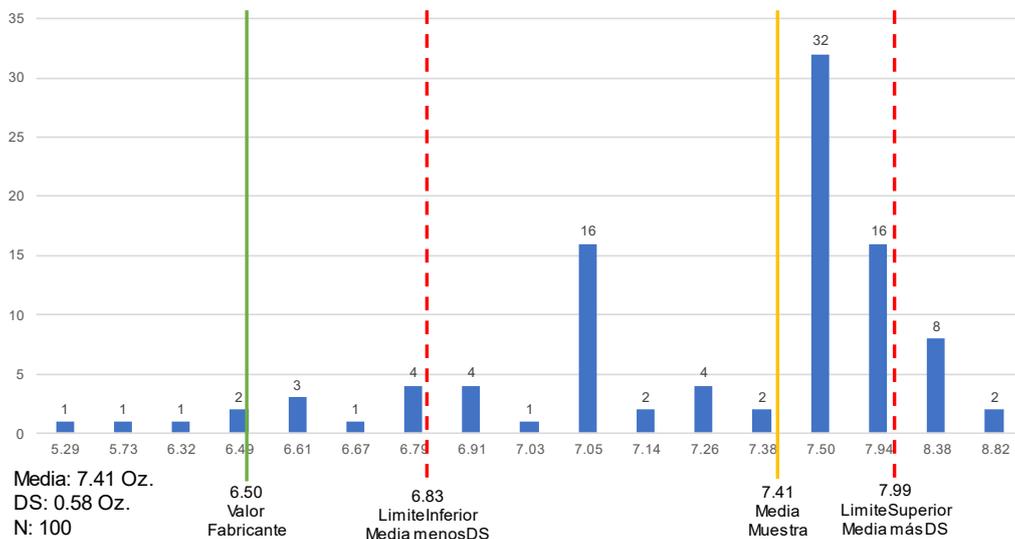


Gráfico N° 3. Distribución de muestras de la marca Ortho Organizers<sup>®</sup>

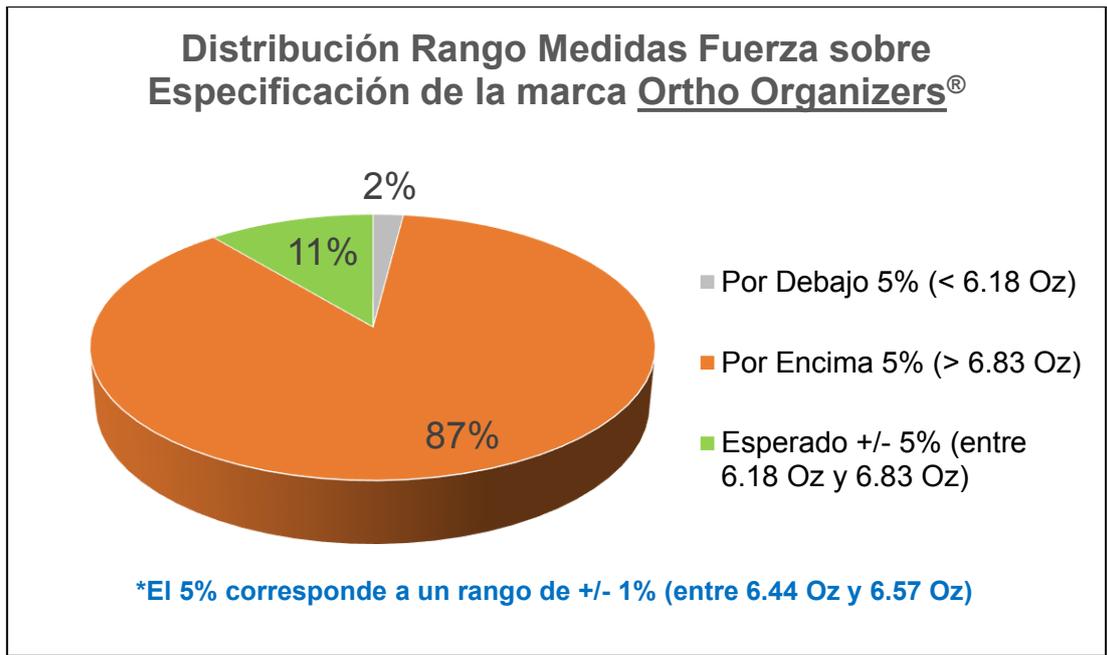


Grafico N° 4. Distribucion de rangos de medidas de la marca Ortho Organizers<sup>®</sup>.

Para la marca **Denstply Sirona**<sup>®</sup> el promedio de las fuerzas fue 4.99 Oz, se encuentra a 1.51 Oz por debajo de lo informado por el fabricante, la muestra se comportó uniforme resultando una DS de 0.32 Oz, también se observa que el valor del fabricante se encuentra por encima del intervalo de confianza. (Gráfico N°5). En el gráfico circular, el 100% de la muestra estuvo por debajo del 5%. (Gráfico N° 6).

### Dentsply Sirona: Análisis Distribución Muestras

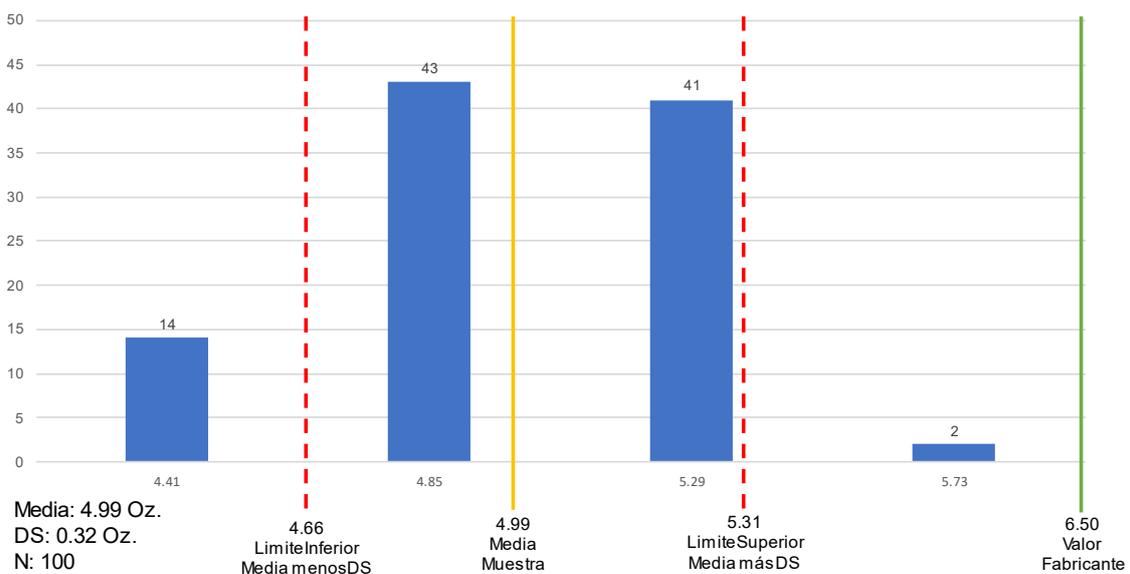


Grafico N° 5. Distribución de muestras de la marca Dentsply Sirona<sup>®</sup>

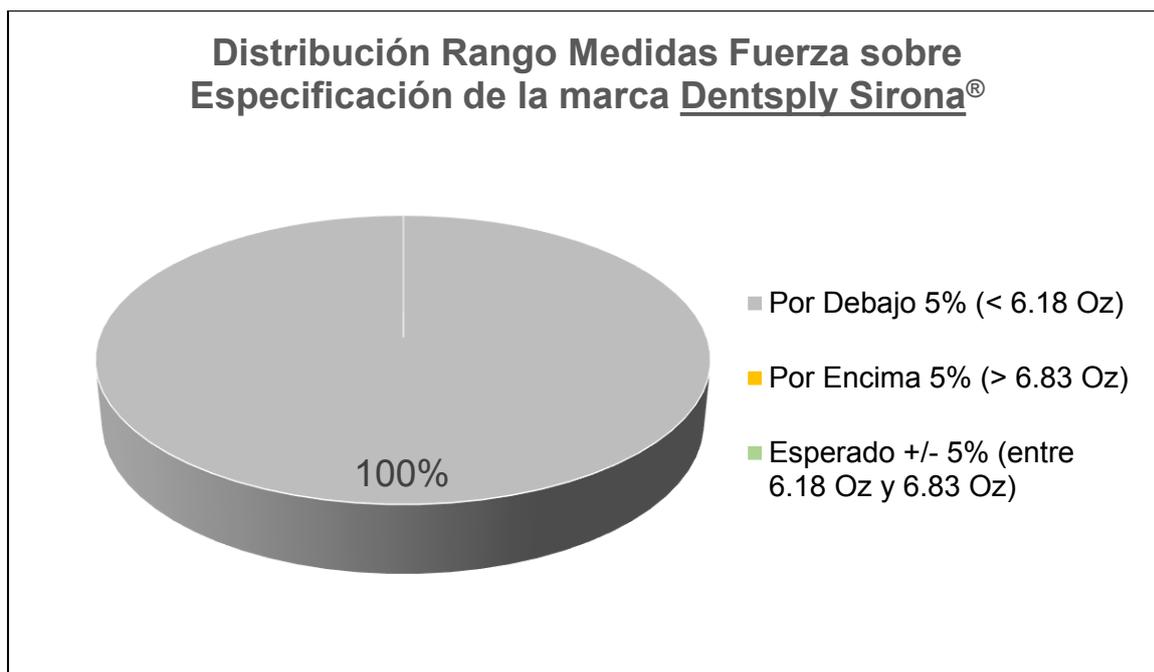


Grafico N° 6. Distribucion de rangos de medidas de la marca Dentsply Sirona<sup>®</sup>.

