



**UNIVERSIDAD PRIVADA NORBERT WIENER**

**Facultad de Ciencia de la Salud**

“Variación de la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022”

**Tesis para optar el título profesional de Cirujano Dentista**


Presentado por:

**Autor:** Palomares Nizama, Andrea del Rosario

**Asesora:** Mg. Esp. Sara Angélica Morante Maturana

**2022**

**LIMA – PERÚ**

 Universidad Norbert Wiener	<b>DECLARACIÓN JURADA DE AUTORIA Y DE ORIGINALIDAD DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN</b>		
	<b>CÓDIGO: UPNW-GRA-FOR-033</b>	<b>VERSIÓN: 01</b> REVISIÓN: 01	<b>FECHA: 08/11/2022</b>

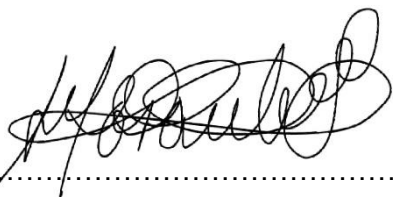
Yo, **ANDREA DEL ROSARIO PALOMARES NIZAMA** egresado de la Facultad de Ciencias de la Salud y  Escuela Académica Profesional de Odontología de la Universidad privada Norbert Wiener declaro que el trabajo académico "Variación de la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022." Asesorado por el docente: **Mg:Cd.Esp.Sara Angélica Morante Maturana**, DNI 10138106 ORCID 0000-0001-9715-728x tiene un índice de similitud de 17% con código 2021803917 verificable en el reporte de originalidad del software Turnitin.

Así mismo:

1. Se ha mencionado todas las fuentes utilizadas, identificando correctamente las citas textuales o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
2. No he utilizado ninguna otra fuente distinta de aquella señalada en el trabajo.
3. Se autoriza que el trabajo puede ser revisado en búsqueda de plagios.
4. El porcentaje señalado es el mismo que arrojó al momento de indexar, grabar o hacer el depósito en el turnitin de la universidad y,
5. Asumimos la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión en la información aportada, por lo cual nos sometemos a lo dispuesto en las normas del reglamento vigente de la universidad.



.....  
 Firma de autor 1  
 Andrea del Rosario Palomares Nizama  
 DNI: 74941882



.....  
 Firma  
 Mg. Esp. Sara Angélica Morante Maturana  
 DNI: 10138106

Lima, 16 de abril del 2023



## **DEDICATORIA**

El presente trabajo de investigación se lo dedico a Dios por darme fuerzas para continuar con mis metas propuestas. A mis padres por todo el apoyo brindado durante mi carrera formativa, a mi hermana por las palabras de aliento que me ayudaron a no rendirme, a mi novio por su incondicional ayuda y sus consejos para poder avanzar y cumplir todas las metas que me propongo, a mi mejor amigo por su paciencia y apoyo durante esta etapa.

## **AGRADECIMIENTO**

En primer lugar, agradecer a Dios, por esta etapa durante mi vida profesional. A mi asesora MG. ESP. Morante Maturana Sara y a la Dra. Chumbes Antialón Katherine, por la confianza brindada durante este trabajo de investigación. A mis padres por su incondicional ayuda, a mi novio por su apoyo y consejos para continuar con esta etapa y a mi mejor amigo por motivarme a continuar en este proceso.

**ASESORA DE TESIS**

**MG. ESP. MORANTE MATURANA SARA**

## **JURADOS**

**Presidente:**

Dr. Schwan Silva, Ignacio Segundo

**Secretario:**

Dra. Murga Torreli, Nelly Araceli

**Vocal:**

Dr. Cuba Gonzales, Eric

## ÍNDICE

<b>RESUMEN</b> .....	<b>xii</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>CAPITULO I: EL PROBLEMA</b> .....	<b>1</b>
1.1. Planteamiento del Problema.....	2
1.2. Formulación del Problema.....	4
1.3. Justificación.....	5
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1. Objetivo General.....	6
1.4.2. Objetivos Específicos.....	7
<b>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</b> .....	<b>8</b>
2.1. Antecedentes.....	9
2.2. Bases Teóricas.....	16
2.3. Terminología Básica.....	27
2.4. Hipótesis.....	28
2.5. Variables e Indicadores.....	30
<b>CAPITULO III: DISEÑO METODOLOGICO</b> .....	<b>32</b>
3.1 Tipo y Nivel de Investigación.....	33
3.2 Población y Muestra.....	34
3.3 Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	35
3.4 Procesamiento y Análisis de Datos.....	37
3.5 Aspectos Éticos.....	38
<b>CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	<b>39</b>
4.1 Resultados.....	40
4.2 Discusión.....	58



<b>CAPITULO V: CONCLUSIÓN Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>61</b>
5.1 Conclusiones .....	62
5.2 Recomendaciones.....	63
REFERENCIAS .....	64
ANEXOS.....	69

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla N°1:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro.	<b>40</b>
<b>Tabla N°2:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>42</b>
<b>Tabla N°3:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>44</b>
<b>Tabla N°4:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>46</b>
<b>Tabla N°5:</b> Fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>48</b>
<b>Tabla N°6:</b> Fuerzas tensionales residuales de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días, estudio in Vitro.	<b>50</b>
<b>Tabla N°7:</b> Degradación de la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol, estudio in Vitro.	<b>52</b>
<b>Tabla N°8:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>53</b>
<b>Tabla N°9:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>54</b>
<b>Tabla N°10:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>55</b>

**Tabla N°11:** Las fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

**56**

**Tabla N°12:** Fuerzas tensionales residuales de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días, estudio in Vitro.

**57**

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico N°1:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro.	<b>40</b>
<b>Gráfico N°2:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>42</b>
<b>Gráfico N°3:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>44</b>
<b>Gráfico N°4:</b> Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>46</b>
<b>Gráfico N°5:</b> Fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.	<b>48</b>
<b>Gráfico N°6:</b> Fuerzas tensionales residuales de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días, estudio in Vitro.	<b>50</b>

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo “Determinar la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio in Vitro”. Teniendo como lugar de investigación el Centro Odontológico Unisonrisas ubicado en el distrito de Pueblo Libre-, este estudio es hipotético – deductivo con un enfoque cuantitativo. Como muestra se tuvo 255 cadenas elastoméricas, de las cuales 15 cadenas fueron tomadas para el grupo control y 240 cadenas elastoméricas se dividieron en cuatro grupos de 60 cadenas elastoméricas teniendo en cuenta cuatro intervalos de tiempo con 15 cadenas de 5 eslabones cada una. Se confeccionaron tabletas de acrílico en las cuales se realizaron perforaciones con 5 mm de separación colocando pines metálicos para mantener las muestras traccionadas a una distancia de 23.5mm. Cada muestra fue colocada en recipientes de plástico y sumergidas en 400 ml de cada sustancia estudiada, se usó agua destilada para el grupo control y café, gaseosa, colutorio bucal con y sin alcohol para las muestras restantes, esto se llevó a cabo tres veces al día durante 60 segundos y luego se dejó en agua destilada por el tiempo restante. La medición de la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas hasta su rompimiento se realizó en un Dinamómetro según los intervalos 1 día, 7 días, 14 días y 28 días, registrando los datos en la ficha de recolección de datos AD-HOC. Para determinar la confiabilidad de los resultados se realizó una prueba piloto en la cual se utilizaron 100 cadenas elastoméricas divididas en cinco grupos de 20 cadenas tomando 5 cadenas elastoméricas según los intervalos de tiempo establecidos. Para los resultados, se ordenaron y fueron procesados en el programa de Microsoft Office Excel y luego fueron analizados por el programa IBM SPSS Statistics 25 en donde se crearon las tablas y gráficos estadísticos. Como resultado se obtuvo que la mayor degradación se dio en las cadenas sumergidas en café y la menor degradación se dio en las cadenas sumergidas en colutorio bucal sin alcohol. Es por ello que se llega a la conclusión que tanto las bebidas pigmentantes como los colutorios bucales si producen una degradación en la fuerza de las cadenas elastoméricas.

**Palabras Claves:** Cadenas elastoméricas, Bebidas pigmentantes, Colutorios bucales, Fuerza Tensional y Dinamómetro.

## SUMMARY

This research aimed to "Determine the residual tensile strength of elastomeric chains subjected to pigmenting drinks and an alcohol-free and alcohol-containing mouthwash in 2022, an in vitro study." The research was conducted at the Unisonrisas Dental Center located in the district of Pueblo Libre, and it is a hypothetical-deductive study with a quantitative approach. The sample consisted of 255 elastomeric chains, with 15 chains taken for the control group, and 240 elastomeric chains divided into four groups of 60 chains each, considering four time intervals with 15 chains of 5 links each. Acrylic tablets were made, and perforations were made with a 5mm separation placing metal pins to keep the samples stretched at a distance of 23.5mm. Each sample was placed in plastic containers and immersed in 400 ml of each substance studied. Distilled water was used for the control group, and coffee, soda, alcohol-free and alcohol-containing mouthwash were used for the remaining samples. This was carried out three times a day for 60 seconds, and then they were left in distilled water for the remaining time. The degradation measurement of the tensile strength of the elastomeric chains until their breakage was performed on a dynamometer according to the intervals of 1 day, 7 days, 14 days, and 28 days, registering the data on the AD-HOC data collection form. To determine the reliability of the results, a pilot test was performed using 100 elastomeric chains divided into five groups of 20 chains, taking 5 elastomeric chains according to the established time intervals. The results were ordered, processed in the Microsoft Office Excel program, and then analyzed by the IBM SPSS Statistics 25 program, where statistical tables and graphs were created. As a result, it was found that the highest degradation occurred in the chains immersed in coffee, and the least degradation occurred in the chains immersed in alcohol-free mouthwash. Therefore, it is concluded that both pigmenting drinks and mouthwashes do cause degradation in the tensile strength of elastomeric chains.

**Keywords:** Elastomeric Chains, Pigment Drinks, Mouthwashes, Tensile Strength and Dynamometer.

## INTRODUCCIÓN

La ortodoncia es un área de la odontología, enfocada en la biomecánica del uso de fuerzas con el objetivo de producir movimientos dentales controlados, existen aparatos ortodónticos que promueven estos movimientos tales como los resortes como níquel-titanio y productos elastoméricos como las cadenas elastoméricas, esta área está dirigida en su mayoría a pacientes con maloclusiones dentales, la cual se encarga de diagnosticar, corregir y alinear las piezas dentarias para lograr una oclusión ideal que favorezca al paciente. Las cadenas elastoméricas se introdujeron en la odontología en el año 1960, como componente principal tiene el polímero conocido como el poliuretano, siendo afectadas por diversos factores ambientales tales como: el cambio de Ph salival, temperatura, higiene oral, alimentación, masticación, entre otros factores. Por esta razón y por el estiramiento constante a las que son sometidas las cadenas se genera una disminución del 50 al 70% de su fuerza inicial durante el primer día, seguido de una degeneración exponencial continua, muchos factores podrían ser fácilmente controlados sin embargo son de uso cotidiano como por ejemplo: las bebidas pigmentantes cuyo consumo ha ido en aumento en las últimas décadas a nivel mundial y los colutorios bucales con y sin alcohol, los cuales son usados como complemento para una buena higiene bucal.

## **CAPÍTULO I: EL PROBLEMA**



## **1.1. Planteamiento del Problema:**

En la actualidad una de las especialidades más solicitadas y requeridas en odontología es la especialidad de ortodoncia la cual estudia, diagnóstica, previene y corrige las alteraciones del desarrollo de las piezas dentarias, formación de las arcadas y la posición de los maxilares para una correcta oclusión y funcionalidad de la boca, cuyo objetivo es mejorar la estética facial, proporcionar el equilibrio morfológico y funcional de la boca y cara. Es por ello que, en la gran mayoría de tratamientos ortodónticos se utilizan aparatos ortodónticos que ayuden a corregir la posición de las piezas dentarias o modificar el crecimiento de los maxilares (1), para ello es necesario el empleo de una fuerza de tensión en la cual se traccionan, giran y alinean las piezas dentarias, esto generado por las cadenas elastoméricas introducidas en la ortodoncia desde 1960 (2), las cuales están compuestas de polímeros y pueden ser de dos tipos: primera generación (termoplásticas) y segunda generación (termoestables), estas cadenas son de uso frecuente debido a sus grandes beneficios y su fácil uso, reduciendo en gran medida el riesgo de trauma intraoral y presentando un bajo costo. Así como nos brindan grandes ventajas, también presentan desventajas muy puntuales siendo la más común la deformación permanente y la degradación de la fuerza de tensión debido a las duras condiciones de la cavidad oral (3). Es por ello que, desde su colocación en boca las cadenas van perdiendo fuerza resultado de sus propiedades visco elásticas (2), considerando que a los 30 minutos ya hay una pequeña disminución de fuerza, a las 24 horas un 50% y 70% y un 30% y 40% restante para las cuatro siguientes semanas (4). Tomando en cuenta que el aparato de ortodoncia abarca en su mayoría la cara vestibular de los dientes impidiendo una buena limpieza bucal (5), lo que conlleva a la desmineralización del esmalte causando manchas blancas, caries, retención de placa bacteriana ocasionando cambios gingivales en los pacientes que lo utilizan (6), es por

ello que las desventajas antes mencionadas suelen aumentar más, debido a diversos estímulos que los odontólogos recomiendan a los pacientes para una mejor limpieza bucal como son los colutorios bucales, los cuales contienen alcohol en diferentes cantidades que pueden variar del 0% al 26.9%, pero en su gran mayoría presenta 14% (7). Los colutorios bucales son la respuesta ideal para el mantenimiento de la higiene bucal en pacientes con aparatos ortodónticos, existen muchas variaciones de colutorios bucales considerando su función específica o según su composición, dentro de la amplia gama de colutorios bucales las más comunes son las que previenen problemas de halitosis, en otras palabras el mal aliento, también encontramos los colutorios con flúor que previenen la aparición de caries dental y ayudan a mejorar la calcificación de las piezas dentales y colutorios con agentes antisépticos o cicatrizantes para prevención de enfermedades periodontales (8).

Esta relación con colutorios bucales se ha estudiado poco, pero al ser de uso común en los tratamientos de ortodoncia, se puede considerar como un factor influyente en la disminución de la fuerza tensional que ejerce la cadena elastomérica. Se sospecha que, esto es debido a la concentración de alcohol presente en los colutorios bucales, el cual puede afectar el PH salival y también afectar de manera directa a la cadena elastomérica lo que puede deteriorar sus propiedades mecánicas y físicas, las cadenas elastoméricas con presencia de pigmentos de colores son más vulnerables a la pérdida de fuerza de tensión debido a la variación del PH (9), esta pérdida de fuerza provoca un inadecuado movimiento dental, llevando a programar más citas en el consultorio para realizar el cambio de cadena y así continuar ejerciendo nuevamente la fuerza que se necesita para continuar con el tratamiento ortodóntico. En nuestro país abundan las marcas comerciales de colutorios con diferentes concentraciones de alcohol, para el presente estudio se utilizará la marca más comercial del mercado Listerine®. Diversos estudios

han demostrado que el nivel de fuerza de la cadena elastomérica depende de los materiales utilizados para la fabricación, la forma de la cadena, la técnica de esterilización y de almacenamiento, así como los factores ambientales, el uso y consumo de diferentes sustancias podrían tener una modificación sobre la fuerza generada por las cadenas elastoméricas, siendo el caso de las bebidas pigmentantes y de los colutorios bucales por los diferentes niveles de PH y diferentes intervalos de tiempo (10).

Por lo expuesto anteriormente, se planteó el siguiente trabajo de investigación el cual pretendió encontrar si existe una variación de la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022.

## **1.2.- Formulación del Problema:**

### **1.2.1.- Problema General:**

¿Cuál será la variación de la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro?

### **1.2.2.- Problemas Específicos:**

- ¿Cuál es la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes a los 7 y 28 días, estudio in Vitro??
- ¿Cuál es la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro??
- ¿Cuál es la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal sin alcohol los 7 y 28 días, estudio in Vitro?

