



UNIVERSIDAD PERUANA
CAYETANO HEREDIA

Facultad de
ESTOMATOLOGÍA

EVALUACIÓN IN VITRO DE LA DEGRADACIÓN DE FUERZA
EN LOS MÓDULOS ELASTOMÉRICOS SILICONADOS
EXPUESTOS EN BEBIDAS ENERGIZANTES

IN VITRO EVALUATION OF FORCE DEGRADATION IN
SILICONIZED ELASTOMERIC MODULES EXPOSED TO
ENERGY DRINKS

TRABAJO ACADÉMICO PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE
ESPECIALISTA EN ORTODONCIA Y ORTOPEDIA MAXILAR

AUTORA

LIZBETH LILIANA TARAZONA ILDEFONSO

ASESOR

CARLOS YURI LIÑAN DURAN

LIMA – PERÚ

2024

ASESOR DE TRABAJO ACADÉMICO
ASESOR

Mg. Esp. Carlos Yuri Liñan Duran
Departamento Académico de Estomatología del Niño y Adolescente
ORCID: 0000-0003-2669-842X

Fecha de aprobación: 02 de octubre de 2024

Calificación: Aprobado

DEDICATORIA

A mis hijas,

Sara Daniela, por enseñarme que cada logro empieza con un paso pequeño y que juntas podemos superar cualquier reto.

Luz Ángela, por creer siempre en mí y mostrarme que lo difícil solo lleva un poco más de esfuerzo.

A mis padres,

Mi madre, Bertha, por darme aliento en los momentos más complicados para no desistir, porque sin su apoyo incondicional nada de esto sería posible.

Mi padre, César, porque su ejemplo y enseñanza son una fuente de inspiración constante en el camino de mi vida.

A mi familia por su apoyo emocional.

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la fuerza necesaria para lograr mis objetivos.

Al Doctor Carlos Liñan Duran por su tiempo y apoyo en elaboración de este proyecto.

A mis maestros y asistentes de la especialidad de Ortodoncia por sus enseñanzas y apoyo.

A la Universidad Peruana Cayetano Heredia por darme las herramientas necesarias para mi formación profesional.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

RESULTADO DEL INFORME DE SIMILITUD

EVALUACIÓN IN VITRO DE LA DEGRADACIÓN DE FUERZA EN LOS MÓDULOS ELASTOMÉRICOS SILICONADOS EXPUESTOS EN BEBIDAS ENERGIZANTES

INFORME DE ORIGINALIDAD

12%	12%	1%	1%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.upch.edu.pe Fuente de Internet	8%
2	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
3	angle.org.pinnacle.allenpress.com Fuente de Internet	1%
4	repositorio.pucp.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	<1%
6	dspace.utb.edu.ec Fuente de Internet	<1%
7	www.grafiati.com Fuente de Internet	<1%
8	Haydee A. Martini-Blanquel, Norma C. Necochea-Silva. "Aptitud en médicos residentes de Medicina Familiar para la	<1%

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
Resumen	
Abstract	
I. Introducción	1
II. Objetivos	4
III. Materiales y métodos	6
IV. Resultados esperados	12
V. Conclusiones	13
VI. Referencias bibliográficas	14
VII. Presupuesto y cronograma	17
Anexos	

RESUMEN

Introducción: Los módulos elastoméricos, esenciales en ortodoncia para transmitir fuerzas para el movimiento dental. Tradicionalmente hechos de caucho natural, se han desarrollado alternativas sintéticas, debido a alergias al látex. Una innovación reciente es la tecnología Metafasix, que mejora la fricción y reduce el riesgo de desmineralización dental. Sin embargo, estos módulos experimentan degradación de fuerza debido a factores como el pH y la exposición a la saliva. El creciente consumo de bebidas energizantes, que son ácidas, plantea preocupaciones sobre su impacto en la salud oral y la integridad de los módulos elastoméricos, ya que se ha mostrado su efecto erosivo. El estudio busca determinar cómo el consumo de estas bebidas y la degradación de los módulos elastoméricos siliconados están relacionados. **Objetivo:** Evaluar In Vitro la degradación de fuerza de módulos elastoméricos siliconados Synergy® Rocky Mountain Orthodontics expuestos en bebidas energizantes Volt®, Monster Energy® y Red Bull®. **Materiales y Métodos:** El siguiente estudio será Experimental In Vitro. Los especímenes estarán conformados por módulos elastoméricos transparentes siliconados de la casa comercial SYNERGY® ROCKY MOUNTAIN ORTHODONTICS. Los cuáles serán expuestos en tres marcas diferentes de bebidas energizantes, en cinco intervalos de tiempo: 0 (inicial), 1 día, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días. **Conclusiones:** Las bebidas energizantes degradan los módulos elastoméricos siliconados utilizados en ortodoncia, lo que podría afectar la duración y manejo del tratamiento. La degradación de la fuerza aumenta con el tiempo de exposición, enfatizando la importancia de controlar esta variable.

Palabras clave: Elastómeros de silicona, Bebidas energéticas, Fuerza tensora, Estudio In Vitro. (DeCS)

ABSTRACT

Introduction: Elastomeric modules, essential in orthodontics for transmitting forces for dental movement, were traditionally made of natural rubber. However, synthetic alternatives have been developed due to latex allergies. A recent innovation is Metafasix technology, which improves friction and reduces the risk of dental demineralization. However, these modules experience force degradation due to factors such as pH and exposure to saliva. The increasing consumption of energy drinks, which are acidic, raises concerns about their impact on oral health and the integrity of elastomeric modules, as their erosive effect has been demonstrated. The study aims to determine how the consumption of these beverages and the degradation of siliconized elastomeric modules are related.