Para la marca **American Orthodontics**<sup>®</sup> el promedio de las fuerzas fue 6.32 Oz, se encuentra a 0.18 Oz por debajo de lo informado por el fabricante, la muestra se comportó uniforme resultando una DS baja de 0.38 Oz, también se puede ver que la media del fabricante se encuentra dentro intervalo de confianza. (Gráfico N° 7). Con respecto al gráfico circular, se pudo determinar que dentro del rango esperado +/- 5% fueron el 66% de los elastómeros, 26% estuvo por debajo del 5% (< 6.18 Oz), y el restante 8% por encima del 5% (> 6.83 Oz). Vale destacar que el 6% de las gomas midieron en el rango de +/- 1% de lo estipulado por el fabricante. (Gráfico N° 8).

## American Orthodontics: Análisis Distribución Muestras

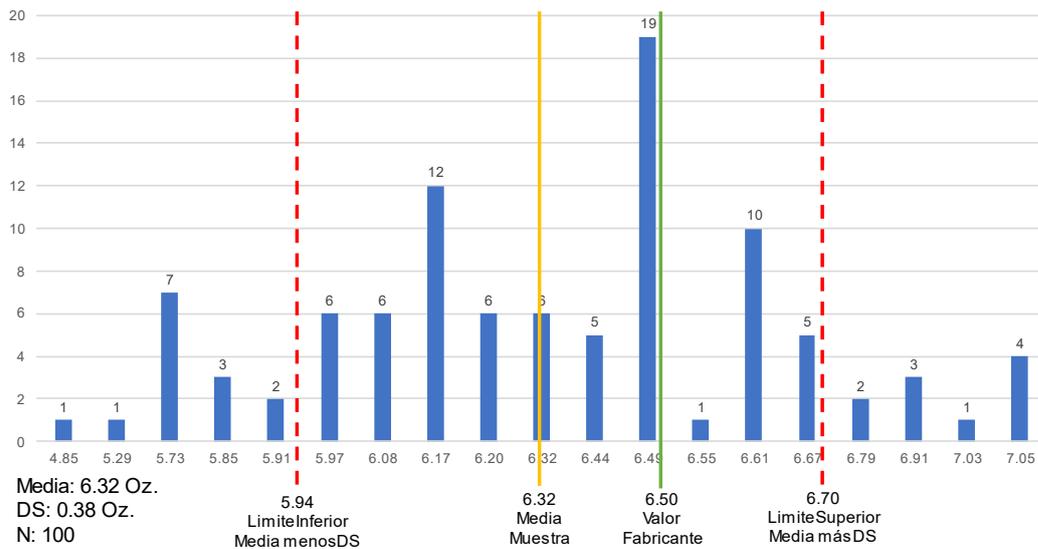


Gráfico N°7. Distribución de muestras de la marca American Orthodontics®

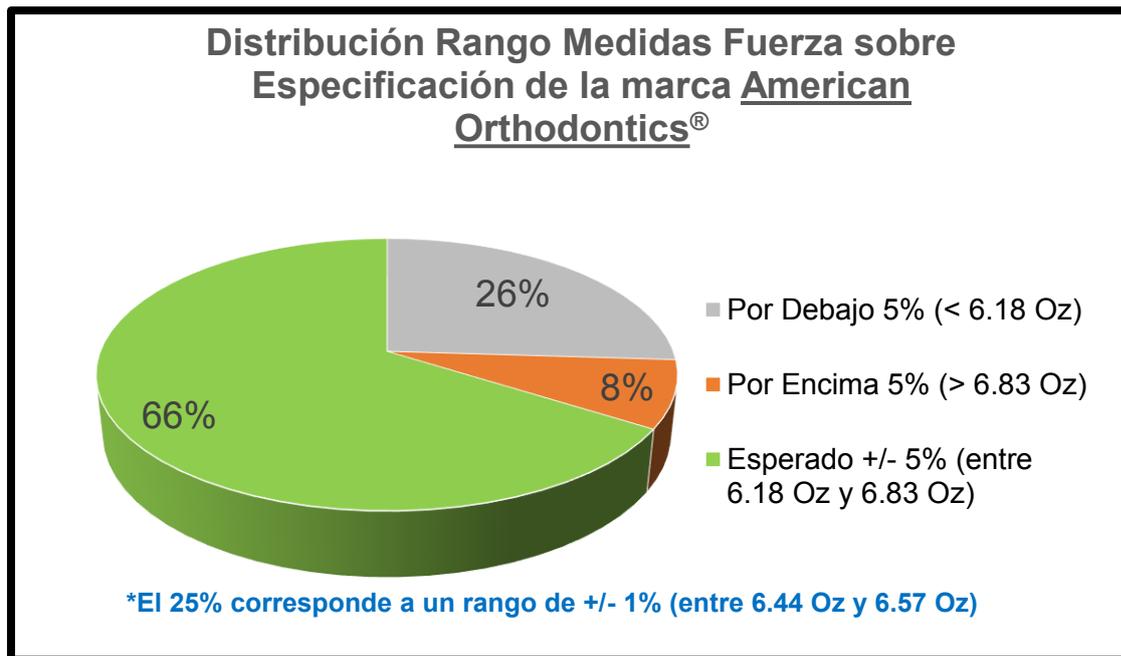


Gráfico N° 8. Distribución de rangos de medidas de la marca American Orthodontics®.

Para la marca **Ortho Technology**<sup>®</sup> el promedio de las fuerzas fue 6.65 Oz, se encuentra a 0.15 Oz por encima de lo informado por el fabricante, la muestra es bastante variada, dando una alta desviación estándar (DS) de 0.64 Oz, también se puede ver que la media del fabricante se encuentra dentro del intervalo de confianza. (Gráfico N° 9). Con respecto al gráfico circular, se pudo determinar que dentro del rango esperado +/- 5% fueron el 41% de los elastómeros, el 23% estuvo por debajo del 5% (< 6.18 Oz), y el restante 36% por encima del 5% (> 6.83 Oz). Se destaca que el 14% de las gomas midieron en el rango de +/- 1% de lo estipulado por el fabricante. (Gráfico N° 10).