- ¿Cuál es la diferencia entre las fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro?
- ¿Cuál es la diferencia entre las fuerzas tensionales residuales de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días, estudio in vitro?

### **1.3.- Justificación de la Investigación:**

#### **Teórica:**

Se tienen pocos estudios relacionados con este tema de investigación, es por ello, que esta información es de gran importancia para poder aumentar y aportar de manera educativa en los conocimientos de los odontólogos, con respecto al efecto que pueden causar las bebidas pigmentantes y los colutorios bucales con y sin alcohol sobre la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas, basándonos en lo antes mencionado esta investigación brinda pautas para realizar mejores tratamientos ortodónticos.

#### **Metodológica:**

El presente estudio tuvo como instrumento de recolección de datos la ficha de observación AD-HOC, la cual es ampliamente utilizada en estudios de observación de similares características, por tener un formato adaptable a cualquier campo y ser de fácil uso. El formato consta de dos puntos específicos, el primero de datos generales, el cual contiene los intervalos de tiempo y la leyenda del cuadro de valores, siendo el segundo punto los datos específicos donde tenemos los cuadros de valores, el cual es un cuadro de doble entrada teniendo en la columna los grupos a estudiar y en las filas los grupos de muestra.

**Práctica:**

Este estudio aporta de manera favorable en el conocimiento que el odontólogo tenga con respecto al efecto que puedan tener las bebidas pigmentantes y colutorios bucales con y sin alcohol sobre la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas usadas en los tratamientos de ortodoncia, siendo esto de gran ayuda, en especial para los ortodoncistas, ya que así podrán tener un mejor manejo en el tiempo de control y cambio de cada cadena elastomérica colocada en boca, informando también al paciente sobre ello para el cuidado correspondiente. También sabiendo los efectos de las sustancias antes mencionadas pueden prevenir y buscar otra alternativa que no afecte a la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas.

**Social:**

Informar a las personas que el tiempo de uso de los colutorios bucales con y sin alcohol, así como el consumo de las bebidas pigmentantes más comunes se debe disminuir para evitar que las cadenas elastoméricas no cumplan su función de manera correcta y en el tiempo planificado por el especialista, la información encontrada sobre la relación de estos factores ayuda a los ortodoncistas a tener un mejor entendimiento de las respuestas clínicas de las cadenas instaladas en los pacientes permitiendo una optimización de la calidad del tratamiento, siendo esta información de gran de ayuda para el paciente y el odontólogo..

**1.4.- Objetivos de la Investigación:****1.4.1.- Objetivo General:**

Determinar la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro.

#### **1.4.2.- Objetivos Específicos:**

- Evaluar la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.
- Evaluar la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.
- Evaluar la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.
- Comparar las fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.
- Comparar las fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días, estudio in Vitro.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

## 2.1. Antecedentes:

**Martínez, et al., (2021), México:** Este estudio tuvo como objetivo “*Evaluar el deterioro de fuerzas y la estabilidad dimensional de las cadenas elastoméricas que estas presentan al ser sometidas a un ambiente con condiciones similares a las de la cavidad bucal*”. El presente estudio in Vitro fue realizado mediante un corte transversal, se utilizó una muestra de 180 cadenas divididas en grupo de seis cadenas, las cuales fueron sometidas a la prueba de Tukey durante un periodo de 30 días en saliva artificial. Para este estudio se utilizaron tres marcas de cadenas TP Orthodontics, Ormco y Unitek de la casa 3M, tomando la muestra cada 30, 60 minutos, 24 horas, 14 días y 30 días. Se confeccionó doce bases de acrílico con 10 pares de pines distanciados según la media obtenida al estirar el grupo muestra a 150g/fuerza, manteniéndolas estiradas según los intervalos de tiempo, luego se sumergieron en 500 ml de saliva artificial colocándolas en una estufa a 37° simulando el medio bucal, se procedió a realizar las medidas de fuerza con un dinamómetro según los tiempos de intervalo. Durante esta medición se pudo observar que la cadena TP Orthodontics presentó una mayor estabilidad, fuerza y durabilidad, pero se encontraron algunas diferencias, a los 30 minutos la marca 3M tiene un pequeño aumento con respecto a TP Orthodontics (1.357 N > 1.346N), a los 60 minutos Ormco supera a TP (1.3093 N > 1.3044 N) y a los 14 días, 3M tiene un incremento a la marca TP Orthodontics (1.610 N > 1.240 N). Con estos resultados se concluye que la marca TP Orthodontics es mejor en relación a las demás marcas, teniendo también mayor estabilidad dimensional con respecto a la deformación de longitud (11).

**Andhare, et al., (2021), EEUU:** En el trabajo presentado se tuvo como objetivo “*Evaluar y comparar la disminución de la fuerza de las cadenas/módulos elastoméricas de ortodoncia en entornos tanto in vivo como in vitro*”. El estudio fue del tipo análisis documental utilizando un protocolo el cual siguió con las pautas referenciadas por Preferred Reporting



Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses en el Registro Prospectivo Internacional de Revisiones Sistemáticas. Se utilizó un total de 53 artículos de los cuales 44 estudios fueron in vitro y 9 estudios in vivo, los cuales fueron obtenidos en las bases de datos de Cochrane y la Biblioteca Nacional de Medicina. La pérdida de la fuerza de la cadena elastómera en el entorno in vivo fue del 41,9 % a las 24 horas, del 42,6 % después de 1 semana, del 46,8 % después de 2 semanas y del 55,0 % después de 3 semanas. De igual manera los resultados obtenidos en los estudios in vitro fueron del 38,9 % a las 24 horas, del 42,1 % después de 1 semana, del 44,6 % después de 2 semanas y del 51,1 % después de 3 semanas. Según los datos obtenidos se observó una mayor disminución de la fuerza en los estudios in vivo frente a los estudios in vitro, con la máxima disminución de la fuerza durante los días iniciales, con una reducción de aproximadamente el 50 % dentro de 3 semanas. Por lo tanto, se recomienda el cambio de las cadenas/módulos elastoméricos, a intervalos de 3 semanas. (27)

**Kassir, et al., (2020), EEUU:** El presente trabajo presentó como objetivo *“la comparación de la disminución de la fuerza con el tiempo de cuatro marcas diferentes de cadenas elastómeras”*. El estudio fue realizado In Vitro, transversal y observacional donde se evaluaron cuatro marcas de cadenas, se empleó una máquina especial para medir la fuerza de las cadenas eléctricas alargadas a 25 mm a las 0 horas y después del almacenamiento en saliva artificial a las 24 horas, 1 semana, 2 semanas, 3 semanas y 4 semanas. Realizándose también la prueba de diferencia significativa de Tukey. Una gran parte de las cadenas elastómeras mostraron menos del 30 % de disminución de la fuerza a las 24 horas de alargamiento. Las cadenas elastoméricas abiertas transparentes AO® presentaron el menor porcentaje de fuerza remanente en casi todos los tiempos: 24 horas (58,9%), 1 semana (67,7%), 2 semanas (43,2%), 3 semanas (72,4%) y 4 semanas (63%). Tres de los dieciséis grupos (Ormco® gris abierto, RMO® gris y transparente cerrado) mostraron un aumento en

la fuerza a las 4 semanas de elongación en comparación con la fuerza registrada a las 0 horas. Los resultados indicaron que la fuerza generada por las cadenas elastoméricas a las 4 semanas sigue siendo óptima para un movimiento dental fisiológico. (28)

**Mousavi, et al., (2020), Irán:** Para este trabajo de investigación se tuvo como objetivo “*Evaluar los efectos de diferentes elongaciones y formas de cadena en sus propiedades de fuerza*”. Este estudio fue experimental In Vitro, en donde se realizó 540 observaciones, siendo evaluadas 90 cadenas con 10 muestras por subgrupo de tres marcas diferentes American Orthodontics, Ortho Technology y GYH con cadenas cerradas, cortas y largas, fueron estiradas en 40%, 60% y 100% para su medición se usó una máquina de prueba universal. Luego se estiraron 270 nuevas cadenas, teniendo las mismas similitudes, diferenciándose por la distancia entre cada cadena que se estiro, estas cadenas se incubaron en saliva artificial a 37° C por un período de 4 semanas. Realizado esto se midió la fuerza y se analizó mediante coeficiente de correlación parcial, ANOVA, Tukey y pruebas de Mann-Whitney. Se pudo observar que la fuerza disminuyó desde una media general de  $3,97 \pm 0,97$  N a  $1,29 \pm 0,39$ N en cuatro semanas. ANOVA fue quien mostró diferencia entre la marca, tipo y alargamiento. En comparaciones de pares post HOC fueron resultados significativos. Concluyendo, se puede decir que Ortho Technology es la marca más recomendable. (30)

**Torres, et al., (2019), Colombia:** En este trabajo de investigación tuvieron como objetivo “*Evaluar la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas TP Orthodontics®, American Orthodontic®, TD Orthodontics®, Ah Kim Pech® expuestas a tensión constante en cinco intervalos de tiempo*”. El estudio fue experimental In Vitro, cuantitativo, longitudinal y prospectivo en donde se evaluaron cuatro marcas de cadenas de segunda generación, tomando cuarenta segmentos de doce eslabones cada uno, las cadenas de las

marcas ya antes mencionadas fueron sujetas a tensión constante en los intervalos de 7 días, 14 días, 21 días y 28 días. Fueron agrupados en cuatro grupos con diez segmentos cada uno, siendo evaluados según los intervalos correspondientes. Se confeccionó una plataforma en donde fueron colocadas las cadenas simulando la distancia de molar a molar, para la medición del trabajo las muestras se estiraron hasta el doble de su longitud y se colocaron en la plataforma tomando los registros en los intervalos mencionados, luego fueron puestas en la Máquina de Tracción Instron 3365 proporcionando tensión hasta su rompimiento. Según la fuerza ejercida por la máquina en mención, la marca American Orthodontic® tuvo un incremento gradual conforme a los intervalos de tiempo, a los 7 días obtuvo 16,28 N, en 14 días fue 16,55 N, a 21 días fue 16,69 N y a los 28 días consiguió 17,78 N. Con la marca Ah Kim Pech® se observó 26,11 N a los 7 días, 28,77 N en 14 días, 27,85 N a los 21 días y 28,71 N en 28 días. Otro resultado fue de la marca TP Orthodontics® iniciando con 31,39 N, disminuyendo a los 14 días y aumentando gradualmente a los 21 y 28 días. En la marca TD Orthodontics® se consigue a los 7 días 31,55 N, siendo 34,16 N a los 14 días, seguido de 36,24 en 21 días y culminando a los 28 días con 37,13 N. Con los resultados antes mencionados se concluye que TD Orthodontics® tiene mayor resistencia a fractura mientras que American Orthodontic® es todo lo contrario con menor resistencia. Todo esto teniendo en cuenta el tiempo de tensión constante empleado, los intervalos de tiempo usados y la marca de cadenas (12).

**Shaddud, et al., (2018), Rusia:** El estudio tuvo como objetivo “Evaluar la resistencia de las cadenas elastoméricas y resortes de cierre de níquel-titanio en función del tiempo de extensión”. El presente estudio fue de tipo experimental In Vitro, cuantitativo y longitudinal, en este estudio se tomaron como muestras 40 cadenas elastoméricas transparentes sin paso, con una longitud de 20 mm y de dos diferentes marcas distribuyéndose de la siguiente

manera: 20 muestras de Dentaureum y 20 de G&H de la misma duración. La cadena de elastómero G&H mostró el valor de resistencia inicial más alto -  $440 \pm 13$  g, y las cadenas elásticas Dentaureum -  $350 \pm 10$  g. Después de 1 día las cadenas elásticas de la marca Dentaureum perdieron un 37,14 % de su fuerza, G&H - 34 %. Por lo tanto, durante 24 horas, las cadenas elásticas de Dentaureum mostraron una mayor reducción de la resistencia que las cadenas elásticas de la marca G&H. Después de 4 días, las cadenas elásticas Dentaureum tuvieron una disminución del 41,4 % en la resistencia inicial, mientras que G&H tuvo una disminución del 36,36 % en la resistencia inicial. Durante el experimento, los resortes pierden alrededor del 21 % de su fuerza inicial después de 3 meses y las cadenas de elastómero pierden más del 50 % después de 1 mes. Para las cadenas elastoméricas, la disminución inicial de la fuerza se produce dentro de las primeras 24 horas y continúa con una disminución baja y constante de la fuerza desde el día 1 hasta el día 28 del experimento. El estudio encontró una disminución estadísticamente significativa en la fuerza del resorte (alrededor del 13%) después de 4 semanas de estiramiento ( $p < 0,01$ ). Esto indica que la disminución en la resistencia de los resortes probados durante 4 semanas se debe a sus propiedades internas y no a las discrepancias entre las mediciones. Se obtuvieron resultados similares después de 8 y 12 semanas. La reducción de la fuerza después de 4 semanas de uso fue del 13,2 % para los resortes de NiTi. Se notó una reducción significativa en la fuerza del resorte (6% aproximadamente) en un período de 4 a 8 semanas de estiramiento. Los aparatos de ortodoncia en forma de cadenas de elastómero y resortes de cierre de NiTi mostraron la mayor reducción de fuerza en 1 mes, en un 60 % y un 13 %, respectivamente. El ortodoncista debe utilizar en la clínica, y el fabricante debe suministrar resortes y cadenas de elastómero con fuerzas biológicamente más favorables para cerrar el espacio interdental. Los ortodoncistas deben usar un dinamómetro intraoral al activar resortes de NiTi y cadenas de

elastómero para medir y proporcionar los niveles de fuerza deseados aplicados a los dientes en movimiento. (29)

**Behnaz, et al., (2018), Irán:** este estudio tiene como objetivo “*Evaluar el efecto del enjuague bucal blanqueador sobre la disminución de la fuerza de elastómeros de ortodoncia*”. Para este estudio In Vitro se utilizaron las marcas American Orthodontics, Sheboygan, Wisconsin, EE. UU) teniendo 10 cadenas elastoméricas con seis eslabones cada uno y se usaron dos tipos de enjuagues bucales, con fluoruro de sodio al 0,02% (LISTERINE TOTAL CARE ZERO) y también con blanqueador que contiene peróxido de hidrogeno (LISTERINE HEALTHY WHITE). Se confeccionaron quince bases para colocar las cadenas, cada una tenía pines colocados a una distancia de 25 mm la cual simulaba el espacio entre canino y primer molar. Se dividieron en 3 grupos, dos con los enjuagues bucales y un grupo de control, estas muestras se sumergieron en saliva artificial y se colocaron en una incubadora a 37° durante 28 días, tomando en consideración que cada muestra se sumergía en los enjuagues bucales por 30 segundos por lo menos dos veces al día, luego en agua destilada por 10 segundos hasta regresar a la sustancia inicial. Esta fuerza se midió en un intervalo de 1, 7, 14, 21 y 28 días con la Máquina Instron a una velocidad de 30 mm/min. Dentro del análisis ANOVA, se observó que después del día 1 se produjo deterioro en todos los grupos ( $p < 0,05$ ), reduciendo en un 42,18% mientras en la muestra de enjuagues bucales un 48,34% y 53,38%, durante los siguientes intervalos de medición no hubo una diferencia considerable excepto en el enjuague con blanqueador ( $p < 0,001$ ). Concluyendo que las fuerzas de las cadenas tienen una disminución desde el primer día de colocación en boca y que el uso de los enjuagues ayuda para aumentar la fuerza de descomposición (13).