## Ortho Technology: Análisis Distribución Muestras

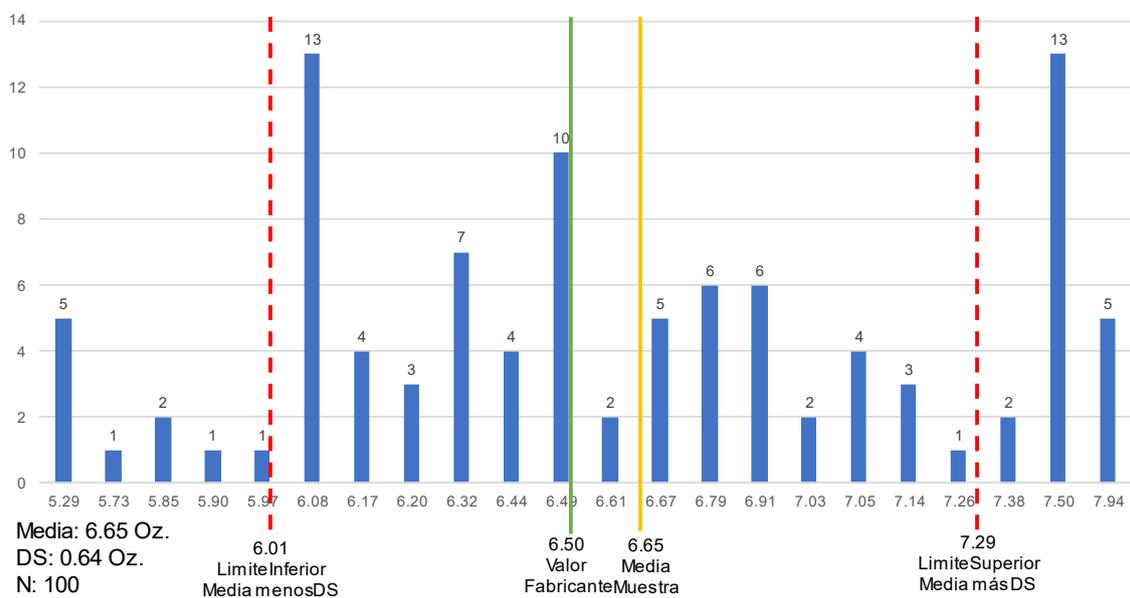


Gráfico N°9. Distribución de muestras de la marca Ortho Technology<sup>®</sup>

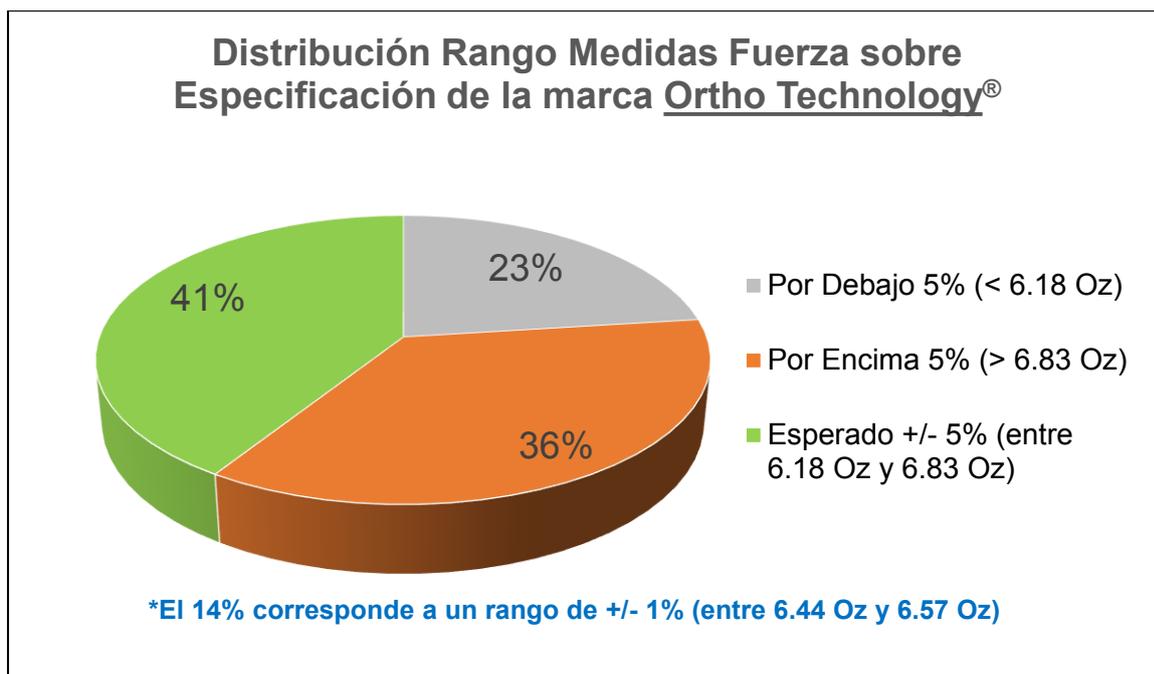


Grafico N° 10. Distribucion de rangos de medidas de la marca Ortho Technology<sup>®</sup>.

A continuación, se muestran los resultados del análisis estadístico Student “T” Test, realizados en <https://www.graphpad.com/quickcalcs/ttest1/?Format=SD>. Se efectuaron 5 comparaciones para cada marca comercial, una primera comparación contra el valor del fabricante y luego otras 4 comparaciones contra las otras marcas comerciales para determinar si existen o no diferencias significativas entre las muestras independientes, al final se incluyó una tabla como resumen de los resultados estadísticos obtenidos para cada marca (Tablas N° 7, 8, 9, 10 y 11).

**Para la marca G & H<sup>®</sup> vs. Fabricante** el resultado del análisis estadístico de Student “T” Test arrojó un valor de  $P < 0.0001$ , resultando la asociación **altamente significativa** (Fig. N° 27). Con respecto a la marca **Ortho Organizers<sup>®</sup>** el análisis dio  $P < 0.0001$ , o sea que existe una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 28). Comparando con **Denstply Sirona<sup>®</sup>** en análisis también resultó en  $P < 0.0001$ , por ende, también existe una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 29). Para la comparación con **American Orthodontics<sup>®</sup>** el resultado fue de  $P < 0.0001$ , resultando la diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 30). Y confrontando finalmente con la marca **Ortho Technology<sup>®</sup>** dio un valor  $P < 0.0001$  existiendo una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 31).

**Para la marca Ortho Organizers® vs. Fabricante** el resultado del análisis estadístico de Student “T” Test arrojó un valor de  $P < 0.0001$ , resultando la asociación **altamente significativa** (Fig. N° 32). Con respecto a la marca **G & H®** el análisis dio  $P < 0.0001$ , o sea que existe una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 33). Comparando con **Denstply Sirona®** en análisis también resultó en  $P < 0.0001$ , por ende, también existe una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 34). Para la comparación con **American Orthodontics®** el resultado fue de  $P < 0.0001$ , resultando la diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 35). Y confrontando finalmente con la marca **Ortho Technology®** dio un valor  $P < 0.0001$  existiendo una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 36).

**Para la marca Denstply Sirona® vs. Fabricante** el resultado del análisis estadístico de Student “T” Test arrojó un valor de  $P < 0.0001$ , resultando la asociación **altamente significativa** (Fig. N° 37). Con respecto a la marca **G & H®** el análisis dio  $P < 0.0001$ , o sea que existe una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 38). Comparando con **Ortho Organizers®** en análisis también resultó en  $P < 0.0001$ , por ende, también existe una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 39). Para la comparación con **American Orthodontics®** el resultado fue de  $P < 0.0001$ , resultando la diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 40). Y confrontando finalmente con la marca **Ortho Technology®** dio un valor  $P < 0.0001$  existiendo una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 41).

**Para la marca American Orthodontics® vs. Fabricante** el resultado del análisis estadístico de Student “T” Test arrojó un valor de  $P < 0.0001$ , resultando la asociación **altamente significativa** (Fig. N° 42). Con respecto a la marca **G & H®** el análisis dio  $P < 0.0001$ , o sea que existe una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 43). Comparando con **Ortho Organizers®** en análisis también resultó en  $P < 0.0001$ , por ende, también existe una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 44). Para la comparación con **Denstply Sirona®** el resultado fue de  $P < 0.0001$ , resultando la diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 45). Y confrontando finalmente con la marca **Ortho Technology®** dio un valor  $P < 0.0001$  existiendo una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 46).

**Para la marca Ortho Technology® vs. Fabricante** el resultado del análisis estadístico de Student “T” Test arrojó un valor de  $P = 0.0201$ , resultando la asociación **significativa** (Fig. N° 47). Con respecto a la marca **G & H®** el análisis dio  $P < 0.0001$ , o sea que existe una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 48). Comparando con **Ortho Organizers®** en análisis también resultó en  $P < 0.0001$ , por ende, también existe una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 49). Para la comparación con **Denstply Sirona®** el resultado fue de  $P < 0.0001$ , resultando la diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 50). Y confrontando finalmente con la marca **American Orthodontics®** dio un valor  $P < 0.0001$  existiendo una diferencia **altamente significativa** (Fig. N° 51).

## GRUPO CONTROL G & H<sup>®</sup> (Media = 5.54 Oz y DS = 0.81)

Unpaired t test results		
<b>P value and statistical significance:</b>		
The two-tailed P value is less than 0.0001		
By conventional criteria, this difference is considered to be extremely statistically significant.		
<b>Confidence interval:</b>		
The mean of G & H minus Fabricante equals -0.9600		
95% confidence interval of this difference: From -1.1197 to -0.8003		
<b>Intermediate values used in calculations:</b>		
t = 11.8519		
df = 198		
standard error of difference = 0.081		
<b>Review your data:</b>		
Group	G & H	Fabricante
Mean	5.5400	6.5000
SD	0.8100	0.0000
SEM	0.0810	0.0000
N	100	100

Fig. N° 27 – T Student G&H<sup>®</sup> vs. Fabricante

Unpaired t test results		
<b>P value and statistical significance:</b>		
The two-tailed P value is less than 0.0001		
By conventional criteria, this difference is considered to be extremely statistically significant.		
<b>Confidence interval:</b>		
The mean of G & H minus Ortho Organizers equals -1.8700		
95% confidence interval of this difference: From -2.0665 to -1.6735		
<b>Intermediate values used in calculations:</b>		
t = 18.7705		
df = 198		
standard error of difference = 0.100		
<b>Review your data:</b>		
Group	G & H	Ortho Organizers
Mean	5.5400	7.4100
SD	0.8100	0.5800
SEM	0.0810	0.0580
N	100	100

Fig. N° 28 – T Student G&H<sup>®</sup> vs. Ortho Organizers<sup>®</sup>

Unpaired t test results		
<b>P value and statistical significance:</b>		
The two-tailed P value is less than 0.0001		
By conventional criteria, this difference is considered to be extremely statistically significant.		
<b>Confidence interval:</b>		
The mean of G & H minus Dentsply Sirona equals 0.5500		
95% confidence interval of this difference: From 0.3783 to 0.7217		
<b>Intermediate values used in calculations:</b>		
t = 6.3152		
df = 198		
standard error of difference = 0.087		
<b>Review your data:</b>		
Group	G & H	Dentsply Sirona
Mean	5.5400	4.9900
SD	0.8100	0.3200
SEM	0.0810	0.0320
N	100	100

Fig. N° 29 – T Student G&H<sup>®</sup> vs. Dentsply Sirona<sup>®</sup>

Unpaired t test results		
<b>P value and statistical significance:</b>		
The two-tailed P value is less than 0.0001		
By conventional criteria, this difference is considered to be extremely statistically significant.		
<b>Confidence interval:</b>		
The mean of G & H minus American Orthodontics equals -0.7800		
95% confidence interval of this difference: From -0.9564 to -0.6036		
<b>Intermediate values used in calculations:</b>		
t = 8.7179		
df = 198		
standard error of difference = 0.089		
<b>Review your data:</b>		
Group	G & H	American Orthodontics
Mean	5.5400	6.3200
SD	0.8100	0.3800
SEM	0.0810	0.0380
N	100	100

Fig. N° 30 – T Student G&H<sup>®</sup> vs. American Orthodontics<sup>®</sup>

Unpaired t test results		
<b>P value and statistical significance:</b>		
The two-tailed P value is less than 0.0001		
By conventional criteria, this difference is considered to be extremely statistically significant.		
<b>Confidence interval:</b>		
The mean of G & H minus Ortho Technology equals -1.1100		
95% confidence interval of this difference: From -1.3136 to -0.9064		
<b>Intermediate values used in calculations:</b>		
t = 10.7524		
df = 198		
standard error of difference = 0.103		
<b>Review your data:</b>		
Group	G & H	Ortho Technology
Mean	5.5400	6.6500
SD	0.8100	0.6400
SEM	0.0810	0.0640
N	100	100

Fig. N° 31 – T Student G&H<sup>®</sup> vs. Ortho Technology<sup>®</sup>

DESCRIPCIÓN	Especific. Fabricante	Ortho Organizers <sup>®</sup>	Dentsply Sirona <sup>®</sup>	American Orthodontics <sup>®</sup>	Ortho Technology <sup>®</sup>
<b>MEDIA Y DESVIÓ ESTÁNDAR</b>	6.50 +/- 0.00	7.41 +/- 0.58	4.99 +/- 0.32	6.32 +/- 0.38	6.65 +/- 0.64
<b>RESULTADO VALOR P</b>	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>RESULTADO ASOCIACIÓN</b>	Altamente Significativa	Altamente Significativa	Altamente Significativa	Altamente Significativa	Altamente Significativa

Tabla N° 7: resultados de T Student de la marca G & H<sup>®</sup> contra Fabricante y otras marcas comerciales.

**GRUPO CONTROL Ortho Organizers® (Media = 7.41 Oz y DS = 0.58)**

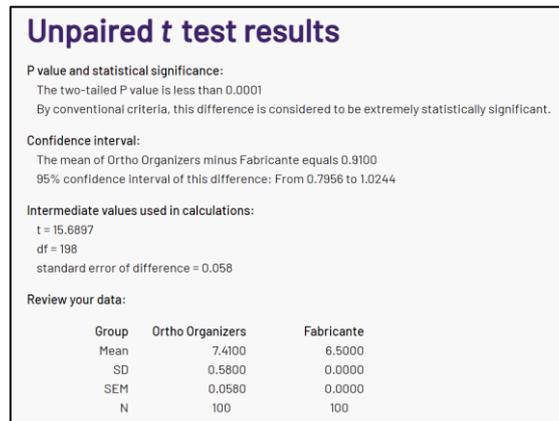


Fig. N° 32 – T Student Ortho Organizers® vs. Fabricante

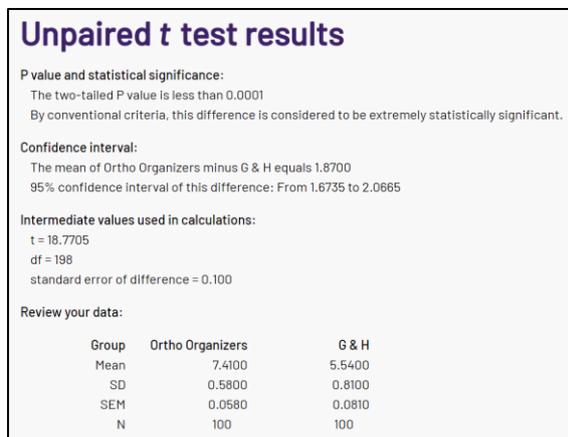


Fig. N° 33 – T Student Ortho Organizers® vs. G&H®

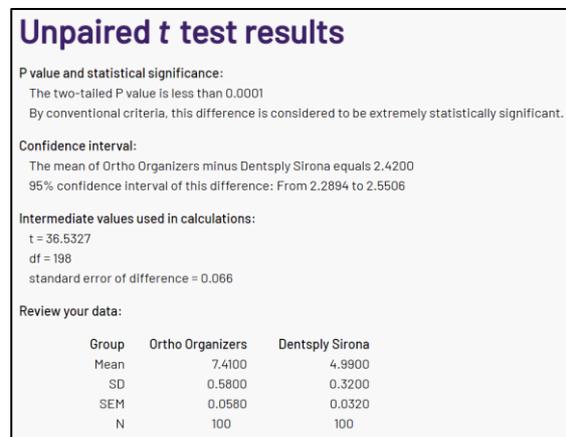


Fig. N° 34 – T Student Ortho Organizers® vs. Dentsply Sirona®

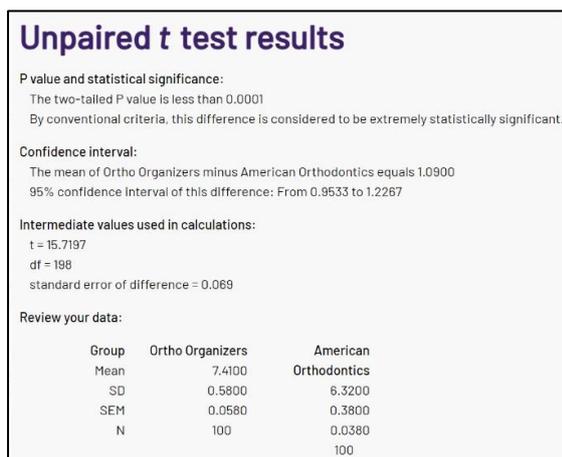


Fig. N° 35 – T Student Ortho organizers® vs. American Orthodontics®

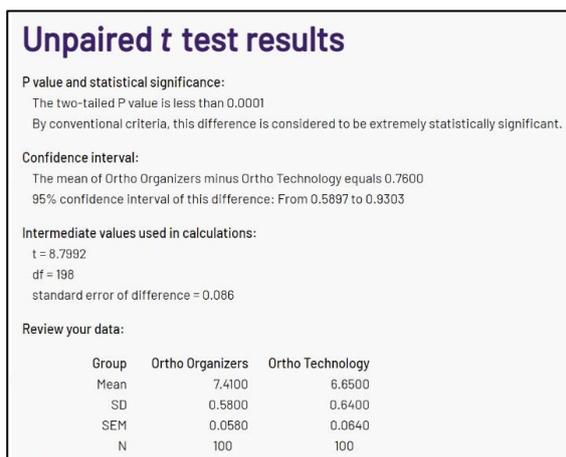


Fig. N° 36 – T Student Ortho Organizers® vs. Ortho Technology®

DESCRIPCIÓN	Especific. Fabricante	G & H®	Dentsply Sirona®	American Orthodontics®	Ortho Technology®
<b>MEDIA Y DESVIÓ ESTÁNDAR</b>	6.50 +/- 0.00	5.54 +/- 0.81	4.99 +/- 0.32	6.32 +/- 0.38	6.65 +/- 0.64
<b>RESULTADO VALOR P</b>	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>RESULTADO ASOCIACIÓN</b>	Altamente Significativa				

Tabla N° 8: resultados de T Student de la marca Ortho Organizers® contra Fabricante y otras marcas comerciales.