**Kardach, et al., (2017), Polonia:** Este estudio tiene como objetivo “*Evaluar los efectos del estiramiento de cadenas elastoméricas sumergidas en saliva artificial a 37°C*”. La

investigación se realizó con un diseño observacional transversal. Se usaron dos tipos de cadenas memoria y plástico American Orthodontics, Sheboygan, EE. UU, siendo su composición y propiedades similares demostrando en diferentes estudios científicos que son significativas es por ello que los materiales para el estudio fueron fabricados. Se realizó este estudio en dos fases, en la primera se evaluó la resistencia a la tracción de la cadena, en la segunda elongación en el momento del desgarro, las cadenas estuvieron en saliva artificial a una temperatura de 37° en intervalos semanales. Se tomaron 35 especímenes de 8 cm cada uno de cada cadena. En la primera fase se usaron cadenas sin exposición en un Zwick 1445 Universal Testing realizando una prueba de rasgado a una velocidad de cruceta de 50 cm/min. En la fase dos también se usó cadenas de 8 cm y se estiraron al 100% hasta los 16 cm, en donde dichas cadenas se unieron a mandriles y se coloran en saliva artificial, luego de cuatro semanas se retiró la presión y se midió la deformación. Para comparar los dos grupos se usó la prueba t de Student, todas las pruebas fueron analizadas en un nivel de significancia de  $\alpha = 0.05$ . En los resultados se observó que las cadenas de memoria mostraron una mayor elasticidad que las cadenas de plásticos usadas en el estudio (14).

**Morales, et al., (2014), Perú:** este presente estudio tiene como objetivo “*Determinar la cantidad de degradación de fuerzas en cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes*”. Este estudio fue experimental, prospectivo, longitudinal y comparativo. La muestra se conformó por dos marcas de cadenas Denstply GAC Y American Orthodontics, transparentes del tipo short, se contaron con 30 cadenas elastoméricas divididas en dos grupos de quince muestras con cuatro eslabones cada una, teniendo un intervalo de medición inicial de 0 días, 1 día, 7 días, 14 días y 21 días. Se fabricaron seis bases de acrílico considerando una separación de 15 mm en donde se colocaron pines metálicos y se estiraron las cadenas. Para la medición inicial se utilizó un dinamómetro calibrado, asociado con una

computadora para procesar los datos obtenidos y así registrarlos en una ficha de recolección de datos. Luego se colocaron en las bases y fueron sumergidas en 500 ml de saliva artificial para proceder con la medición de fuerza en los intervalos establecidos. Según los resultados hubo una diferencia al inicio del estudio ( $p < 0,001$ ), a las 24 horas ( $p < 0,024$ ), en 7 días ( $p < 0,299$ ), a los 14 días ( $p < 0,001$ ) y finalmente a los 21 días ( $p < 0,001$ ), obteniendo también que al comienzo del estudio hubo una degradación de fuerza del 54 al 59% y al finalizar fue de 80 a 82%, examinando que dentro de las 24 horas se da el mayor porcentaje de degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas. Concluyendo que la marca Denstply GAC obtiene un menor porcentaje de degradación, dando a indicar que son mejores para el tratamiento de ortodoncia y así poder saber cuánta fuerza aplicar para encontrar los movimientos biológicos en boca (15).

## **2.2.- Bases Teóricas:**

### **2.2.1. Ortodoncia:**

La ortodoncia es una especialidad de la odontología que empleando exámenes radiográficos y el uso de aparatología logran la prevención, corrección de las alteraciones en el desarrollo cráneo facial logrando así una armonía morfológica y funcional en la cavidad oral. Los elásticos o cadenas de poder son materiales auxiliares usados frecuentemente en la gran mayoría de los tratamientos ortodónticos ya sea para ortodoncia fija, convencional u ortodoncia lingual e invisible. Este tipo de aditamentos elásticos son clasificados de acuerdo al grosor y diámetro, relacionado con la fuerza o presión que el odontólogo encargado necesite aplicar sobre las piezas dentarias (16).

### **2.2.2. Materiales Dentales en Ortodoncia:**

En el área de ortodoncia se encuentra una gran variedad de materiales dentales los cuales ayudan a garantizar un buen procedimiento para los pacientes. Escuchar ortodoncia es relacionarlo con brackets pero hay un amplio grupo de materiales e instrumental que en conjunto con el odontólogo trabajan para corregir la mordida y la alineación dental que se desarrolla a través de un conjunto de fases. De las fases antes mencionadas, la fase activa de movimiento ortodóntico es donde se utiliza un mayor número de materiales. Siendo algunos de ellos los arcos, brackets, bandas, tubos, ligaduras, elásticos, cadenas, botones y entre otras. De los materiales antes mencionados se pueden dividir en dos grupos: materiales pasivos son los elementos colocados de forma indirecta como por ejemplo la placa de Schwartz y los materiales activos son los elementos que cuentan con características especiales entre los cuales tenemos poliméricos, metales y elementos poliméricos (17).

### **2.2.3. Cadenas Elastoméricas:**

Las cadenas elastoméricas son materiales ampliamente usados en ortodoncia para lograr generar un desplazamiento de las piezas dentarias y cerrar espacios o reubicar en una posición adecuada dentro del arco. Son prácticos, de bajo costo y cómodos para los pacientes, efectivos en el cierre de diastemas, corrección de rotaciones, desplazamiento de la línea media, lograr el cierre general de espacios y la remoción requiere poco tiempo de sillón para el odontólogo. Su uso es mayor, debido a estos factores y al alto grado de aceptación profesional (18).

### **2.2.4. Cadenas Elastoméricas Intermaxilares:**

Las cadenas intermaxilares pertenecen a la familia de elásticos ortodónticos, como todo elástico ortodóntico lo podemos encontrar en una variedad de tonalidades y diámetros que



van desde 1/8 a 3/8 pulgadas, cumplen la función de someter a las piezas dentarias a diversas formas de energía entre ellas siendo las más resaltantes las que van en sentido vertical y horizontal. Para poder obtener una óptima generación de fuerza se debe estirar unas tres veces su diámetro, pero como todo elástico tiende a perder fuerza con el transcurrir del tiempo siendo esta de un 30% a las 2 horas y un 40% luego de 3 horas. Debido a sus propiedades físicas presenta grandes usos en ortodoncia siendo el anclaje el más relevante, así como también su uso en pacientes con maloclusión clase II de Angle, en la retro inclinación de incisivos superiores (3).

#### **2.2.5. Composición de las Cadenas Elastoméricas:**

Las cadenas elastoméricas están compuestas por polímeros como el poliuretano, el cual es elaborado mediante disocianatos y polialcoholes brindando la elasticidad de las cadenas, también presentan productos de polímeros termostáticos que reaccionan ante procesos de polimerización. A su vez, su composición interna es variada de acuerdo a la tecnología y la calidad de las materias primas usadas en su producción (14).

#### **2.2.6. Propiedades de las Cadenas Elastoméricas:**

Las cadenas elastoméricas que son usadas en ortodoncia son polímeros, estructurados de enlaces con adhesión primaria y secundaria de bajo peso molecular. Sus características elásticas dependen de largas moléculas unidas entre diversos átomos en lugares llamados enlaces covalentes. Cierta fricción entre las cadenas moleculares también causa fatiga dinámica, lo que hace que estos elastómeros tengan propiedades físicas y químicas lo que provoca que este material sufra fatiga y una degradación de la fuerza lo que aumenta con la condición de la cavidad oral. Los elastómeros de ortodoncia se biodegradan en el entorno oral principalmente por hidrólisis. Sus enlaces secundarios se rompen y se da la relajación,

lo que implica principalmente a la degradación de elastómeros de ortodoncia, provocando los cambios constantes de las ligaduras elastoméricas. Dentro de los factores que influyen a dicha degradación aparte del entorno bucal, encontramos también al estrés, el PH, la temperatura dependiendo de cada persona. Al iniciar las cadenas presentan forma de espiral, pero al aumentar la fuerza asumen una composición lineal con enlaces que cruzan en puntos al alcance de sus eje esto se debe a las conexiones secundarias frágiles, pero la estructura inicial se da por la existencia de enlaces entrecruzados. Se produce cierta alteración cuando ocurre el estiramiento de la cadena y llegando a su límite hasta que genera la ruptura de sus enlaces (19).

#### **2.2.7. Usos Clínicos de las Cadenas Elastoméricas:**

Las cadenas elastoméricas son de uso frecuentes en la especialidad de ortodoncia siendo utilizadas por años, esto gracias a su fácil uso. Es un material flexible que evita el trauma intraoral y ayuda al tratamiento ortodóntico generando el cierre de espacio post-extracción dentaria, distalización de caninos, corrección de rotaciones, discrepancias de línea media, soporte de fijación de los brackets. En el mercado actual se encuentran cadenas elastoméricas de varios tipos y diámetros siendo el ortodoncista el encargado de seleccionar la mejor cadena para llegar a un buen resultado (20).

#### **2.2.8. Ventajas de las Cadenas Elastoméricas:**

- Biocompatibles.
- Económicas.
- Relativamente higiénicas.
- Sencilla colocación.
- Motiva al paciente por la variedad de colores que existen.

- Se desechan después de ser usadas.
- Incrementa su efecto gracias a los movimientos mandibulares (fonación y masticación) (20).

#### **2.2.9. Desventajas de las Cadenas Elastoméricas:**

- Decoloración.
- Acumulación de placa dentobacteriana.
- Degradación en su fuerza.
- Deformación permanente (20).

#### **2.2.10. Fuerza Ideal para Producir el Movimiento Dental**

Las cadenas elastoméricas presentan diferentes direcciones en donde la fuerza es empleada para producir el movimiento dental ayudando a corregir la maloclusión. La fuerza inicial generada por la cadena elastomérica en el tratamiento de ortodoncia se le denomina fuerza aplicada, en donde la magnitud de la fuerza ayuda al nivel de fuerza que se empleara en los dientes. Hay factores como el estrés, la edad y la cooperación del paciente que afectan a la longitud, el diámetro, el contorno de la raíz, el proceso alveolar y la distribución del ligamento de las piezas dentarias. Las cadenas elastoméricas cuentan con un nivel óptimo para inclinar las coronas anteriores hacia atrás, pero un nivel mínimo para mover las molares inferiores hacia adelante. En cada diente anterior hay una fuerza de 20 a 30 g, inclinando la corona hacia atrás si la fuerza no es mucha y la raíz hacia adelante, si la fuerza es mucha las cadenas se deslizarán una sobre otra resultando una alteración permanente (19).

### **2.2.11. Clasificación de las Cadenas Elastoméricas Intermaxilares:**

Las cadenas intermaxilares fueron usadas desde el año 1890 por el Dr. Calvin Case, en la corrección de las discrepancias verticales, sagitales e intercuspidadación, el tiempo de uso de estas cadenas es de 3 semanas, en algunos estudios se comprobó que la fuerza se reduce durante las 3 a 4 horas iniciales durante el proceso de elongación, determinando que de una manera empírica se ha utilizado 3 veces su tamaño normal, pero esto tiene tres errores:

- Diámetro del elástico
- Cada elástico tiene diferente tramo de longitud
- La medida correcta para medir debe ser en Newton y no en oz o gr, debido a que los Newton son medidas de fuerza y los gr medida de masa.

En este tipo de cadenas se clasifican según el diámetro:

- 1/8 “3mm
- 3/16” 5MM
- ¼” 6MM
- 5/16” 8MM
- 3/8” 9,5MM
- ½”13 MM
- 5/8” 16MM
- ¾” 19MM

También los podemos clasificar según la fuerza que ejercen:

- Liviana 2½ oz 70gr
- Mediana 3½ o 4 ½ oz 125 gr
- Pesada 6 ½ oz 180 gr
- Súper pesada 8 oz 225 gr
- Máximo fuerza 14 oz 400 gr (22).

### **2.2.12. Factores que Influyen en la Perdida de Fuerza**

Los componentes elastoméricos utilizados en ortodoncia, tienden a presentar fatiga y las condiciones de la zona bucal pueden afectar al componente elastomérico lo que provoca una disminución de la eficacia y acciones, ya que altera el esqueleto molecular de los elásticos por medio de daños físicos y químicos entre la saliva y las sustancias de la dieta. Los elastómeros de ortodoncia se biodegradan en el ambiente oral principalmente por hidrólisis.

Otros factores que afectan son:

- Tiempo
- PH
- Saliva
- Alcohol
- Color
- Luz Ultravioleta
- Temperatura
- Bebidas carbonatadas (23)

### **2.2.13. Concepto de Fuerza y Deformación para los Elastómeros:**

Los materiales de uso ortodóntico en su mayoría son elásticos formados por un componente elastomérico, debido a este componente presentan dos características fundamentales las cuales son tensión definido como la distribución interna de la carga definida en términos de desviación por unidad de longitud y la deformación que se considera como la distorsión interna producida por dicha carga definida en términos de desviación por unidad de longitud. La tensión y la deformación son características consideradas internas, las cuales se pueden medir mediante instrumentos especializados teniendo en cuenta la superficie y la longitud,

cuando hablamos de ortodoncia debemos tener en cuenta tres propiedades las cuales son fundamentales: resistencia, elasticidad y recorrido (estas propiedades se pueden representar con un diagrama de fuerza-desviación o de tensión-deformación). La resistencia se mide en unidades de tensión siendo el Pascal (Pa) la unidad estándar internacional, pero en el sistema ingles se usa g/cm<sup>2</sup> siendo su unidad de conversión  $100 \text{ g/cm}^2 = 10 \text{ MPa}$ . El problema de la deformación radica en que la fuerza modifica la composición molecular impidiendo que retornen a su longitud o forma original, lo que genera resultados indeseados; por ejemplo, no lograr el desplazamiento de una pieza dental o el cierre de un diastema por lo que el tiempo estimado de tratamiento se vería prolongado. Se ha demostrado que a pocas horas de su colocación las modificaciones moleculares comienzan a suceder a favor de la pérdida de fuerza o modificación de su longitud. Entre 28 - 50 % de la fuerza inicial de las cadenas, se ve modificada entre las primeras 8 - 10 horas posteriores a su colocación (11).

#### **2.2.14. Dinamómetro**

El dinamómetro presenta muchos usos en diferentes carreras y especialidades, en odontología se usa para poder medir la fuerza de tracción que pueden resistir algunos materiales antes de llegar a una deformación física que altera sus propiedades y limita su uso en odontología. Teniendo como funciones más específicas, la medición del peso teniendo en cuenta que después de cada uso o cambio de lugar deberá calibrarse, siendo la función más empleada en odontología se usa para calcular la fuerza y para saber cuánto se deforman los materiales dentales que han sido sometidos a grandes esfuerzos o para conocer las fuerzas aplicables en cada tratamiento odontológico. Con este práctico instrumento lograremos conocer la elasticidad de los materiales (9).

#### **Tipos de Dinamómetro:**

- Dinamómetros mecánicos, los cuales son los más empleados debido a su precisión (desviación máxima de  $\pm 0.3\%$  de la carga y rango de taraje del 20%) y a su seguridad.
- Dinamómetros electrónicos, que cuentan con una interfaz de datos, y en algunos casos con un software encargado de transferir los datos de la medición hasta nuestro ordenador (9).

### **Partes de un Dinamómetro:**

La parte principal de un dinamómetro es el cilindro, el cual contiene en su interior un cilindro mayor, que alberga un muelle. Además, cuenta con un par de ganchos, uno en cada extremo. El cilindro hueco exterior que rodea al muelle lleva marcada una escala, de tal modo que, al ejercer una fuerza sobre el gancho, el cursor se irá moviendo, indicando el valor de la fuerza. Junto a la aguja indicadora de la fuerza, el dinamómetro posee un resorte en su interior que se alargará al aplicarse una fuerza sobre él (11).

### **2.2.15. Máquina de Tracción**

Las máquinas de tracción son también conocidas como máquinas universales, es un elemento imprescindible en las investigaciones de resistencias de los materiales odontológicos. Como ya se mencionó anteriormente en ortodoncia la máquina de tracción nos ayuda a medir la fuerza necesaria para deformar las cadenas elastoméricas, estos estudios suelen usar la curva de tensión-deformación. Con la curva antes mencionada podemos tener acceso a las medidas de las deformaciones elásticas, sus deformaciones plásticas y su estricción, estos resultados nos darán acceso a datos como los límites de proporcionalidad o de elasticidad. De esta manera podremos asegurar que el material escogido fallará o no a la hora de realizar las funciones que le serían encomendadas. Para realizar este tipo de estudios, debemos contar con el equipamiento necesario, los cuales destacan por su imprescindibilidad.