**GRUPO CONTROL Dentsply Sirona® (Media = 4.99 Oz y DS = 0.32)**

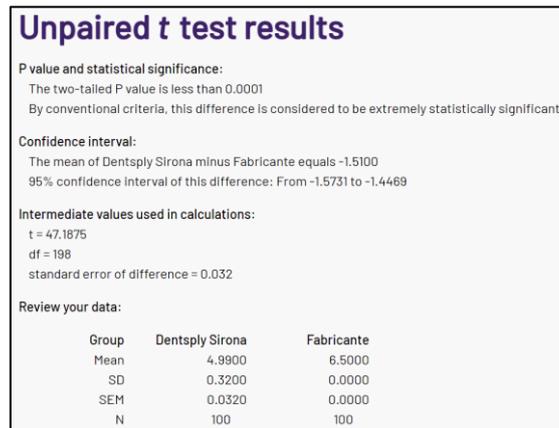


Fig. N° 37 – T Student Dentsply Sirona® vs. Fabricante

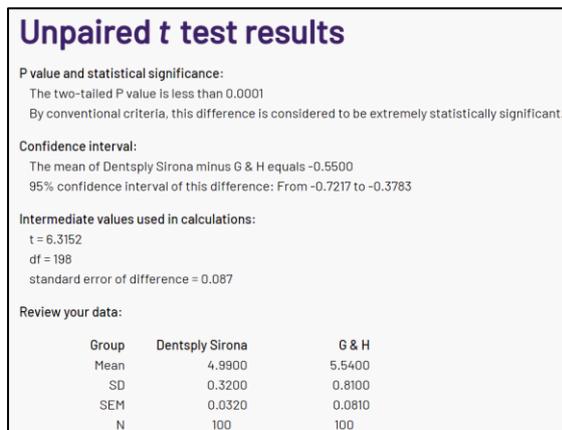


Fig. N° 38 – T Student Dentsply Sirona® vs. G&H®

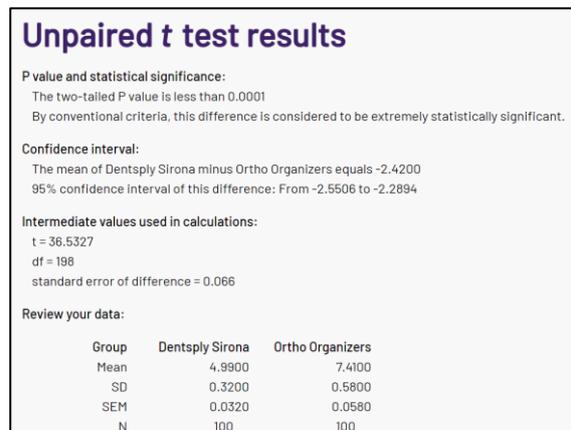


Fig. N° 39 – T Student Dentsply Sirona® vs Ortho Organizers®

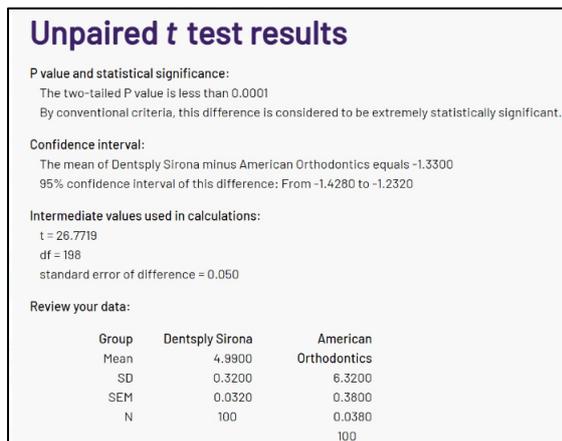


Fig. N° 40 – T Student Dentsply Sirona® vs. American Orthodontics®

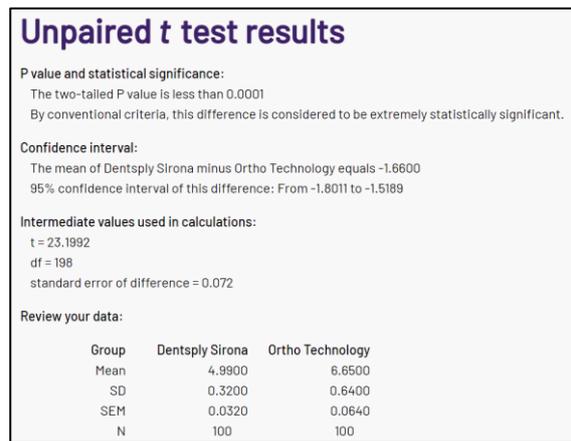


Fig. N° 41 – T Student Dentsply Sirona® vs. Ortho Technology®

DESCRIPCIÓN	Especific. Fabricante	G & H®	Ortho Organizers®	American Orthodontics®	Ortho Technology®
<b>MEDIA Y DESVÍO ESTÁNDAR</b>	6.50 +/- 0.00	5.54 +/- 0.81	7.41 +/- 0.58	6.32 +/- 0.38	6.65 +/- 0.64
<b>RESULTADO VALOR P</b>	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>RESULTADO ASOCIACIÓN</b>	Altamente Significativa				

Tabla N° 9: resultados de T Student de la marca Dentsply Sirona® contra Fabricante y otras marcas comerciales.

**GRUPO CONTROL American Orthodontics® (Media = 6.32 Oz y DS = 0.38)**

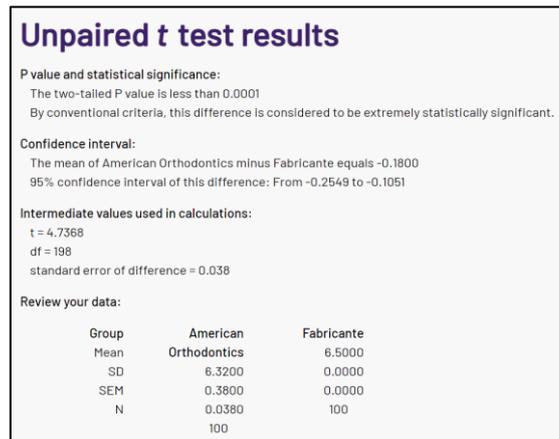


Fig. N° 42 – T Student American Orthodontics® vs. Fabricante

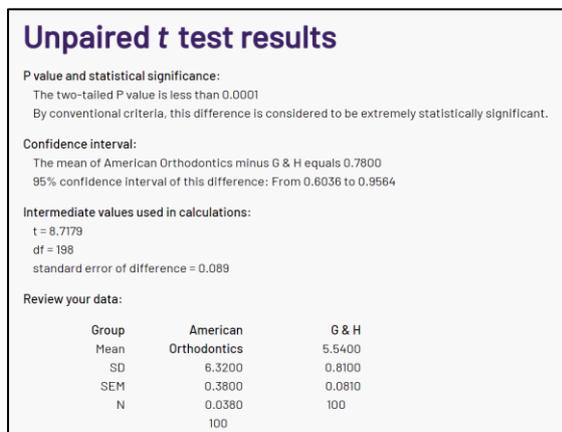


Fig. N° 43 – T Student American Orthodontics® vs. G&H®

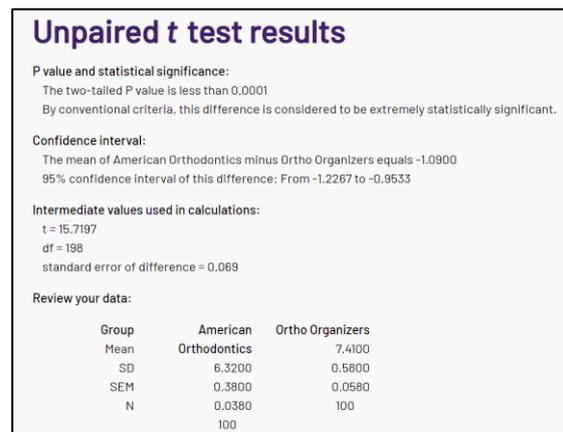


Fig. N° 44 – T Student American Orthodontics® vs Ortho Organizers®

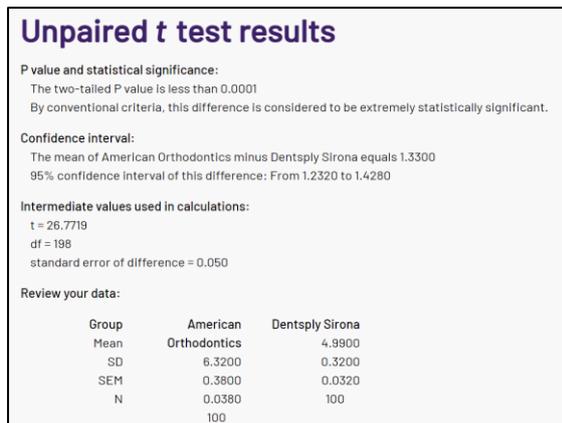


Fig. N° 45 – T Student American Orthodontics® vs. Dentsply Sirona®

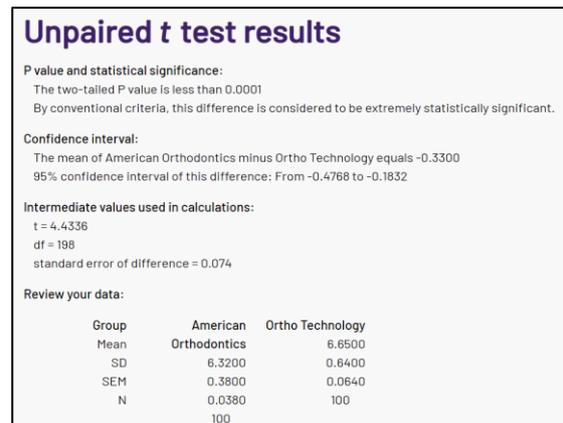


Fig. N° 46 – T Student American Orthodontics® vs. Ortho Technology®

DESCRIPCIÓN	Específ. Fabricante	G & H®	Ortho Organizers®	Dentsply Sirona®	Ortho Technology®
<b>MEDIA Y DESVIÓ ESTÁNDAR</b>	6.50 +/- 0.00	5.54 +/- 0.81	7.41 +/- 0.58	4.99 +/- 0.32	6.65 +/- 0.64
<b>RESULTADO VALOR P</b>	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>RESULTADO ASOCIACIÓN</b>	Altamente Significativa				

Tabla N° 10: resultados de T Student de la marca American Orthodontics® contra Fabricante y otras marcas comerciales.