Estas herramientas constan de dos partes:

1- El dispositivo productor de cargas, que puede ser mecánico o neumático y que cuenta con un cabezal fijo y otro móvil.

2- La otra parte sería el dispositivo medidor de cargas y desplazamientos registrados, que es electrónico, regula la aplicación de la carga y genera los diagramas que provoca el comportamiento de la probeta (24).

#### **2.2.16. Bebidas Pigmentantes:**

Las bebidas pigmentantes son de uso diario debido a su facilidad para adquirirlas entre ellas las más comunes son las gaseosas, el café, vino, entre otras. Cuando nos referimos a pigmentación nos referimos al cambio de la tonalidad del color que se produce en cualquier pieza dentaria, material de uso dentario o a la pérdida de su brillo.

Así como la presencia de pigmentos de color, en estas bebidas encontramos una variación en el pH salival lo que genera también la alteración de las propiedades físicas de ciertos materiales en este caso los de uso ortodóntico como las ligas, las cadenas de poder, entre otras. Esta variación en las propiedades físicas dependerá de factores como la concentración de la sustancia y el tiempo de exposición. Estas pigmentaciones pueden ser extrínsecas dentarias lo cual se produce cuando se consume sustancias cromógenas entrando en contacto con la película adquirida, lo que provoca una atracción de las partículas pigmentantes y así permitiendo su adherencia en la pieza dentaria (25).

#### **2.2.17. Colutorios Bucal con y sin Alcohol:**

En el mercado actual tenemos muchas presentaciones de colutorios bucales con concentraciones de alcohol muy variadas, pero en la fórmula cotidiana el alcohol es parte primordial en la formulación de un gran número de enjuagues. La función del alcohol en los



colutorios es la de vehículo disolvente de los principios activos de los enjuagues, también de forma adicional aporta sus propiedades antisépticas, además de ser un conservante activo de los componentes de la formulación, pero también posee características negativas siendo señalada por afectar o lesionar los tejidos de la cavidad oral y por la dosificación del pH lo que favorece a la alteración de algunos materiales de uso odontológico cuando se usa de manera constante. Sin embargo, el uso de colutorios puede presentar ciertos efectos secundarios, por esto a finales de los años 70 aparecieron publicaciones científicas que sugerían una posible asociación entre el uso diario de enjuagues bucales con alto contenido en alcohol y la aparición de cáncer orofaríngeo por lo cual se empezó a cuestionar la seguridad del alcohol como componente de enjuagues bucales (26).

#### **2.2.18. Saliva**

La saliva contiene amilasa y es considerada como un fluido importante para el avance de varios diagnósticos y condiciones fisiológicas, teniendo en cuenta que es de gran aporte para varias áreas y profesionales de la salud. Esta sustancia tiene antioxidantes salivales los cuales ayudan a un mejor resultado de diferentes tratamientos, además tiene gran importancia en la percepción de alimentos. Según diversos estudios, la saliva modula las sensaciones orales, como son la astringencia y sabores básicos, así como también la percepción del aroma (1). Varios neurotransmisores, incluidos la acetilcolina, la norepinefrina, el péptido intestinal vasoactivo, la sustancia P y el óxido nítrico, trabajan como transmisores en la secreción salival. Se investigaron las funciones de la saliva en la prevención de la cavidad oral, en lo cual una baja producción de saliva puede producir xerostomía y retrasar la eliminación de los alimentos, es por ello que este tipo de caso está más propenso a caries dental. Teniendo el odontólogo que informar la situación al paciente para buscar una solución a este característico flujo salival (21).

### **2.3.- Terminología Básica:**

#### **1. Cadenas Elastoméricas:**

Es un material elastómero compuesto por polímero, usado en la especialidad de ortodoncia por su bajo costo y facilidad de colocación, es de gran ayuda para generar un mejor movimiento dental, cerrar espacios y corrección de rotaciones.

#### **2. Usos clínicos de las cadenas elastoméricas:**

Las cadenas elastoméricas tienen gran aceptación por el ortodoncista debido al material flexible que evita posibles traumas intraorales en el paciente y ayuda en los problemas de maloclusión. Existen varios tipos y diámetros de cadenas para el buen resultado del tratamiento.

#### **3. Fuerza ideal para producir el movimiento dental:**

Desde inicio del tratamiento de ortodoncia se utiliza la fuerza aplicada, para poder generar dicha fuerza es necesario saber cuál es el objetivo del tratamiento y así poder plantear la magnitud de fuerza que se utilizara para generar el movimiento dental.

#### **4. Dinamómetro:**

Instrumento para medir la tracción, la fuerza y la deformación de los materiales dentales a los cuales se les ha aplicado algún tipo de fuerza o variado en su elasticidad.

#### **5. Bebidas Pigmentantes:**

Son de gran consumo en la vida diaria, de manera muy accesible estas bebidas pigmentantes están en nuestro entorno y es por ello que al consumirlas produce un cambio de tonalidad en las piezas dentarias, variando también en el pH salival alterando ciertas propiedades de los materiales ortodónticos.

## **6. Colutorios bucales con y sin alcohol:**

Estos colutorios en su gran mayoría se encuentran en presentaciones con alcohol, teniendo una función antiséptica, pero su uso excesivo puede dañar los tejidos de la cavidad oral debido a su composición, es por ello que se recomienda el uso de colutorio bucal sin alcohol para evitar los efectos producidos por el colutorio bucal con alcohol.

### **2.4.- Formulación de Hipótesis:**

#### **2.4.1.- Hipótesis General:**

**Hi:** Existe una degradación en la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro.

**Ho:** No existe una degradación en la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro.

#### **2.4.2. Hipótesis Específicas:**

##### **Hipótesis Especifica 1**

**Hi:** Las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

**Ho:** Las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes no presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

### **Hipótesis Especifica 2**

**Hi:** Las cadenas elastoméricas expuestas a colutorios bucales con alcohol presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

**Ho:** Las cadenas elastoméricas expuestas a colutorios bucales con alcohol no presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

### **Hipótesis Especifica 3**

**Hi:** Las cadenas elastoméricas expuestas a colutorios bucales sin alcohol presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

**Ho:** Las cadenas elastoméricas expuestas a colutorios bucales sin alcohol no presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días, estudio in Vitro

### **Hipótesis Especifica 4**

**Hi:** Los colutorios bucales con alcohol presentaron mayor variación en la fuerza tensional residual a diferencia de las bebidas pigmentantes y colutorios bucales sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

**Ho:** Los colutorios bucales con alcohol no presentaron mayor variación en la fuerza tensional residual a diferencia de las bebidas pigmentantes y colutorios bucales sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

### **Hipótesis Especifica 5**

**Hi:** Las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en colutorio bucal con alcohol expuestas en el periodo de tiempo de 7 y 28 días tuvieron una mayor variación en la fuerza tensional residual que el grupo que fue sumergido en gaseosa a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

**Ho:** Las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en colutorio bucal con alcohol expuestas en el periodo de tiempo de 7 y 28 días no tuvieron una mayor variación en la fuerza tensional residual que el grupo que fue sumergido en gaseosa a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

## **2.5.- Variables e Indicadores:**

- **Variable Independiente:**

Bebidas Pigmentantes, colutorios

- **Variable Dependiente:**

Fuerza Tensional

- **Variable Interviniente:**

Tiempo

- **Indicadores:**

Dinamómetro

Coca Cola

Café

Listerine con alcohol

Listerine sin alcohol

Días

**Operacionalización de Variable:**

<b>Variables</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de Medición</b>	<b>Escala Valorativa</b>
<b>Fuerza Tensional (V. Dependiente)</b>	Es la fuerza necesaria para poder realizar el movimiento de las piezas dentarias	-----	Dinamómetro	Nominal	Newton (N)
<b>Bebidas Pigmentantes (Independiente)</b>	La exposición a bebidas pigmentantes tiende a dañar o modificar algunas propiedades de las cadenas elastoméricas	-----	Coca Cola Café	Nominal	Presencia Ausencia
<b>Colutorios (Independiente)</b>	La exposición a colutorio bucal tiende a variar el pH salival lo que degrada propiedades de la cadena elastómeras.	-----	Listerine Con Alcohol Listerine Sin Alcohol	Nominal	Presencia Ausencia
<b>Tiempo (V. Interviniente)</b>	A mayor tiempo se producirá una deformación de la cadena elastomérica.	-----	Días	Ordinal	1 día 7 días 14 días 28 días

## **CAPITULO III: DISEÑO Y MÉTODO**

### **3.1.- Tipo y Nivel de Investigación:**

#### **Tipo de Investigación**

El tipo de investigación es aplicada, visto que el resultado obtenido ayuda a mejorar los tratamientos ortodónticos los cuales pueden tener una aplicación de fuerza de la cadena más estable.

#### **Método de la Investigación:**

El método de investigación que se empleó en el presente trabajo de investigación es hipotético – deductivo, mediante la observación se planteó una hipótesis la cual se comprobó mediante la recolección de datos y la comparación de variables.

#### **Enfoque de la Investigación**

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo, el presente trabajo de investigación nos permitió realizar pruebas estadísticas dándonos resultados porcentuales y gráficos, los cuales se pudieron comparar y obtener valores numéricos.

#### **Diseños de la Investigación**

**Experimental:** Debido a que los efectos producidos por las variables dependiente se deben exclusivamente a la variable independiente.

**Analítico:** Por que buscó relación entre las variables estudiadas.

**Transversal:** La recaudación de la información del presente trabajo de estudio se realizó mediante una única medición, ya que el investigador tendrá contacto con la población en un único periodo de tiempo.

**Prospectivo:** Porque tuvo como objetivo predecir un posible resultado en forma anticipada.



### **3.2.- Población, Muestra y Muestreo**

#### **Población:**

La población de este trabajo de investigación fue conformada por 255 cadenas elastoméricas, divididas en cinco grupos, el primer grupo fue el grupo control y los cuatro grupos restantes fueron sumergidos en cuatro diferentes sustancias, las cuales fueron colutorios bucales con alcohol y sin alcohol y bebidas pigmentantes (café y coca cola).

#### **Muestra:**

Se trabajó con 255 cadenas elastoméricas, 15 cadenas fueron tomadas para el grupo control y 240 cadenas elastoméricas se dividieron en cuatro grupos de 60 cadenas elastoméricas teniendo en cuenta cuatro intervalos de tiempo con 15 cadenas de 5 eslabones cada una.

#### **Muestreo:**

Muestreo no probabilístico intencional.

#### **Criterios de inclusión:**

- Solo se usaron cadenas elastoméricas sintéticas.
- Las cadenas elastoméricas fueron nuevas.
- Las cadenas elastoméricas fueron provenientes del mismo lote.
- Cadenas elastoméricas que no han estado expuesto al medio ambiente.
- Cadenas elastoméricas con la fecha de vencimiento vigente.

#### **Criterios de Exclusión:**

- Cadenas con algún tipo de falla de fábrica.
- Cadenas con empaques dañados o abiertos.

### **3.3.- Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos**

#### **3.3.1.- Técnica:**

En el presente trabajo de investigación de tipo In Vitro se utilizó la técnica observacional para la recolección de datos. Para ello, se solicitó una carta de presentación a la Universidad Norbert Wiener la cual se llevó al Centro odontológico Unisonrisas para poder utilizar sus instalaciones e instrumentos, de igual manera se procedió a la elaboración de las tabletas donde se colocaron las cadenas elastoméricas, las cuales fueron confeccionadas con acrílico transparente de autocurado Vitacryl de 250 mm de largo, 70 mm de ancho y 5 mm de espesor. En cada una de ellas se realizaron perforaciones con 5 mm de separación entre ellas, dichas perforaciones tuvieron una profundidad de 5 mm y fueron realizadas con una fresa redonda multilaminada de carburo, esto para poder insertar pines metálicos de 15 mm de alto confeccionados con alambre ortodóntico de acero inoxidable de 1.2 mm de diámetro y fueron fijados dentro de las perforaciones con acrílico de autocurado transparente; en donde se mantuvieron las muestras de cadenas elastoméricas traccionadas a una distancia de 23.5 mm, con el objetivo de analizar la degradación de fuerza a causa de un estiramiento constante en los intervalos de tiempo establecidos para el estudio. Las muestras fueron preparadas a partir de la cadena elastomérica de tramo cerrado con memoria y transparente, luego de realizada la compra de las cadenas se realizó el control de calidad buscando fallas y homogeneidad de la superficie. Antes de la ejecución de la investigación se realizó una prueba piloto en donde se formaron 5 grupos de 20 cadenas tomando 5 cadenas elastoméricas según los intervalos de tiempo establecidos haciendo un total de 100 cadenas, con los resultados obtenidos se pudo confirmar la fiabilidad de la ficha de recolección de datos y proceder con la investigación. Para ello con ayuda de una tijera de mayo recta se cortaron 255 muestras de cadenas elastoméricas de 5 eslabones, cada uno de estos segmentos fueron colocados

en las plantillas personalizadas con la ayuda de una pinza Mathieu. Tomando en cuenta cada una de las sustancias estudiadas se tuvo cuatro grupos de 60 cadenas elastoméricas teniendo cuatro intervalos de tiempo con 15 cadenas de 5 eslabones cada una y un grupo adicional el cual fue como control. Las tabletas fueron introducidas en diferentes recipientes plásticos con un volumen de 400ml en cada uno de ellos y los cuales estuvieron rotulados de la siguiente manera: agua destilada (sustancia control), colutorio bucal con alcohol, colutorio bucal sin alcohol, bebida carbonatada (gaseosa) y café. Cada tableta fue sumergida tres veces durante un intervalo de 24 horas (6 am, 2 pm y 10 pm), el tiempo de sumersión fue de 60 segundos en cada uno de los intervalos mencionados anteriormente, entre cada intervalo mientras que la tableta no se encontraba sumergida en la sustancia estudiada reposó en un líquido neutro (agua destilada). La degradación de la fuerza fue evaluada mediante un Dinamómetro de Tracción, antes de comenzar cada medición en el intervalo de tiempo establecido (1 día, 7 días, 14 días y 28 días) el instrumento fue calibrado para garantizar su óptimo desempeño, los datos obtenidos fueron registrados en la ficha de recolección de datos AD-HOC (**Anexo 2**), lo que permitió observar a más detalle los resultados obtenidos mediante la medición de las cadenas elastoméricas. Todas las cadenas elastoméricas fueron manipuladas y medidas de la misma manera hasta alcanzar su rompimiento.

### **Descripción de Instrumentos:**

Para el presente estudio al ser de tipo observacional y experimental se confeccionó una ficha de observación AD-HOC para la recolección de datos, este formato de fichas son ampliamente usadas en investigaciones de este tipo debido a su alta confiabilidad y eficacia al momento de recolectar datos, siendo su característica más sobresaliente la amplia variación de usos que puede tener, para la confección de dicha ficha se planteó de

manera directa el objetivo principal de la observación y las tablas de toma de datos fueron desarrolladas tomando en cuenta las variables y todas las pautas de la observación. Este instrumento nos permitió registrar de manera adecuada todas las medidas que se realizaron mediante el dinamómetro tomando en cuenta el tiempo y la fuerza requerida para la deformación de las propiedades físicas de la cadena elastomérica.

#### **Validación:**

Para el presente trabajo se utilizó la ficha de observación AD-HOC, la cual no necesito validarse por ser una ficha de recolección de datos para un estudio In Vitro.

#### **Confiabilidad:**

Para determinar la confiabilidad de la ficha de observación AD-HOC de recolección de datos se realizó una prueba piloto de Survey, para ello se tomó como muestra 5 cadenas elastoméricas por cada grupo a estudiar siendo un total de 100 cadenas elastoméricas y se utilizó la ficha de observación AD-HOC para recolectar los datos, como resultado de esta prueba se pudo demostrar la credibilidad de la ficha en mención.