**GRUPO CONTROL Ortho Technology® (Media = 6.65 Oz y DS = 0.64)**

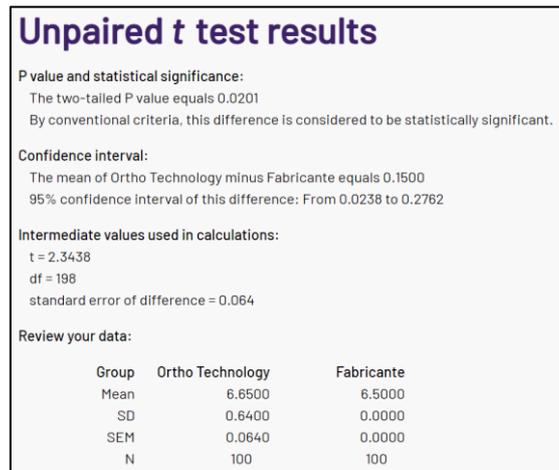


Fig. N° 47 – T Student Ortho Technology® vs. Fabricante

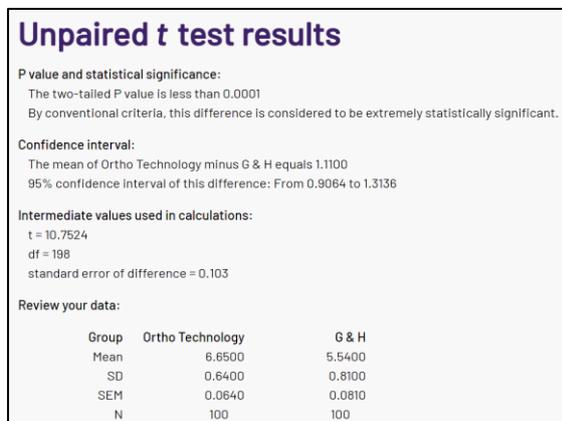


Fig. N° 48 – T Student Ortho Technology® vs. G&H®

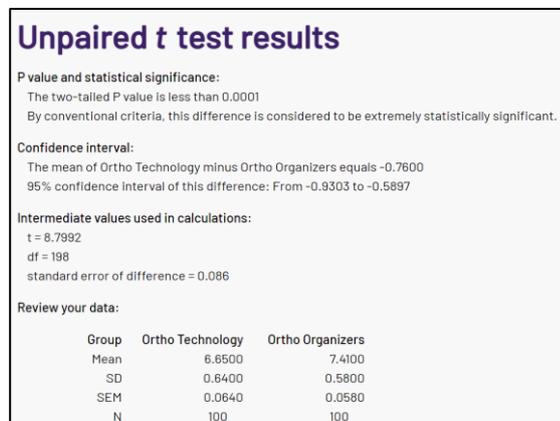


Fig. N° 49 – T Student Ortho Technology® vs Ortho Organizers®

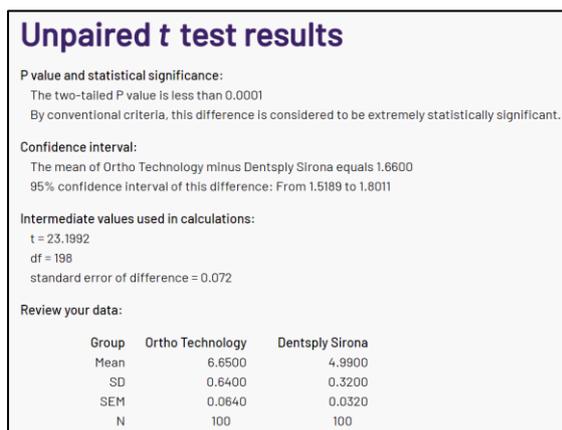


Fig. N° 50 – T Student Ortho Technology® vs. Dentsply Sirona®

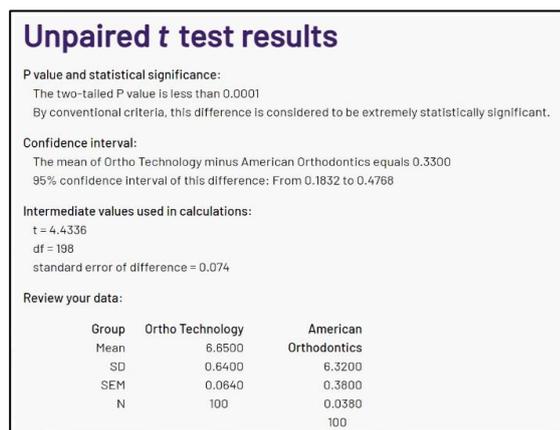


Fig. N° 51 – T Student Ortho Technology® vs. American Orthodontics®

DESCRIPCIÓN	Especif. Fabricante	G & H®	Ortho Organizers®	Dentsply Sirona®	American Orthodontics®
<b>MEDIA Y DESVIÓ ESTÁNDAR</b>	6.50 +/- 0.00	5.54 +/- 0.81	7.41 +/- 0.58	4.99 +/- 0.32	6.32 +/- 0.38
<b>RESULTADO VALOR P</b>	0,0201	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001
<b>RESULTADO ASOCIACIÓN</b>	Significativa	Altamente Significativa	Altamente Significativa	Altamente Significativa	Altamente Significativa

Tabla N° 11: resultados de T Student de la marca Ortho Technology® contra Fabricante y otras marcas comerciales.

## 10. DISCUSIÓN

La utilización de gomas intermaxilares dentro del tratamiento de ortodoncia es un recurso muy utilizado y de mucha ayuda, por tal motivo es importante saber si estos elementos cumplen con la información proporcionada por los fabricantes.

Cuando se elige el tamaño y fuerza de un elastómero, se lo hace midiendo la distancia de las piezas dentarias a enfrentar y el tamaño de sus raíces. Esta medida es de suma importancia para obtener buenos resultados, evitando efectos indeseados. Recordemos que los principios biológicos del movimiento ortodóntico mencionan que las fuerzas requeridas para producir movimientos dentales deben ser ligeras y continuas para no causar daños en los tejidos periodontales. (67).

Existen en el mercado variedad de marcas, por lo cual es útil saber a la hora de elegir estos materiales, cual es el más adecuado para nuestro tratamiento.

Hasta el momento no se han encontrado trabajos similares que estudien las fuerzas que tienen los **elásticos intraorales** especificadas por cada marca comercial, para poder hacer una comparación sobre los resultados obtenidos en el presente trabajo. Se encontró en la bibliografía muchos estudios que hablan sobre que la fuerza decae mucho luego de horas y días de estiramiento tanto en medios secos como en medios húmedos con saliva artificial. Con lo cual si la fuerza inicial que especifica el fabricante no es la adecuada mayor influencia va a tener en ese decaimiento de fuerza luego del paso del tiempo y menor precisión en los estudios.

Sin embargo existen varios estudios donde se confrontan diferentes marcas comerciales de **cadenas elastoméricas** observando la degradación de las fuerzas con el paso del tiempo, en las cuales se realizan mediciones de la fuerza inicial correspondiente a cada material a estudiar, como ser el trabajo de investigación de Jhonny Eduardo Morales Bermudez y Raibert Luis Flores Montes, donde se compararon la fuerza de dos cadenas elastoméricas de cuatro marcas comerciales sometidas a distintas longitudes de estiramiento y en distintos tiempos, se analizó, como uno de los objetivos específicos, la cuantificación de la fuerza inicial de las cadenas una de cadena corta y otra de cadena continua de las cuatro marcas, al ser estiradas al 50%, al 75% y al 100% de su tamaño y medidas en distintos momentos. Como resultado obtuvieron que las fuerzas iniciales, comparando las distintas marcas comerciales tanto sea de las cadenas de eslabones cortos como continuos, mostraron una diferencia estadísticamente significativa en los tres tipos de estiramientos (68), resultado que coincide con el presente

estudio. Es de destacar que del trabajo citado dos de las marcas utilizadas fueron Dentsply Sirona® y American Orthodontics®.

Lo mismo sucede con el trabajo realizado por Morales-Pulachet EC, Lavado-Torres A, Quea-Cahuana E. donde se determinó la cantidad de degradación de fuerzas en **cadena**s **elastoméricas** de dos marcas diferentes, observando que al inicio del estudio hubo una diferencia altamente significativa ( $P < 0.0001$ ) de fuerzas iniciales entre las dos marcas que fueron Dentsply Sirona® y American Orthodontics® (69). Ambas marcas estudiadas en este trabajo.

En otro estudio realizado por Andrade Solis María Daniela, Cedillo Chica Flor Paulina y Bravo Calderón Manuel Estuardo, se midieron **módulos elastoméricos** de tres marcas distintas, ninguna de ellas estudiadas en este trabajo, y con la salvedad que los materiales fueron de diferentes colores. Concluyen que en las tres marcas estudiadas se pudo observar una diferencia significativa de las mediciones tomadas desde inicio hasta las mediciones tomadas a los 28 días. (70). Concluyendo de igual manera respecto a las fuerzas iniciales analizadas en este estudio.

Sin embargo, en el estudio de Ma. Lurim Sánchez Herrera, Mario Katagiri Katagiri, Carlos Álvarez Gayoso, que, si bien no fue sobre elásticos intraorales, sino de cadenas elastoméricas, donde se estudiaron tres marcas comerciales y de cada una de ellas se midieron diez cadenas de 5 módulos cada una. Concluyeron que los valores de fuerza para T0 (fuerza inicial) no muestran diferencias estadísticamente significativas para un valor de  $P = 0.273$ . (71). Siendo esta conclusión contraria a la de este trabajo, con la salvedad que en el presente estudio se analizaron elásticos y el elemento de medición fue distinto. De su estudio solo una marca coincide con este trabajo de investigación, Dentsply Sirona®, que para los autores sería la más indicada para los fines ortodónticos, ya que, tanto en las mediciones de fuerza como en las mediciones de alargamiento, fue la que se comportó de manera más uniforme durante todo el estudio, mientras que en este trabajo fue la marca que si bien fue uniforme en fuerza, su media estuvo 1,5 onzas por debajo de la fuerza especificada por el fabricante.

## 11. CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se pudo arribar fueron las siguientes:

Confirmando la hipótesis planteada para este trabajo de investigación, la totalidad de los elásticos de un mismo paquete no generan fuerzas uniformes al ser estirados tres veces su diámetro. Hubo, en cuanto al gramaje de la misma bolsa de cada marca, diferentes resultados, desde significativo a altamente significativo. Cabe aclarar que un porcentaje de cada marca se encontró muy cerca del valor informado por las diferentes marcas.