### **3.4. Procesamiento y análisis de datos:**

La recolección de los datos se efectuó en los meses de Setiembre hasta Octubre del año 2022 y se realizó de manera intercalada siguiendo el cronograma de días propuestos y las mediciones se llevaron a cabo en el Centro Odontológico Unisonrisas, todos los datos obtenidos durante este periodo de tiempo fueron ordenados y procesados, en una hoja de cálculo del programa de office Excel para poder ser analizados en el programa IBM SPSS Statistics 25 (Statistical Package for the Social Sciences) para Windows 10, a partir de este programa se crearon los cuadros y gráficos estadísticos dependiendo del tipo de variable, en

las variables cualitativas fueron evaluadas en tablas de frecuencia y porcentaje, por otro lado en las variables cuantitativas fueron evaluadas en tablas de media y desviación estándar, y se trabajó con una confiabilidad del 95%.

### **3.5. Aspectos éticos:**

El presente trabajo de investigación al tener un enfoque experimental in Vitro no requirió la participación del comité de ética, en vista de que la muestra a estudiar es in Vitro.

## **CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

#### 4.1. Resultados:

**Tabla 1:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro.

Tiempo	Fuerza Tensional Residual									
	Grupo Control		Colutorio con Alcohol		Colutorio sin Alcohol		Café		Gaseosa	
	X(N)	D.E.	X(N)	D.E.	X(N)	D.E.	X (N)	D.E.	X (N)	D.E.
<b>1 día</b>	20.88	1.34	20.31	0.50	20.05	1.19	21.36	2.09	20.85	1.12
<b>7 día</b>	20.82	0.69	19.81	0.62	20.00	1.23	21.26	0.58	20.39	1.11
<b>14 día</b>	20.43	1.07	19.81	0.27	19.25	1.05	21.35	0.85	20.19	1.41
<b>28 día</b>	20.25	1.04	18.56	0.53	18.53	0.87	20.13	1.73	20.19	1.45

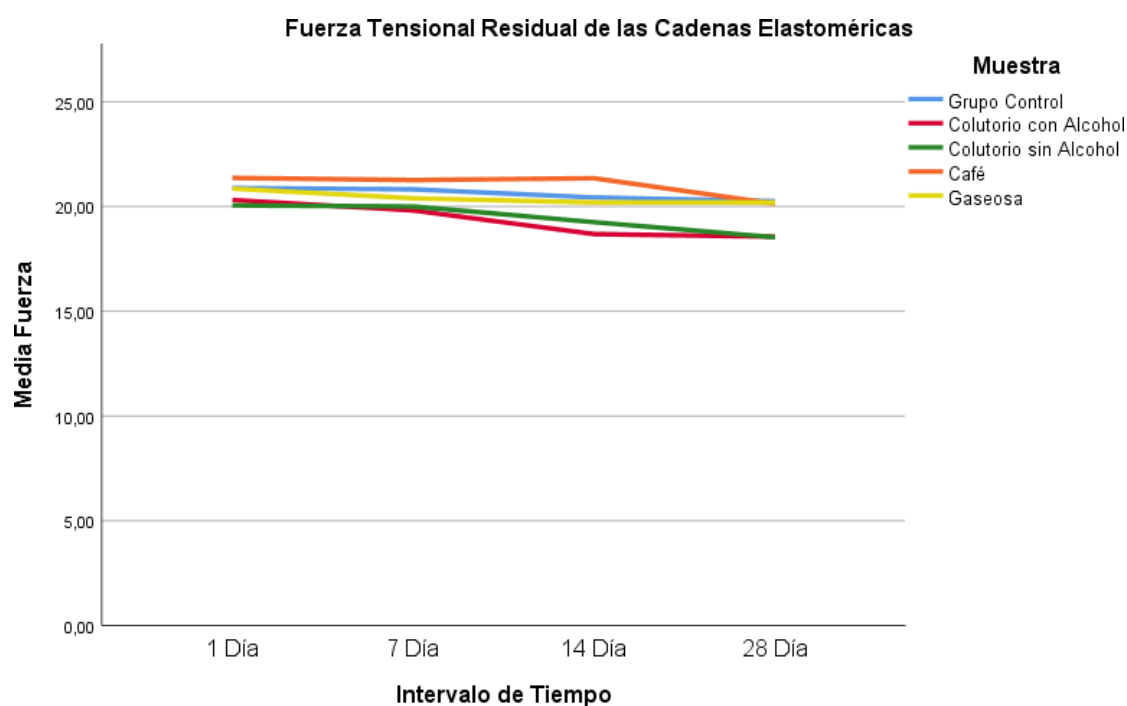
Fuente: Elaboración Propia

X: Promedio

D.E.: Desviación Estándar

N: Newton

**Gráfico 1:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro.



**Interpretación de Resultado:** En la tabla N° 1 y en el gráfico N°1 respecto a la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro se observó que en el intervalo de 1 día, las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en café resistieron una fuerza promedio de 21.36 N y las cadenas elastoméricas sometidas a colutorio sin alcohol resistieron una fuerza promedio de 20.05 N antes de llegar al rompimiento. Asimismo, en el intervalo de 28 días, las cadenas sumergidas en gaseosa resistieron una fuerza promedio de 20.19 N y las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal sin alcohol resistieron una fuerza promedio de 18.53 N antes de llegar al rompimiento.



**Tabla 2:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

Tiempo	Fuerza Tensional Residual					
	Grupo Control		Café		Gaseosa	
	X(N)	D.E.	X (N)	D.E.	X (N)	D.E.
<b>7 día</b>	20.82	0.69	21.26	0.58	20.39	1.11
<b>28 día</b>	20.25	1.04	20.13	1.73	20.19	1.45

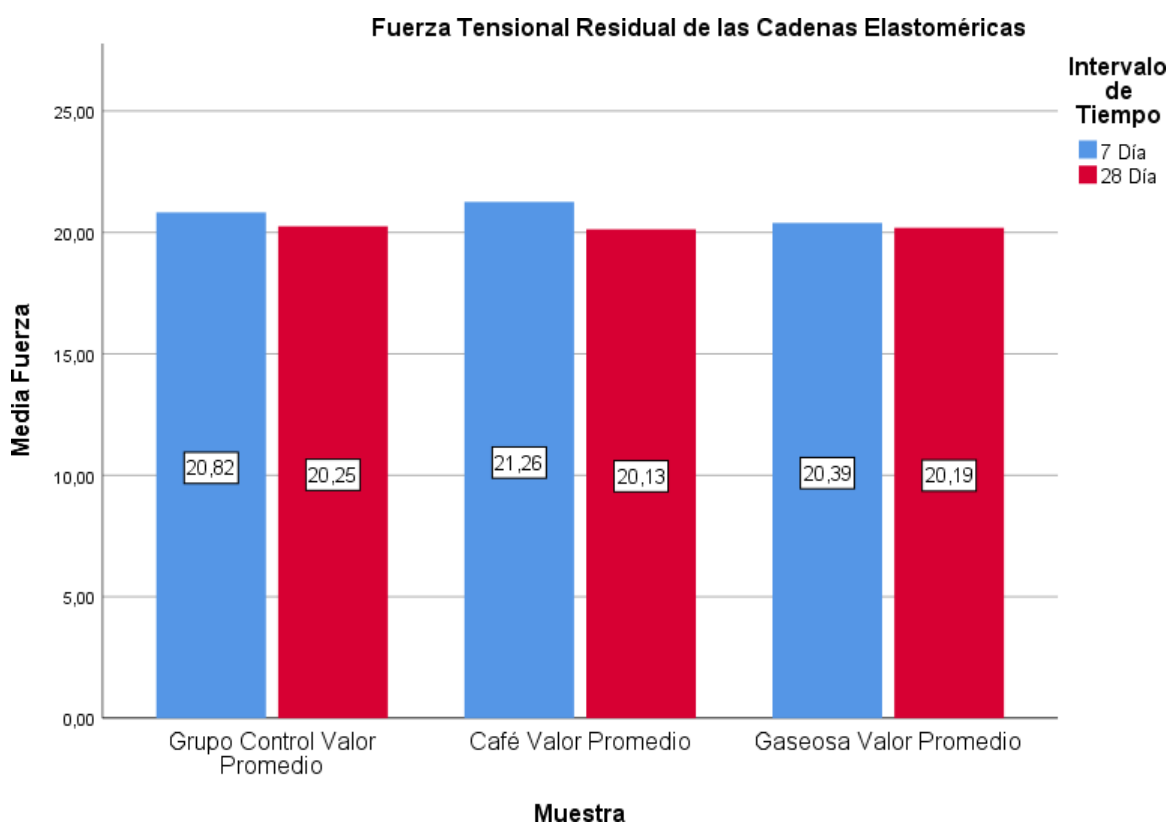
Fuente: Elaboración Propia

X: Promedio

D.E.: Desviación Estándar

N: Newton

**Gráfico 2:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.



**Interpretación de Resultado:** En la tabla N° 2 y en el gráfico N°2 respecto a la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes a los 7 y 28 días, estudio in Vitro se observó que, durante el intervalo de 7 días, las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en café resistieron una fuerza promedio de 21.26 N en comparación con las cadenas elastoméricas sumergidas en gaseosa con una fuerza promedio de 20.39 N antes de llegar al rompimiento. Asimismo, en el intervalo de 28 días, las cadenas sumergidas en gaseosa resistieron una fuerza promedio de 20.19 N en comparación de las cadenas elastoméricas sumergidas en café con una fuerza promedio de 20.13 N antes de llegar al rompimiento.

**Tabla 3:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

Tiempo	Fuerza Tensional Residual			
	Grupo Control		Colutorio con Alcohol	
	X(N)	D.E.	X(N)	D.E.
<b>7 día</b>	20.82	0.69	19.81	0.62
<b>28 día</b>	20.25	1.04	18.56	0.53

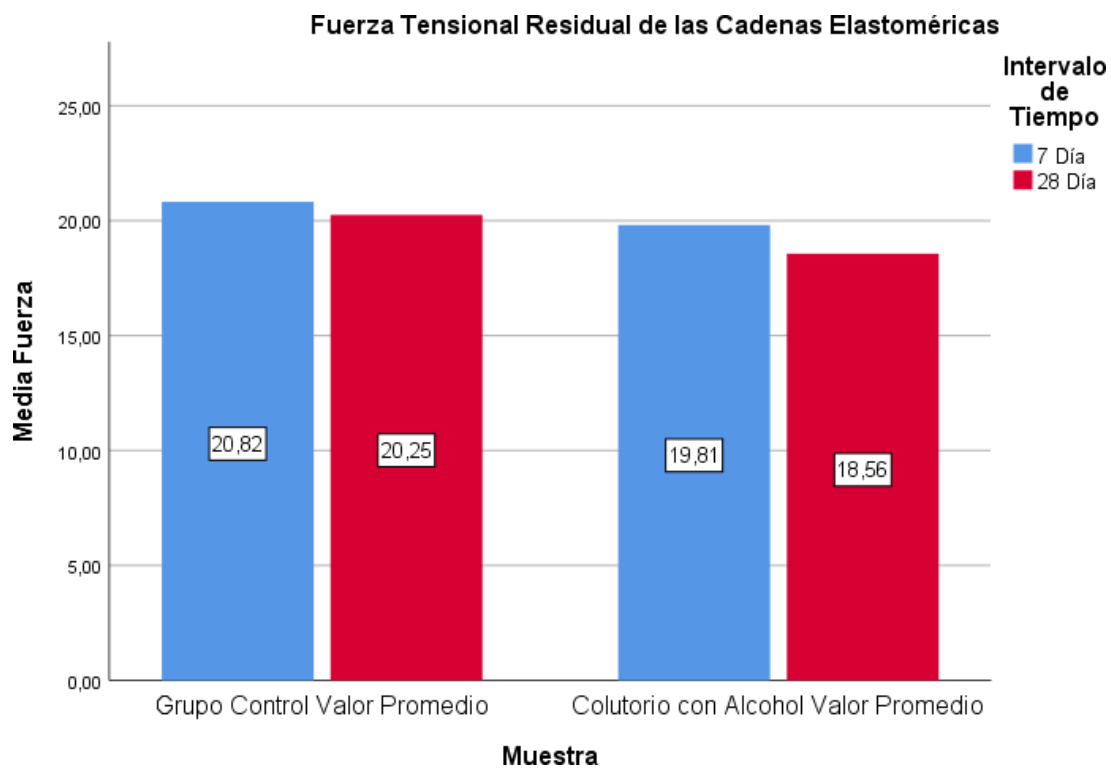
Fuente: Elaboración Propia

X: Promedio

D.E.: Desviación Estándar

N: Newton

**Gráfico 3:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.



**Interpretación de Resultado:** En la tabla N° 3 y en el gráfico N°3 respecto a la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol a los 7 y 28 días estudio in Vitro se observó que, durante el intervalo de 7 días resistió una fuerza promedio de 19.81 N en comparación al intervalo de 28 días que resistió una fuerza promedio de 18.56 N antes de llegar al rompimiento.

**Tabla 4:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.

Tiempo	Fuerza Tensional Residual			
	Grupo Control		Colutorio sin Alcohol	
	X(N)	D.E.	X(N)	D.E.
7 día	20.82	0.69	20.00	1.23
28 día	20.25	1.04	18.53	0.87

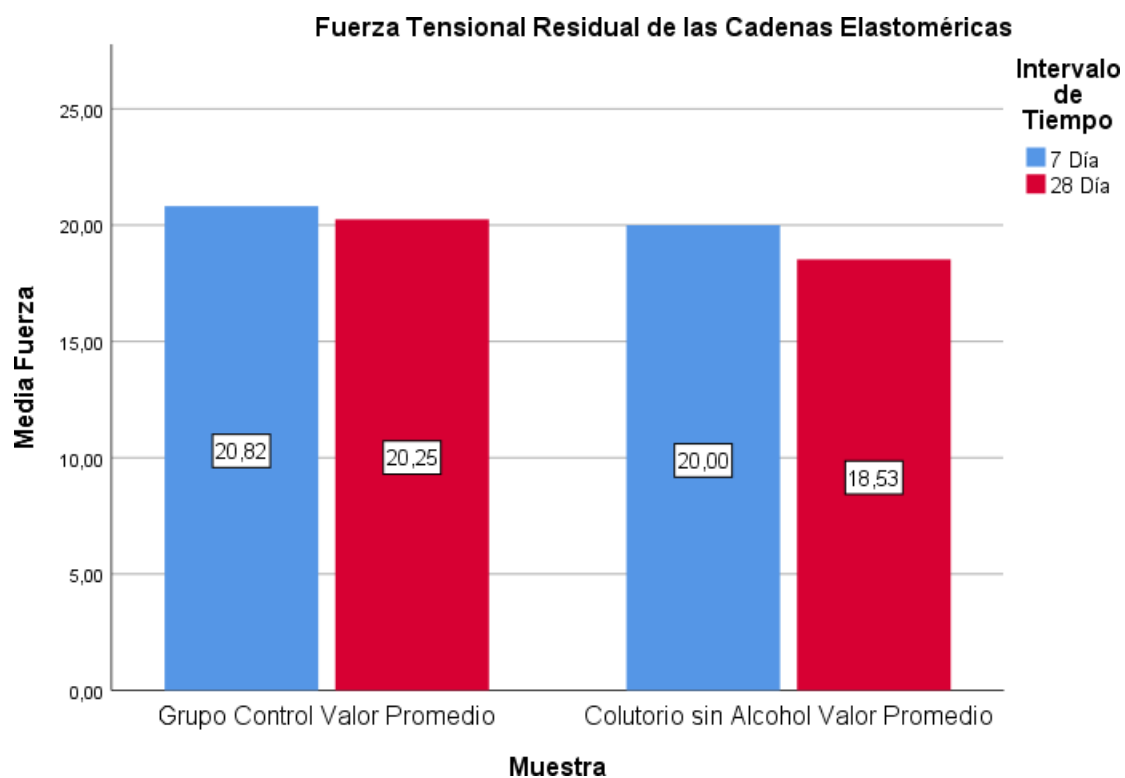
Fuente: Elaboración Propia

X: Promedio

D.E.: Desviación Estándar

N: Newton

**Gráfico 4:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.



**Interpretación de Resultado:** En la tabla N° 4 y en el gráfico N°4 respecto a la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuestas en un colutorio bucal sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro se observó que, durante el intervalo de 7 días resistió una fuerza promedio de 20.00 N en comparación al intervalo de 28 días que resistió una fuerza promedio de 18.53 N antes de llegar al rompimiento.

**Tabla 5:** Fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol a los 7 y 28 días in Vitro.

Tiempo	Fuerza Tensional Residual									
	Grupo Control		Colutorio con Alcohol		Colutorio sin Alcohol		Café		Gaseosa	
	X(N)	D.E.	X(N)	D.E.	X(N)	D.E.	X (N)	D.E.	X (N)	D.E.
<b>7 día</b>	20.82	0.69	19.81	0.62	20.00	1.23	21.26	0.58	20.39	1.11
<b>28 día</b>	20.25	1.04	18.56	0.53	18.53	0.87	20.13	1.73	20.19	1.45

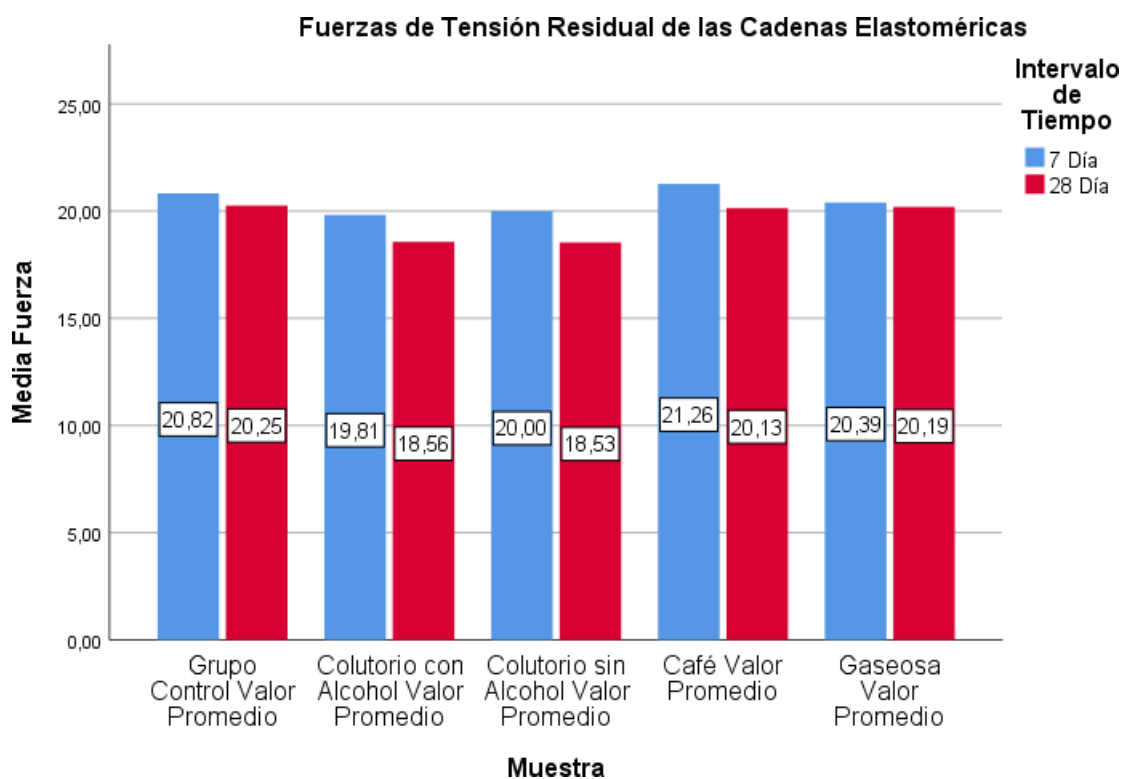
Fuente: Elaboración Propia

X: Promedio

D.E.: Desviación Estándar

N: Newton

**Gráfico 5:** Fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio in Vitro.



**Interpretación de Resultados:** En la tabla N° 5 y en el gráfico N°5 respecto a la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol a los 7 y 28 días estudio in Vitro, se observó que durante el intervalo de 7 días, las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en café resistieron una fuerza promedio de 21.26 N y las cadenas elastoméricas sometidas a colutorio con alcohol resistieron una fuerza promedio de 19.81 N antes de llegar al rompimiento. Asimismo, en el intervalo de 28 días, las cadenas sumergidas en gaseosa resistieron una fuerza promedio de 20.19 N y las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio sin alcohol resistieron una fuerza promedio de 18.53 N antes de llegar al rompimiento.



**Tabla 6:** Fuerzas tensionales residuales de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días, estudio in Vitro.

estudio Tiempo	Fuerza Tensional Residual					
	Grupo Control		Colutorio con Alcohol		Gaseosa	
	X(N)	D.E.	X(N)	D.E.	X (N)	D.E.
7 día	20.82	0.69	19.81	0.62	20.39	1.11
28 día	20.25	1.04	18.56	0.53	20.19	1.45

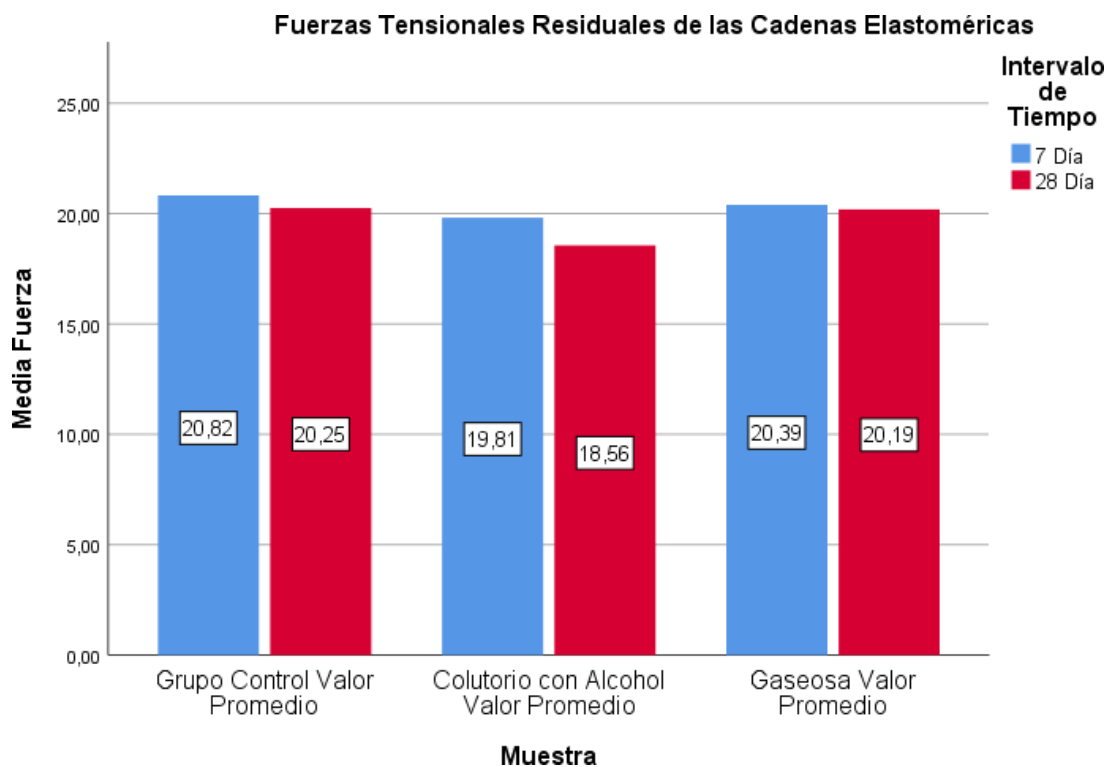
Fuente: Elaboración Propia

X: Promedio

D.E.: Desviación Estándar

N: Newton

**Gráfico 6:** Fuerzas tensionales residuales de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días, estudio in Vitro.



**Interpretación de Resultado:** En la tabla N° 6 y en el gráfico N°6 respecto a la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días, estudio in Vitro se observó que, durante el intervalo de 7 días, las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en gaseosa resistieron una fuerza promedio de 20.39 N en comparación con las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol que resistieron una fuerza promedio de 19.81 N antes de llegar al rompimiento. Asimismo, en el intervalo de 28 días, las cadenas sumergidas en gaseosa resistieron una fuerza promedio de 20.19 N en comparación de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol con una fuerza promedio de 18.56 N antes de llegar al rompimiento.

## COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS GENERAL

**Hi:** Existe una degradación en la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro.

**Ho:** No existe una degradación en la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro

**Tabla N° 7:** Degradación de la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol

<b>Fuerza Tensional Residual</b>				
<b>Grupo de Estudio</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Media</b>	<b>D.S.</b>	<b>p*</b>
<b>Grupo Control</b>	1 día	20.88	1.08	p>0,05
	7 día	20.82	1.79	
	14 día	20.43	1.15	
	28 día	20.25	0.69	
<b>Colutorio con Alcohol</b>	1 día	20.31	0.25	p>0,05
	7 día	19.81	0.38	
	14 día	19.81	0.07	
	28 día	18.56	0.28	
<b>Colutorio sin Alcohol</b>	1 día	20.05	1.43	p<0,05
	7 día	20.00	1.50	
	14 día	19.25	1.11	
	28 día	18.53	0.75	
<b>Café</b>	1 día	21.36	0.34	p<0,05
	7 día	21.26	4.35	
	14 día	21.35	2.94	
	28 día	20.13	0.72	
<b>Gaseosa</b>	1 día	20.85	1.99	p<0,05
	7 día	20.39	1.24	
	14 día	20.19	1.24	
	28 día	20.19	2.12	

Fuente: Elaboración Propia

$p \geq \alpha \rightarrow$  Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

$p < \alpha \rightarrow$  Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir, si Existe una degradación en la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro, ya que se encontró diferencia estadísticamente significativa para Colutorio con Alcohol, Colutorio sin Alcohol, Gaseosa, Café ( $p < \alpha$ ) y se encontró diferencia estadísticamente significativa para Colutorio sin Alcohol, Gaseosa y Café ( $p < 0,05$ ).

## COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1

**Hi:** Las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días.

**Ho:** Las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes no presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días.

**Tabla N° 8:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes a los 7 y 28 días in Vitro.

Fuerza Tensional Residual				
Grupo de Estudio	Tiempo	Media	D.S.	p*
Grupo Control	7 día	20.82	1.79	p>0,05
	28 día	20.25	0.69	
Café	7 día	21.26	4.35	p<0,05
	28 día	20.13	0.72	
Gaseosa	7 día	20.39	1.24	p<0,05
	28 día	20.19	2.12	

Fuente: Elaboración Propia

$p \geq \alpha \rightarrow$  Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

$p < \alpha \rightarrow$  Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir, las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días, estudio In Vitro, ya que se encontró diferencia estadísticamente significativa para Grupo Control, Gaseosa, Café ( $p < \alpha$ ) y se encontró diferencia estadísticamente significativa para Gaseosa y Café ( $p < 0,05$ ).

## COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2

**Hi:** Las cadenas elastoméricas expuestas a colutorios bucales con alcohol presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días

**Ho:** Las cadenas elastoméricas expuestas a colutorios bucales con alcohol no presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días

**Tabla N° 9:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol a los 7 y 28 días in Vitro.

Fuerza Tensional Residual				
Grupo de Estudio	Tiempo	Media	D.S.	p*
Grupo Control	7 día	20.82	1.79	p>0,05
	28 día	20.25	0.69	
Colutorio con Alcohol	7 día	19.81	0.38	p>0,05
	28 día	18.56	0.28	

Fuente: Elaboración Propia

$p \geq \alpha \rightarrow$  Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

$p < \alpha \rightarrow$  Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula, es decir, las cadenas elastoméricas expuestas a colutorios bucales con alcohol no presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días, estudio In Vitro, ya que se encontró diferencia estadísticamente significativa para Grupo Control, Colutorio con Alcohol ( $p>0,05$ ).

### COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 3

**Hi:** Las cadenas elastoméricas expuestas a colutorios bucales sin alcohol presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días.

**Ho:** Las cadenas elastoméricas expuestas a colutorios bucales sin alcohol no presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días.

**Tabla N° 10:** Fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal sin alcohol a los 7 y 28 días in Vitro.

Fuerza Tensional Residual				
Grupo de Estudio	Tiempo	Media	D.S.	p*
Grupo Control	7 día	20.82	1.79	p>0,05
	28 día	20.25	0.69	
Colutorio sin Alcohol	7 día	20.00	1.50	p<0,05
	28 día	18.53	0.75	

Fuente: Elaboración Propia

$p \geq \alpha \rightarrow$  Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

$p < \alpha \rightarrow$  Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir, las cadenas elastoméricas expuestas a colutorios bucales sin alcohol presentaron una variación en la fuerza tensional residual a los 7 y 28 días, estudio In Vitro, ya que se encontró diferencia estadísticamente significativa para Grupo Control ( $p < \alpha$ ) y se encontró diferencia estadísticamente significativa para Colutorio sin Alcohol ( $p < 0,05$ ).

#### COMPROCIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 4

**Hi:** Los colutorios bucales con alcohol presentaron mayor variación en la fuerza tensional residual a diferencia de las bebidas pigmentantes y colutorios bucales sin alcohol a los 7 y 28 días.

**Ho:** Los colutorios bucales con alcohol no presentaron mayor variación en la fuerza tensional residual a diferencia de las bebidas pigmentantes y colutorios bucales sin alcohol a los 7 y 28 días.

**Tabla N° 11:** Las fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol a los 7 y 28 días in Vitro.

<b>Fuerza Tensional Residual</b>				
<b>Grupo de Estudio</b>	<b>Tiempo</b>	<b>Media</b>	<b>D.S.</b>	<b>p*</b>
<b>Grupo Control</b>	7 día	20.82	1.79	p>0,05
	28 día	20.25	0.69	
<b>Colutorio con Alcohol</b>	7 día	19.81	0.38	p>0,05
	28 día	18.56	0.28	
<b>Colutorio sin Alcohol</b>	7 día	20.00	1.50	p<0,05
	28 día	18.53	0.75	
<b>Café</b>	7 día	21.26	4.35	p<0,05
	28 día	20.13	0.72	
<b>Gaseosa</b>	7 día	20.39	1.24	p<0,05
	28 día	20.19	2.12	

Fuente: Elaboración Propia

$p \geq \alpha \rightarrow$  Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

$p < \alpha \rightarrow$  Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula, es decir, los colutorios bucales con alcohol no presentaron mayor variación en la fuerza tensional residual a diferencia de las bebidas pigmentantes y colutorios bucales sin alcohol a los 7 y 28 días, estudio In Vitro, ya que se encontró diferencia estadísticamente significativa para Colutorio con Alcohol, Colutorio sin Alcohol, Gaseosa, Café ( $p < \alpha$ ) y se encontró diferencia estadísticamente significativa para Colutorio sin Alcohol, Gaseosa y Café ( $p < 0,05$ ).

## COMPROBACIÓN DE HIPÓTESIS ESPECÍFICA 5

**Hi:** Las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en colutorio bucal con alcohol expuestas en el periodo de tiempo de 7 y 28 días tuvieron una mayor variación en la fuerza tensional residual que el grupo que fue sumergido en gaseosa a los 7 y 28 días.

**Ho:** Las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en colutorio bucal con alcohol expuestas en el periodo de tiempo de 7 y 28 días no tuvieron una mayor variación en la fuerza tensional residual que el grupo que fue sumergido en gaseosa a los 7 y 28 días.