El contenido de los paquetes fue variado, encontrándose entre 111 y 130 elastómeros por paquete.

Otro punto a destacar es sobre las características físicas, ya que se pudo observar que en algunas marcas los grosores fueron distintos, como así también la forma.

Se determinó que en la marca **G & H®** vinieron muchas gomas pegadas entre sí, varios deformados y con distintos grosores, son en general, más blandas de lo esperado, lo cual fue confirmado luego de realizar las mediciones de fuerza, dado que la media estuvo casi 1 onza por debajo de lo especificado, y a su vez el DS fue alto, y confirma la observación en cuanto a la forma y grosor de los elastómeros, demostrando que la medición de fuerzas fue altamente variada. *El rango de confianza que se estipulo como aceptable que es de +/- 5%, resultó del 18%, aproximadamente 1 de cada 5 elastómeros del paquete se encuentra muy cercano al valor estipulado por el fabricante.*

Con respecto a la marca **Ortho Organizers®** se pudo ver que los elastómeros son medianamente uniformes y más fuertes de lo esperado, esto se confirmó luego de la medición de fuerzas, dado que la media dio aproximadamente 1 Onza por encima de las especificaciones del fabricante, por otra parte, el DS resultó intermedio con respecto a las otras marcas, lo cual significa una alta variedad de resultados en las mediciones de fuerzas. También sería una marca a evaluar dependiendo de las necesidades de tratamiento, ya que por los resultados se considera una marca intermedia entre las estudiadas. *Aproximadamente 1 de cada 10 elastómeros, el 11%, se encontraron dentro del rango de confianza de +/-5%, cercano a lo especificado por el fabricante.*

Se concluye que los elastómeros de la marca **Dentsply Sirona**<sup>®</sup> son todos más blandos de lo esperado, luego de concluir las mediciones de fuerza se confirmó esto dado que la media estuvo aproximadamente 1.5 onzas por debajo de la especificación de su fabricante, a su vez se notó que el DS fue bastante pequeño, lo cual confirmó que la muestra fue bastante uniforme. Además, muchos de los elastómeros vinieron pegados. Sería una marca para evaluar según la necesidad en cuanto al paciente y su tratamiento, ya que no llegaría al valor indicado con la posibilidad de no tener los resultados deseados. *Del estudio se concluyó que ninguna de las gomas logró la medición de fuerza esperada, ni tampoco estuvieron cerca de lo especificado.*

La conclusión de la marca **American Orthodontics**<sup>®</sup> es que la forma y el grosor de todos sus elastómeros es muy pareja y uniforme, luego de las mediciones de fuerzas se concluyó que es la más cercana a las especificaciones del fabricante ya que la media dio 6.53 Onzas, muy cerca al valor de 6.50 Onzas de referencia del fabricante y su vez la DS fue de las más bajas de todo el estudio (0.32 Onzas) demostrado una alta uniformidad. Por todo esto se considera una marca muy confiable a la hora de elegir una goma intermaxilar. *Del resultado obtenido, se pudo determinar que aproximadamente 2 de cada 3 elastómeros, el 66%, midió dentro del rango +/- 5% cercano al valor establecido por el fabricante.*

Con la marca **Ortho Technology**<sup>®</sup>, se concluyó que, si bien es una de las marcas que está muy cercana a las especificaciones del fabricante, dado que su media resultó en 6.65 Onzas, se observó que eran bastantes desparejas, esto se vio reflejado en su DS que fue muy grande (0.64 Onzas), lo que significa que tuvo una gran variedad de muestras. Sería una buena marca al momento de la elección para un tratamiento. *De los resultados se pudo concluir que aproximadamente 4 de cada 10 elastómeros, el 41%, midieron dentro del rango estipulado por el fabricante +/- 5%.*

Concluyendo que, de las cinco marcas estudiadas, la que mejor se comportó frente a las mediciones de fuerzas iniciales fue **American Orthodontics**<sup>®</sup>.

Se concluye que es de importancia, dados los resultados de este estudio, la utilización del dinamómetro durante los tratamientos ortodónticos. Como así también sería adecuado conocer la composición exacta de los elastómeros ya que la presencia de plastificantes o aditivos influye en la flexibilidad del material. También cerciorarse sobre la fecha de caducidad y la temperatura a la que fueron almacenados ya que dichos aspectos podrían alterar sus características.

**La ortodoncia es ciencia y es arte, saber diagnosticar y encontrar las mejores opciones para nuestro plan de tratamiento es fundamental, todo lo aquí analizado, sin conflictos de interés, apoya la idea de obtener una mayor precisión y un gran resultado.**

## 12. BIBLIOGRAFÍA GENERAL Y ESPECÍFICA

1. Graber LW, Vanarsdall RL, Vig KL. Ortodoncia. Principios y técnicas actuales. 5th ed. Barcelona: ELSEVIER; 2013.
2. Gregoret JE, Tuber E, Escobar H. El tratamiento ortodóncico con arco recto Madrid: NM Ediciones; 2003.
3. Marafon ARS, Soares SdF. Elásticos Ortodonticos Sao Paulo: Santos Editora; 2009.
4. Polur I PS. PubMed.gov. [Online].; 2010. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20731593>.
5. Martínez-Colomera S, Gatón-Hernández P, Lourenco Romano F, De Rossic A, Yasuyo Fukadad S, Nelson-Filho P, et al. Latex and nonlatex orthodontic elastics: In vitro and in vivo evaluations of tissue compatibility and surface structure. *The Angle Orthodontist*. 2016; 86(2).
6. Puigdomènech P. Enciclopedia de las Ciencias; Las plantas, el mundo de la botánica. In.: Ediciones Orbis S.A; 1986. p. 130-131-132.
7. Biblioteca Premium Microsoft Encarta. Látex. [Online].; 2006.
8. Rojas J, Morales A, Meccia G, Rondon M. Análisis por CG/EM de hidrocarburos y compuestos terpénicos en las especies *Euphorbia caracasana* Boiss y *Euphorbia cotinifolia* L. (Euphorbiaceae). *Revista Latinoamericana de Química*. 2008; 36.
9. Uribe Restrepo GA, Uribe Trespacios P. Ortodoncia Teórica y Clínica "Enfasis en Biomecánica". 3rd ed.: Fondo Editorial CIB; 2019.
10. Carreón Blaine E. El olli en la plástica mexicana: El uso del hule en el siglo XVI Estéticas UNAdMidI, editor. México, D.F.; 2006.
11. Vian Ortuño A. Introducción a la Química Industrial. 1st ed.: Reverte; 1999.
12. esacademic.com. [Online].; 2006. Available from: <https://esacademic.com/dic.nsf/eswiki/754164>.
13. Hwang CJ, Cha JY. Mechanical and biological comparison of latex and silicone rubber bands. *American Journal of Orthodontics & Dentofacial Orthopedics*. 2003; 124: p. 379-386.
14. Stevenson J, Kusy R. Force application and decay characteristics of untreated and treated polyurethane elastomeric chains. *The Angle Orthodontist*. 1994; 64(6): p. 455-467.
15. Granados-Sánchez D, Ruíz-Puga P, Barrera-Escorcía H. Ecología de la Herbivoría. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*. 2008 enero-junio; 14(1): p. 51-64.

16. Lewinsohn TM. The geographical distribution of plant latex. *Chemoecology*. 1991; 2(1): p. 64-68.
17. Killmann W, Lay Thong H. El caucho, el éxito de un subproducto agrícola. *Revista Internacional de Silvicultura e Industrias Forestales*. 2000; 51(201): p. 66-72.
18. Rojo-Martínez GE, Jasso-Mata J, Vargas-Hernández JJ, Palma-López DJ, Martínez AV. Análisis de la problemática de carácter técnico-económico del proceso productivo del hule en México. *Ra Ximhai*. 2005 Enero-Abril; 1(1): p. 81-110.
19. A FRJ, Peña G C, Garay J V. Evaluación nutricional de plantaciones de hevea *brasiliensis* muell. arg., sector El Pozo, San Fernando de Atabapo, estado Amazonas, Venezuela. *Revista Forestal Latinoamericana*. 2004 julio-diciembre; 19(36): p. 83-107.
20. Alvarez JN, López JM. Alergia al látex. *Revista Clínica Española*. 2004; 204(3): p. 151-153.
21. Biblioteca Premium Microsoft Encarta. Caucho; 2006.
22. Quero LEC, Martínez SO, López JGH. Alergia al látex. *Alergia, Asma e Inmunología Pediátricas*. 2004 Mayo-Agosto; 13(2): p. 44-52.
23. Chong Quero LE, Orozco Martínez S, Huerta López JG. Alergia al látex. *Alergia, Asma e Inmunología Pediátricas*. 2004 Mayo-Agosto; 13(2): p. 44-52.
24. Childress DH. *El Enigma de los Olmecas y las Calaveras de Cristal*. 1st ed. Rodriguez S, editor. Madrid: Ediciones Nowtilus, S.L; 2009.
25. Davis W. *El río : Exploraciones y Descubrimientos en la Selva Amazónica*. 1st ed. Económica FdC, editor.; 2008.
26. Farfan Rodriguez ML, Matteos-Vela MM, Soldevilla Galarza LC. Degradación de la Fuerza de los Elásticos Intermaxilares de Latéx y no Latéx. *Int. J. Odontostomat*. 2017; 11(3): p. 363-368.
27. Azofra García J. Type I Latex Allergy: A Follow- Up. *Journal Investigation Clinica Immunology*. 2007; 17(3): p. 164-167.
28. Buss Z, Kupek E, Fröde T. Screening for Latex Sensitization by Questionnaire: Diagnostic Performance in Health. *Journal Investig Allergol Clin Immunology*. 2008; 18(1): p. 12-16.
29. López N, Vicente A, Bravo L, Calvo J, Cantera M. In vitro study of force decay of latex and non-latex orthodontic elastics. *Eur. J. Orthod*. 2011; 34(1).
30. DOS SANTOS LR, PITHON MM, MARTIS OF, ROMANOS VMT. In Vitro Cytotoxicity of Latex Orthodontic Elastics. *Int. J. Odontostomat*. 2010; 4(1): p. 81-85.
31. Santos RLd, Pithon MM, Mendes GdS, Romanos MTV, Ruellas ACdO. CYTOTOXICITY OF INTERMAXILLARY ORTHODONTIC ELASTICS OF

- DIFFERENT COLORS: AN IN VITRO STUDY. *J Appl Oral Scie.* 2009 Aug; 17(4): p. 326-329.
32. Hanson M, Lobner D. In vitro neuronal cytotoxicity of latex and non latex orthodontic elastics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2004; 126(1): p. 65-70.
  33. Everett FG, Hice. TL. Contact stomatitis resulting from the use of orthodontic rubber elastics: report of case. *J Am Dent Assoc.* 1974 May; 88(5).
  34. Tomazic V, Withrow T, Fisher B, Dillard S. Latex-associated allergies and anaphylactic reactions. *Clinical Immunology and Immunopathology.* 1992 Aug; 64(2): p. 89-97.
  35. Russell K, Milne A, Khanna R, Lee. J. In vitro assessment of the mechanical properties of latex and non-latex orthodontic elastics. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics.* 2001 Jul; 120(1): p. 36-44.
  36. Janaina Habib J, Giampaolo ET, Pavarina AC. Citotoxicidade dos Materiais Dentários. Revisão de Literatura. *Revista de Odontologia da UNESP.* 2004; 33(2): p. 65-68.
  37. Wagner B, Buck D, Hafner C, Sowka S, Niggemann B, Scheiner O, et al. Hev b 7 is a *Hevea brasiliensis* protein associated with latex allergy in children with spina bifida. *Journal of Allergy and Clinical Immunology.* 2001 October; 108(4): p. 621-627.
  38. Gil Micharet MS, Medina FJB, Grande JAPDV. Alergia al látex en los trabajadores sanitarios (I). Vigilancia de la salud. *Medicina y Seguridad del Trabajo.* 2007 Sep; 53(208).
  39. Hain M, Longman L, Harrison J. Natural rubber latex allergy: implications for the orthodontist. *Journal of orthodontics.* 2007 Mar; 34(1): p. 6-11.
  40. Langlade M. Optimizackión de Elásticos Ortodónticos. 1st ed. New York: GAC Internacional; 2000.
  41. Brusola JAC. Ortodoncia clínica y terapéutica. 2nd ed. Barcelona: MASSON S.A.; 2005.
  42. Dinatale G. Biología del movimiento dentarioortodóntico. Revisión de conceptos. *Acta odontológica Venezolana.* 2001; 27(1).
  43. Moyers R. Manual de Ortodoncia. 4th ed. Buenos Aires: Panamericana; 1992.
  44. Pérez E. Resorción apical externa por tratamiento ortodóntico: Comparación de dos técnicas. *Acta Odontológica Venezolana.* 1999; 37(3).
  45. Davidovitch Z, Nicolay O, Ngan P, Shanfeld J. Neurotransmitters, cytokines, and the control of alveolar bone remodeling in orthodontics. *Dent Clin North Am.* 1988; 32(3): p. 411-35.

46. Murphy N, Bissada N, Davidovitch Z, Kucska S, Bergman R, Dashe J, et al. Corticotomy and Tissue Engineering for Orthodontists. A Critical History and Commentary. *Seminars in Orthodontics*. 2012 Dic; 18(4): p. 295-307.
47. Tortolini P, Fernández Bordereau E. Ortodoncia y periodoncia. *Av Odontoestomatol*. 2011 Jul-Ago; 27(4).
48. de Carlos F, Cobo J, Perillan C, García M, Arguelles J, Vijande M, et al. Orthodontic tooth movement after different coxib therapies. *Eur J Orthod*. 2007 Dic; 29(6): p. 596-9.
49. Mercado S, Carreón B, Zapana N. MOVIMIENTO DENTAL ACELERADO ME DIANTE FUERZAS VIBRATORIAS (ACCELEDENT®) EN TRATAMIENTOS ORTODÓNTICOS CONTEMPORÁNEOS LLEVADA A LA PRÁCTICA DIARIA. *Rev. Evid. Odontol. Clinic*. 2016 Ene-Jun; 2(1): p. 67-72.
50. Rodríguez Yañez EE, Casasa Araujo R, Natera Marcote AC. 1.001 Tips en Ortodoncia y sus Secretos. 1st ed. Colombia: AMOLCA; 2007.
51. Khambay B, Millett D, Mc Hugh S. Evaluation of methods of archwire ligation on frictional resistance. *Eur J Orthod*. 2014 Jun; 26(3): p. 327-332.
52. Eliades T, Bourauel C. Intraoral aging of orthodontic materials: the picture we miss and its clinical relevance. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 2005 Apr; 127(4): p. 403-412.
53. Taloumis L, Smith TM, Lorton L. Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures. *Am J Orthod Dentofac Orthop*. 1997 Jan; 111(1): p. 1-11.
54. Lam TV, Freer TJ, Brockurst PJ, Podlich HM. Strength decay of orthodontic elastomeric ligatures. *J Orthod*. 2002 Mar; 29(1): p. 37-43.
55. Leao JCB, Gallo DB, Santana RM, Guariza O, Camargo ES, Tanaka OM. Influence of different beverages on the force degradation of intermaxillary elastics: an in vitro study. *J Appl Oral Sci*. 2013 Mar-Apr; 21(2): p. 145-149.
56. Kersey M, Glover K, Heo G, Raboud D, Major P. A comparison of dynamic and static testing of latex and nonlatex orthodontic elastics. *The Angle Orthodontist*. 2003 Apr; 73(2): p. 181-186.
57. Alavi S, Tabatabaie AR, Hajizadeh F, Ardekani AH. An In-vitro Comparison of Force Loss of Orthodontic Non-Latex Elastics. *J Dent (Tehran)*. 2014 Jan; 11(1): p. 10-16.
58. Fernandes DJ, Arahao GM, Elias CN, Mendes AM. Force Relaxation Characteristics of Medium Force Orthodontic Latex Elastics: A Pilot Study. *ISRN Dentistry*. 2011; 1(1): p. 1-5.
59. Fernandes DJ, Fernandes GMA, Artese F, Elias CN, Mendes AM. Force extension relaxation of medium force orthodontic latex elastics. *The Angle Orthodontist*. 2011 Sept; 81(5): p. 812-819.

60. [Online].; 2005. Available from: <https://www.textoscientificos.com/caucho/natural>.
61. Graber TM, Swain Bf. Ortodoncia Principios Generales y Técnica. 1st ed.: Panamericana.
62. Catálogo de ortodoncia GAC. 2005..
63. Catálogo de ortodoncia PROCLINIC. 2005..
64. Uribe Restrepo GA. Ortodoncia. Teoría y Clínica. 1st ed. Colombia: CORPORACION PARA INVESTIGACIONES BIOLÓGICAS; 2004.
65. [Online]. Available from: [www.ormco.com/ci/civ7n3.pof](http://www.ormco.com/ci/civ7n3.pof).
66. [Online]. Available from: [www.tip.edge.com/spanish](http://www.tip.edge.com/spanish).
67. Proffit W. Ortodoncia contemporánea, teoría y práctica. Tercera ed.: Edit. Harcourt & Mosby; 2001.
68. Morales Bermudez JE, Flores Montes RL. Comparación de la fuerza elastomérica de dos tipos de cadenas de las casas comerciales Ormco®, 3M®, dentsply® y american orthodontics®, al ser sometidas a diversas longitudes de estiramiento continuo estudio in vitro. Universidad de Cartagena. 2017  
<https://repositorio.unicartagena.edu.co/handle/11227/5440>.
69. Morales Pulachet EC, Lavado Torres A, Quea Cahuana E. DEGRADACIÓN DE FUERZAS EN CADENAS ELASTOMÉRICAS DE DOS MARCAS DIFERENTES. ESTUDIO IN VITRO. KIRU. 2014 Julio-Diciembre; 11(2).
70. Andrade Solis MD, Cedillo Chica FP, Bravo Calderón E. Estudio in vitro de la durabilidad, deformación elástica y plástica de tres tipos de Módulos Elastoméricos. Revista Latinoamericana de Ortodoncia y Odontopediatría. 2014;(art-5).
71. Sánchez Herrera M, Katagiri Katagiri M, Álvarez Gayoso C. Estudio in-vitro del deterioro de las propiedades elásticas. Revista Odontológica Mexicana. 2006 Junio; 10(2): p. 79-82.