**Tabla N° 12:** Fuerzas tensionales residuales de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días in Vitro.

Fuerza Tensional Residual				
Grupo de Estudio	Tiempo	Media	D.S.	p*
<b>Grupo Control</b>	7 día	20.82	1.79	p>0,05
	28 día	20.25	0.69	
<b>Colutorio con Alcohol</b>	7 día	19.81	0.38	p>0,05
	28 día	18.56	0.28	
<b>Gaseosa</b>	7 día	20.39	1.24	p<0,05
	28 día	20.19	2.12	

Fuente: Elaboración Propia

$p \geq \alpha \rightarrow$  Se acepta la hipótesis nula  $H_0$

$p < \alpha \rightarrow$  Se rechaza la hipótesis nula  $H_0$

Por lo tanto, aceptamos la hipótesis nula, es decir, las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en colutorio bucal con alcohol expuestas en el periodo de tiempo de 7 y 28 días no tuvieron una mayor variación en la fuerza tensional residual que el grupo que fue sumergido en gaseosa a los 7 y 28 días, estudio In Vitro, ya que se encontró diferencia estadísticamente significativa para Grupo Control, Colutorio con Alcohol, Gaseosa ( $p < \alpha$ ) y se encontró diferencia estadísticamente significativa para Gaseosa ( $p < 0,05$ ).



#### **4.2.- Discusión:**

En nuestra rutina diaria solemos consumir productos que afectan de manera directa la fuerza de las cadenas elastoméricas, diversos factores como la temperatura, acidez de las sustancias, cambios bruscos del pH salival, la luz solar, la higiene oral y los efectos de las fuerzas masticatorias actúan como agentes en la degradación de fuerza (Baty DL) (31). El presente estudio In Vitro tuvo como objetivo determinar la variación de la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sumergidas en bebidas pigmentantes como el café y la gaseosa Coca Cola<sup>®</sup>, así como también los colutorios bucales con y sin alcohol (Listerine<sup>®</sup>) en diferentes intervalos de tiempo. Las cadenas elastoméricas son de gran utilidad en la odontología siendo el pilar más importante de la especialidad de ortodoncia y siendo utilizadas desde la década de los 60 en la práctica ortodóntica, sirven para generar fuerzas leves y continuas para mover piezas dentales, siendo sus principales características su bajo costo y fácil colocación; sin embargo, la principal debilidad es poder brindar niveles de fuerza continua por un periodo prolongado de tiempo (Tuesta O, 2000) (Lopes da Silva D, 2009) (32). En estudios de similares características sobre las cadenas elastómeras, llegaron a la conclusión de que este tipo de materiales no puede producir niveles constantes de fuerza por períodos prolongados de tiempo y que la mayor pérdida de su fuerza ocurre en las primeras horas. Después de este período y al ser sometida a la saliva y sustancias de consumo diario la pérdida de fuerza tiende a ser más gradual. En el año 2021, el Doctor Andhare y sus colaboradores (12), realizaron una comparación de los resultados obtenidos en pruebas In vivo e In vitro con respecto a la degradación de la fuerza tensional llegando a la conclusión que los resultados de las pruebas In Vitro presentaron un mayor número de casos de degradación de la fuerza tensional en el intervalo de las 3 semanas, es por ello que en el presente trabajo de investigación se decidió optar por el estudio de manera In vitro. En

los tratamientos ortodónticos convencionales la fuerza óptima requerida para el cierre de espacios es controversial. En el presente trabajo de investigación se utilizó una fuerza inicial de 1.962 N sobre las cadenas elastoméricas esto siguiendo estudios realizados por diversos investigadores entre ellos Andreasen y Zwanziger, Quinn y Yoshikawa (Reitan, 1957) (Tuesta O, 2000) (32). Es importante determinar la fuerza ejercida sobre la cadena para poder llevar un control de la fuerza inicial y final que se utilizara durante la investigación, el control se justifica para poder eliminar las posibles diferencias entre las marcas y poder estandarizar las muestras para su posterior análisis. En este estudio las cadenas elastoméricas fueron estiradas a 23.5 mm en comparación al trabajo realizado por el doctor Kassir y colaboradores, quien en el año 2020 realizó un trabajo de investigación en el cual estableció una medida de 25 mm para el estiramiento de las cadenas elastoméricas siendo esta medida la distancia promedio que existe en los tratamientos ortodónticos convencionales (28), sin embargo en estudios previos de similares características presentan un margen de variación de más o menos 1.5 mm, en vista de que teniendo diferentes medidas de longitud se puede observar que se genera una variación en la fuerza tensional y en la deformación de la cadena al romper la composición molecular en tan poco tiempo (11).

En el presente trabajo de investigación se obtuvo como mayor valor 21,36N durante la primera medición de las cadenas elastoméricas sumergidas en café, a diferencia del valor obtenido en la cuarta medición en las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal sin alcohol siendo 18,53 N, en la revisión bibliográfica de trabajos de similares características se encontró el trabajo del doctor Torres y sus colaboradores (2019) quienes obtuvieron como característica significativa el aumento de la fuerza tensional residual de acuerdo al tiempo en cuatro marcas diferentes que tiene como única referencia que su estudio no presentó sustancia de degradación y utilizaron cadenas de

diferentes tipos. En el estudio del doctor Martínez y colaboradores en el año 2021 (11), utilizaron 3 tipos de cadenas elastoméricas teniendo un mejor resultado la marca TP Orthodontics (1.610 N > 1.240 N), la cual fue sumergida en saliva artificial durante los periodos establecidos por el autor superando a Ormco y Unitek de la casa 3M. En este estudio se utilizaron cadenas elastoméricas de la marca Morelli las cuales se sometieron a cuatro diferentes sustancias teniendo el mayor resultado en la fuerza tensional de las cadenas elastoméricas sumergidas en café (2.09 > 1.73). Según el estudio del doctor Behnaz y colaboradores en el año 2018, quiso comprobar el efecto de los colutorios bucales sobre las cadenas elastoméricas en cuatro marcas distintas, para ello utilizó enjuagues bucales que contienen fluoruro de sodio y peróxido de hidrogeno, obteniendo un 48,34 y 53,38% a diferencia del grupo control con 42,18% demostrando que si existe una variación de las cadenas elastoméricas en su fuerza de descomposición (13). Es por ello que, en este estudio, tomando como referencia el resultado del doctor Behnaz se utilizaron colutorios bucales de la marca Listerine teniendo como característica que uno contenga alcohol y el otro sea sin alcohol, observando así que en los resultados la mayor degradación se dió en las cadenas elastoméricas que se sumergieron en colutorio bucal sin alcohol.

Según el estudio del doctor Morales y sus colaboradores en el año 2014, quisieron determinar la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas, utilizaron dos marcas de cadenas diferentes y fueron sumergidas en saliva artificial según el intervalo de tiempo que planteó este estudio, teniendo así una diferencia durante el estudio obteniendo valores entre  $p > 0,001$  y  $p > 0,299$ . En este trabajo de investigación se utilizó la marca Morelli la cual fue sumergida en agua destilada teniendo como intervalo de medición 1 día, 7 días, 14 días y 28 días, en cada medición se diferencia una disminución en su fuerza tensional que va desde 1,34 a 0,69N.

## **CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1.- Conclusiones:**

1. Se encuentra una mayor variación en la degradación de la fuerza tensional de las cadenas elastoméricas sumergidas en bebidas pigmentantes y colutorio bucal con y sin alcohol en el intervalo de 1 día.
2. La bebida de Café tuvo una menor degradación en los 7 primeros días de haber realizado el estudio demostrando que tiene menor efecto que la gaseosa.
3. A los 7 primeros días de estar sumergidas las cadenas elastoméricas en colutorio bucal con alcohol tiene mayor variación en la degradación de la fuerza tensional que a los 28 días.
4. Se observa una mayor diferencia en las cadenas elastoméricas sumergidas a los 7 días en colutorio sin alcohol que a los 28 días de haber realizado el estudio.
5. Al comparar los resultados obtenidos de las diferentes sustancias, se encuentra una mayor degradación en las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en la bebida de Café durante en intervalo de 7 días de haber iniciado el estudio.
6. Comparando los diferentes grupos de sustancias se concluye que las bebidas pigmentantes cuentan con un mayor efecto con respecto a la degradación de la fuerza tensional de las cadenas elastoméricas.
7. Se puede decir que la mayor degradación durante el estudio se dio en el intervalo de 7 días de haber sido sumergidas las cadenas elastoméricas.

## **5.2.- Recomendaciones:**

1. Realizar estudios utilizando otras marcas de colutorios bucales con alcohol y sin alcohol para observar cual tiene más efecto sobre las cadenas elastoméricas.
2. Efectuar estudios comparando otras marcas de cadenas elastoméricas para verificar la resistencia de la fuerza tensional.
3. Verificar el PH de cada sustancia antes de iniciar la medición como complemento para un mejor resultado.
4. Se recomienda manejar intervalos de tiempo más reducidos para poder tener valores más exactos y de mayor progresión.

## REFERENCIAS

1. Batista KB, Thiruvengkatachari B, Harrison JE, O'Brien KD. Orthodontic treatment for prominent upper front teeth (Class II maloclusión) in children and adolescents [Internet]. Issue: Cochrane Database of Systematic Reviews; 2018. Disponible en: <https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD003452.pub4/epdf/full>
2. Issa AR, Kadhum AS, Mohammed SA. The Effects of Zinc-Containing Mouthwashes on the Force Degradation of Orthodontic Elastomeric Chains: An *In Vitro* Study. *Int J Dent* [Internet]. 2022 [Revisado 1 de abr. 2022]; 7. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35531573/>
3. Duarte L, Bezerra AP, Flores-Mir C, De Luca Canto G, Pereira LJ, Vega Gonçalves TMS. Activation and installation of orthodontic appliances temporarily impairs mastication. *Angle Orthod* [Internet]. 2022 [Aceptada oct. 2021]; 92(2). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34878525/>.
4. Mirhashemi A, Saffarshahroudi A, Sodagar A, Atai M. Force-degradation pattern of six different orthodontic elastomeric chains. *Jour Dent, Teh Univ Med Sci* [Internet]. 2012 [Recibida 26 may 2012]; 9(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23323182/>
5. Goyal N, Shamanna PU, Varughese ST, Abraham R, Antony B, Emmatty R, Paul P. Effects of amine fluoride and probiotic mouthwash on levels of *Porphyromonas gingivalis* in orthodontic patients: A randomized controlled trial. *J Indian Soc Periodontol* [Internet]. 2019 [Recibida 18 agosto 2018]; 23(4). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6628766/>
6. Menon VV, Madhavan S, Chacko T, Gopalakrishnan S, Jacob J, Parayancode A. Comparative Assessment of Force Decay of the Elastomeric Chain With the Use of

- Various Mouth Rinses in Simulated Oral Environment: An *In Vitro* Study. J Pharm Bioallied Sci [Internet]. 2019; May;11(Suppl 2). Disponible en: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6555337/#\\_ffn\\_sectitle](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6555337/#_ffn_sectitle).
7. Larrabee TM, Liu SS, Torres-Gorena A, Soto-Rojas A, Eckert GJ, Stewart KT. The effects of varying alcohol concentrations commonly found in mouth rinses on the force decay of elastomeric chain. Angle Orthod [Internet]. 2012 [Aceptada nov. 2011];82(5). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22309124/>
  8. Niazi FH, Kamran MA, Naseem M, AlShahrani I, Fraz TR, Hosein M. Anti-plaque Efficacy of Herbal Mouthwashes Compared to Synthetic Mouthwashes in Patients Undergoing Orthodontic Treatment: A Randomised Controlled Trial. Oral Health Prev Dent [Internet]. 2018;16(5). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30151504/>
  9. Rajendran A, Sundareswaran S, Peediyekkal LV, Santhakumar P, Sathyanadhan S. Effect of oral environment and prescribed fluoride mouthwashes on different types of TMA wires - An *in-vivo* study. J Orthod Sci [Internet]. 2019; 8(8). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31161131/>
  10. Khaleghi A, Ahmadvand A, Sadeghian S. Effect of citric acid on force decay of orthodontic elastomeric chains. Dent Res J [Internet].2021 [Revisado 25 apr. 2020]; 18:31. Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34322207/>
  11. Martínez S, Torres E, Durán J, Roesch L, Capetillo G. Degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas utilizadas en ortodoncia: evaluación in vitro. Cien Front: rev cien tec de la UACJ [Internet]. 2021; suplemento 1. Disponible en: <https://erevistas.uacj.mx/ojs/index.php/cienciafrontera/article/view/3605/3271>
  12. Torres Reyes P, Manuel Chávez GA, Cavazos López E, Aguilera Longoria I, Arellano Sandoval Z. Evaluación de la degradación de la fuerza de cadenas elastoméricas de cuatro marcas diferentes. Journal odont col [Internet]. 2019 [citado 5 de abril de



2022];12(23).

Disponible

en:

<https://revistas.unicoc.edu.co/index.php/joc/article/view/386>

13. Behnaz M, Namvar F, Sohrabi S, Parishanian M. Effect of Bleaching Mouthwash on Force Decay of Orthodontic Elastomeric Chains. *J Contemp Dent Pract* [Internet]. 2018;19(2). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29422474/>
14. Kardach H, Biedziak B, Olszewska A, Golusińska-Kardach E, Sokalski J. The mechanical strength of orthodontic elastomeric memory chains and plastic chains: An in vitro study. *Adv Clin Exp Med* [Internet]. 2017 [Revisado 19 diciembre 2015];26(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28791809/>
15. Morales-Pulachet EC, Lavado-Torres A, Quea-Cahuana E. Degradación de fuerzas en cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes. Estudio in vitro. *KIRU* [Internet]. 2014;11(2). Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-780305>
16. Padmos JAD, Fudalej PS, Renkema AM. Epidemiologic study of orthodontic retention procedures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop* [Internet]. 2018; 153(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29602341/>
17. Lee J, Dale C, Acharya S, Shathur A. Orthodontic brackets for dental trauma. *Br Dent J* [Internet]. 2020; 229(12). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33339907/>
18. Silva Chaves-Filho ACD, Costa AR, Borges LPS, Santos ECA, Crepaldi MV, Vedovello SAS, Correr AB, Correr-Sobrinho L. Force Degradation of Elastomeric Chains after Storage Time and Mechanical Brushing. *Braz Dent J* [Internet]. 2021; 32(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34787251/>
19. Luna AN. Efecto de la exposición a bebidas energéticas en la Resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia de comercialización local en el año 2019 [ tesis para optar el título de cirujano dentista]. Lima. Universidad Inca Garcilaso de la Vega. 2020. Disponible en: <http://repositorio.uigv.edu.pe/handle/20.500.11818/5359?show=full>

20. Evans K, Wood C, Moffitt A, Sherman S, Sinclair P, Trulove T. Sixteen-week analysis of unaltered elastomeric chain relating in-vitro force degradation with in-vivo extraction space tooth movement. AJO-DO [Internet]. 2017; 151(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28364896/>
21. Puy C. La saliva en el mantenimiento de la salud oral y como ayuda en el diagnóstico de algunas patologías. Med oral patol oral cir bucal [Internet], 2006; 98 (2). Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1698-69462006000500015](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1698-69462006000500015)
22. Polur I, Peck S. Orthodontic elastics: Is some tightening needed?. Angle Orthodontist [Internet]. 2010; 80(5). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20731593/>
23. Sánchez M, Katagiri M, Álvarez C. Estudio in vitro del deterioro de las propiedades elásticas de las cadenas elastoméricas. Rev. Odont Mex [Internet]. 2016; 10(2). Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-199X2006000200079&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-199X2006000200079&script=sci_arttext)
24. Candido S, Bertozzi G, Ribeiro M, Rabelo J, Candido A, Panzeri H. Resistencia compresiva y traccional exhibida por un polímero alternativo utilizado en modelos odontológicos. Act odont venez [Internet]. 2007 [recibido 27 mayo 2006; 45(2). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2007/2/art-24/>
25. Horacio, J. Efecto de diferentes bebidas en la estabilidad de color de las resinas compuestas para restauraciones directas. RAAO [Internet], 2017; 56(1). Disponible en: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.ateneo-odontologia.org.ar/articulos/lvi01/articulo5.pdf>
26. Lorca A, Carrasquer A. Efecto local de los colutorios con contenido alcohólico: revisión de la literatura. RCOE [Internet]. 2005 [citado 28 abr 2022]; 10(4). Disponible en: [https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1138-123X2005000400003](https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1138-123X2005000400003)

27. Andhare P, Datana S, Agarwal SS, Chopra S. Comparison of in vivo and in vitro force decay of elastomeric chains/modules: a systematic review and meta analysis. J World Fed Orthod [Internet]. 2021; 10(4). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34364839/>
28. Kassir C, Daou M, Abboud M. Comparison of the force decay over time of four different brands of elastomeric chains (elongated to 25mm grey/transparent and closed/open): An in-vitro study. Int Orthod [Internet]. 2020; 18(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32536451/>
29. Shaddud AN, Kosyreva TF. [An in vitro study of the stretching time-associated force loss generated by elastomeric chains and NiTi closed coil springs]. Stomatologia [Internet]. 2018;97(6). Disponible en: <https://europemc.org/article/med/30589418>
30. **Mousavi S, Mahboobi S, Rakhshan V. Effects of different stretching extents, morphologies, and brands on initial force and force decay of orthodontic elastomeric chains: An *in vitro* study.** Dent Res J [Internet]. 2020;17(5). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33343840/>
31. Baty D, Storie D, Fraunhofer J. Synthetic elastomeric chains: a literature review. Am J Orthod Dentofacial Orthop [Internet] 1994;105(6). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8198077/>
32. Bousquet J, Tuesta O, Flores-Mir C. In vivo comparison of force decay between injection molded and die-cut stamped elastomers. Am J Orthod Dentofacial Orthop [Internet]. 2006; 129(3). Disponible en: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16527634/>

# **ANEXOS**

**ANEXO N° 1: MATRIZ DE CONSISTENCIA:**

**TITULO: VARIACIÓN DE LA FUERZA TENSIONAL RESIDUAL DE LAS CADENAS ELASTOMÉRICAS SOMETIDAS A BEBIDAS PIGMENTANTES Y A UN COLUTORIO BUCAL CON Y SIN ALCOHOL EN EL AÑO 2022**

<b>FORMULACIÓN DEL PROBLEMA</b>	<b>OBJETIVOS</b>	<b>HIPÓTESIS</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>DISEÑO METODOLÓGICO</b>
<b>Problema Principal</b>	<b>Objetivo Principal</b>	<b>Hipótesis General</b>	<b>Exposición a Bebidas Pigmentantes</b> (Cualitativa)  <b>Exposición a Colutorio Bucal</b> (Cualitativa)  <b>Fuerza de Tracción de las Cadenas Elastoméricas</b> (Cuantitativa)  <b>Rangos de Tiempo para la Medición</b> (Cuantitativa)	<b>Método de Investigación</b> Hipotético - Deductivo  <b>Enfoque de la Investigación</b> Enfoque Cuantitativo  <b>Tipo de Investigación</b> Aplicada  <b>Diseño de la Investigación</b> Experimental Analítico Transversal Prospectivo
¿Cuál será la variación de la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro?	Determinar la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro.	Existe una degradación en la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol en el año 2022, estudio In Vitro.		
<b>Problemas Secundarios</b>	<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Hipótesis Específicas</b>		
¿Cuál es la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes en el año 2022, estudio In Vitro?	Evaluar la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes en el año 2022, estudio In Vitro.	<b>Hi:</b> Las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes presentaron una variación en la fuerza tensional residual. <b>Ho:</b> Las cadenas elastoméricas sometidas a bebidas pigmentantes no presentaron una variación en la fuerza tensional residual.		
¿Cuál es la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol, estudio In Vitro?	Evaluar la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un colutorio bucal con alcohol, estudio In Vitro.	<b>Hi:</b> Las cadenas elastoméricas sometidas a colutorios bucales con alcohol presentaron una variación en la fuerza tensional residual. <b>Ho:</b> Las cadenas elastoméricas sometidas a colutorios bucales con alcohol no presentaron una variación en la fuerza tensional residual.		
¿Cuál es la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un	Evaluar la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas expuesta en un	<b>Hi:</b> Las cadenas elastoméricas sometidas a colutorios bucales sin alcohol presentaron una variación en la fuerza tensional residual.		

colutorio bucal sin alcohol, estudio In Vitro?	colutorio bucal sin alcohol, estudio In Vitro.	<b>Ho:</b> Las cadenas elastoméricas sometidas a colutorios bucales sin alcohol no presentaron una variación en la fuerza tensional residual.		
¿Cuál es la diferencia entre las fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol, estudio In Vitro?	Comparar las fuerzas de tensión residual de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas pigmentantes y a un colutorio bucal con y sin alcohol, estudio In Vitro.	<b>Hi:</b> Los colutorios bucales con alcohol presentaron mayor variación en la fuerza tensional residual a diferencia de bebidas pigmentantes y colutorios bucales sin alcohol. <b>Ho:</b> Los colutorios bucales con alcohol no presentaron mayor variación en la fuerza tensional residual a diferencia de bebidas pigmentantes y colutorios bucales sin alcohol.		
¿Cuál es la diferencia entre las fuerzas tensionales residuales de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días?	Comparar las fuerzas de tensionales residuales de las cadenas elastoméricas sumergidas en colutorio bucal con alcohol y gaseosa expuestas en un tiempo de 7 días y 28 días.	<b>Hi:</b> Las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en colutorio bucal con alcohol expuestas en el periodo de tiempo de 7 y 28 días tuvieron una mayor variación en la fuerza tensional residual que el grupo que fue sumergido en gaseosa. <b>Ho:</b> Las cadenas elastoméricas que fueron sumergidas en colutorio bucal con alcohol expuestas en el periodo de tiempo de 7 y 28 días no tuvieron una mayor variación en la fuerza tensional residual que el grupo que fue sumergido en gaseosa.		

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



**Universidad  
Norbert Wiener**

### FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

#### A) DATOS GENERALES:

- **Fecha de Evaluación:** \_\_\_\_\_
- **Tiempo de Exposición:**  1día  7días  14días  28días
- **Tipo de Bebida:**
  - Grupo 1:** Control
  - Grupo 2:** Café
  - Grupo 3:** Coca-Cola
  - Grupo 4:** Enjuague con Alcohol
  - Grupo 5:** Enjuague sin Alcohol

#### B) DATOS ESPECIFICOS:

VALORES DE FUERZA DE LAS CADENAS ELASTOMÉRICAS					
N°	GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
01					
02					
03					
04					
05					
06					
07					
08					
09					
10					
11					
12					
13					
14					
15					

## ANEXO 3: CARTA DE PRESENTACIÓN



Universidad  
Norbert Wiener

Lima, 03 de setiembre de 2022

### Carta N°0598-050-09-2022-DFCS-UPNW

CD. Chumbes Antialon Katherine Brigitte  
Centro Odontológico Unisonrisas  
Pueblo Libre


Presente. -

De mi consideración,

Es grato dirigirme a Usted para expresarle mi cordial saludo y a la vez presentarle a la Srta. Andrea del Rosario Palomares Nizama, con N° de DNI 74941882 y código de estudiante a2021803917, Bachiller en Odontología, quien solicita acceder a su institución con la finalidad de recolectar sus datos estadísticos para desarrollar su proyecto de investigación titulado "VARIACIÓN DE LA FUERZA TENSIONAL RESIDUAL DE LAS CADENAS ELASTOMÉRICAS SOMETIDAS A BEBIDAS PIGMENTANTES Y A UN COLUTORIO BUCAL CON Y SIN ALCOHOL EN EL AÑO 2022" por lo que le agradeceré su gentil atención al presente.

Sin otro en particular, me despido.

Atentamente,



**Dr. Elías Melitón Arce Rodríguez**  
Decano  
Facultad de Ciencias de la Salud



KATHERINE BRIGITTE CHUMBES ANTIALÓN  
CIRUJANO DENTISTA  
COP. 45011



## ANEXO 4: CONSTANCIA DE EJECUCIÓN DE PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Lima, 06 de octubre del 2022

### CONSTANCIA

Se hace constancia que la bachiller en Odontología, Andrea del Rosario PALOMARES Nizama con DNI 74941882, realizó las pruebas para desarrollar su proyecto de investigación titulado "VARIACIÓN DE LA FUERZA TENSIONAL RESIDUAL DE LAS CADENAS ELATOMERICAS SOMETIDAS A BDEBIDAS PIGMENTANTES Y A UN COLUTORIO BUCAL CON Y SIN ALCOHOL EN EL AÑO 2022, ESTUDIO IN VITRO".

Dicha investigación fue realizada entre el 08 de Setiembre al 06 de Octubre del presente año, cumpliendo con las cuatro fechas de medición correspondientes a su proyecto de investigación, siendo supervisado por mi persona cumpliendo con todos los protocolos establecidos.

Sin otro en particular, me despido.

Atentamente.

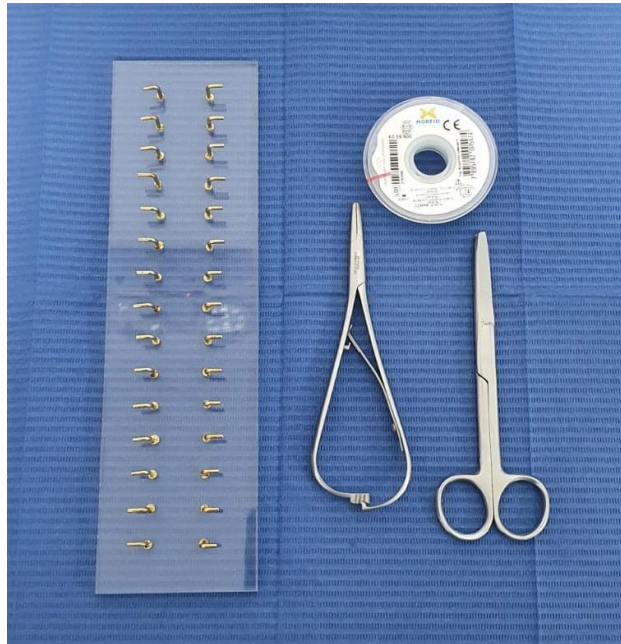
  
**Unisonrisas**  
Odontología Especializada

  
KATHERINE BRIGITTE CHUMBES ANTIALÓN  
CIRUJANO DENTISTA  
COP. 45011

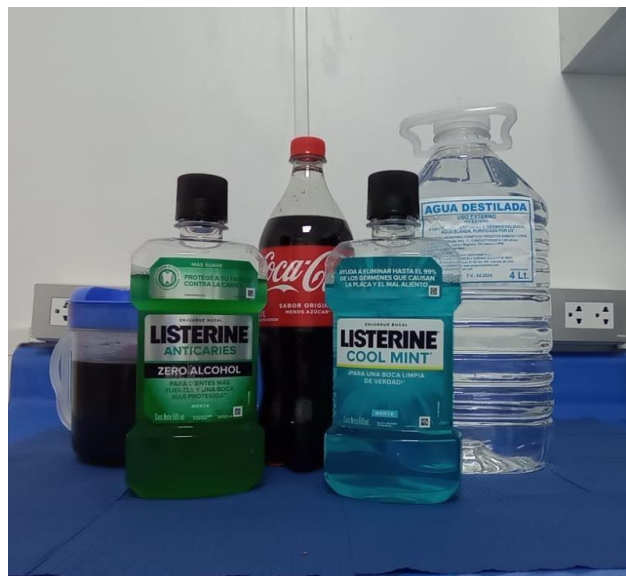
---

CD. Katherine CHUMBES Antialon  
Centro Odontológico Unisonrisas

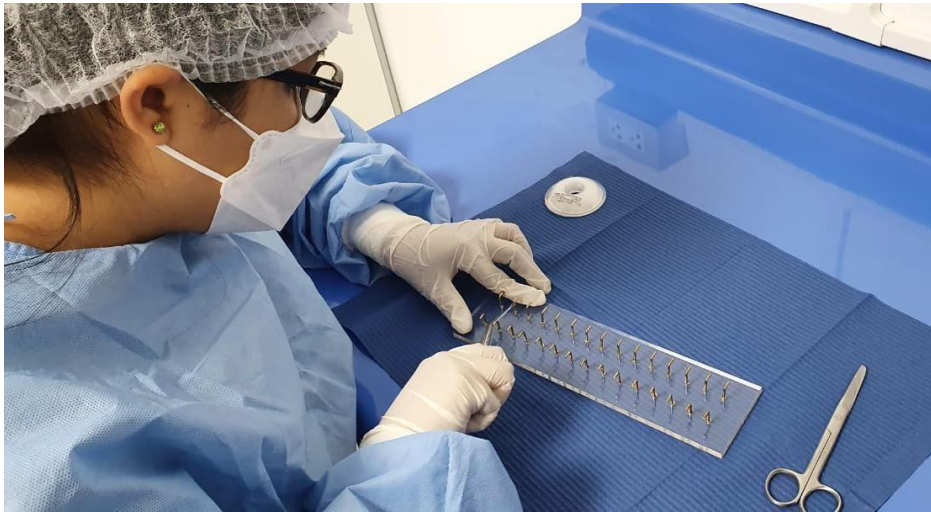
## ANEXO 5: FOTOGRAFÍAS DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Materiales utilizados en la investigación: tabla de acrílico con pines, cadenas elastoméricas, pinza Mathiu, tijera.



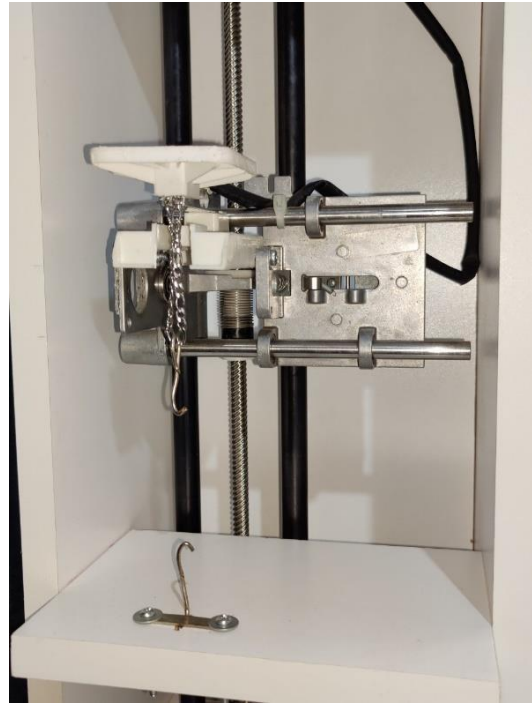
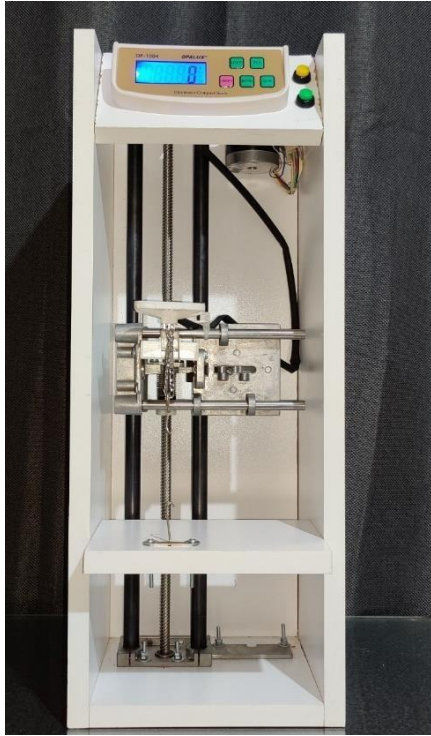
Sustancias utilizadas en la investigación: Agua destilada, gaseosa Coca Cola, café, colutorio bucal con y sin alcohol Listerine.



Colocación de las cadenas elastoméricas en las placas de acrílico a una distancia de 23.5 mm.



Colocación de las sustancias en el intervalo establecido en el proyecto de investigación.



Dinamómetro utilizado para la tracción de las cadenas elastoméricas.



Realizando la medición de la fuerza de las cadenas elastoméricas.