Objective: To evaluate in vitro the force degradation of Synergy® Rocky Mountain Orthodontics silicone elastomeric modules exposed to Volt®, Monster Energy®, and Red Bull® energy drinks.

Materials and Methods: The following study will be an In Vitro Experimental study. The specimens will consist of transparent siliconized elastomeric modules from the commercial brand SYNERGY® ROCKY MOUNTAIN ORTHODONTICS. These will be exposed to three different brands of energy drinks at five-time intervals: 0 (initial), 1 day, 7 days, 14 days, 21 days, and 28 days.

Conclusions: That energy drinks degrade the silicone elastomeric modules used in orthodontics, which could affect the duration and management of the treatment. The force degradation increases with exposure time, emphasizing the importance of controlling this variable.

Keywords: Silicone Elastomers, Energy Drinks, Tensile Strength, In Vitro Study.
(MeSH)

I. INTRODUCCIÓN

En el tratamiento de ortodoncia, los módulos elastoméricos juegan un papel crucial al permitir la transmisión de fuerzas necesarias para el movimiento dental (1). Estos dispositivos, elaborados principalmente a partir de polímeros como el poliuretano, son ampliamente utilizados debido a su capacidad para generar una fuerza constante sobre los dientes (2). Sin embargo, un desafío inherente a su uso es la degradación de fuerza, un fenómeno que resulta en la disminución gradual de la efectividad clínica del tratamiento ortodóntico (3).

Inicialmente, los módulos elastoméricos estaban compuestos de caucho natural (látex), aún utilizados debido a su alta flexibilidad y bajo costo, sin embargo, una preocupación adicional en la práctica ortodóntica fue la creciente prevalencia de reacciones alérgicas al látex (4). A lo largo del tiempo, se ha logrado el desarrollo de alternativas manteniendo las propiedades mecánicas de los elásticos, utilizando con mayor frecuencia módulos elastoméricos basados en caucho sintético, considerados como no látex (5,6).

Actualmente, en la búsqueda de accesorios ortodónticos más prácticos y eficientes, se ha introducido recientemente la tecnología Metafasix (Super Slick™), desarrollada por la industria médica y adoptada por la industria ortodóntica para mejorar la calidad de los productos elastoméricos (7). Esta tecnología consiste en un recubrimiento de polímero-hidrogel insoluble en agua que transforma la superficie de este producto basado en poliuretano, cuando está humedecida, en una

superficie extremadamente suave, proporcionando productos de baja fricción. Siendo diseñada especialmente para controlar las unidades formadoras de colonias bacterianas, reduciendo así el riesgo de desmineralización iatrogénica del esmalte durante la terapia ortodóntica. Sin embargo, la evaluación de su desempeño, particularmente en condiciones que simulan el entorno bucal, sigue siendo un área de investigación activa (6,7).

Múltiples factores ambientales y de manejo clínico pueden afectar la degradación de fuerza en módulos elastoméricos. Entre ellos, la concentración de oxígeno, las variaciones de pH, la temperatura, la exposición a luz ultravioleta, entre otros, han sido identificados como factores determinantes en la integridad mecánica de dichos materiales (8). Asimismo, la absorción de agua y la acción de sustancias químicas presentes en el ambiente bucal, incluyendo componentes del fluido salival, contribuyen a esta pérdida de fuerza (9).

En las últimas décadas, el consumo de bebidas energizantes ha crecido de manera exponencial, especialmente entre adolescentes y adultos jóvenes, quienes las utilizan para mejorar su rendimiento físico y mental (10). De acuerdo con un estudio de Euromonitor (2022), las marcas que dominan el mercado de bebidas energizantes en el país son Volt (líder en ventas), Monster y Red Bull (11). Estas bebidas ricas en cafeína, taurina y azúcares han sido objeto de diversos estudios que han revelado efectos adversos significativos en la salud, incluyendo problemas cardiovasculares, neurológicos y renales (12).

Estudios previos han demostrado que bebidas ácidas como las energizantes pueden causar erosión dental, proceso en el que ocurre la pérdida dental debido a ácidos que no provienen de microorganismos. Si el efecto ácido persiste, la pérdida superficial del diente se extiende cada vez más profundo, y con el tiempo se desarrolla un defecto visible (13). Así mismo, es conocido que consumir estas bebidas energizantes tiene un efecto erosivo en la superficie de diferentes materiales restaurativos CAD/CAM (composites, resinas y cerámicas), ya que la superficie presentó diferentes valores de microdureza antes y después de la exposición al ácido (14). En el campo de la ortodoncia, estudios previos han mostrado que bebidas ácidas como las energizantes pueden incrementar la degradación de fuerza de los módulos elastoméricos, lo que plantea un desafío adicional para el manejo ortodóntico (15,16). Por este motivo, la siguiente pregunta de investigación se plantea en este estudio: ¿Existe relación entre el consumo de bebidas energizantes y la degradación de fuerza de los módulos elastoméricos siliconados?

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar In Vitro la degradación de fuerza de módulos elastoméricos siliconados Synergy[®] Rocky Mountain Orthodontics expuestos en bebidas energizantes Volt[®], Monster Energy[®] y Red Bull[®] en cinco intervalos de tiempo: 0 (inicial), 1 día, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.

Objetivos específicos

1. Comparar la degradación de fuerza de módulos elastoméricos siliconados expuestos a Volt[®] en cinco intervalos de tiempo: 0 (inicial), 1 día, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.
2. Comparar la degradación de fuerza de módulos elastoméricos siliconados expuestos a Monster Energy[®], en cinco intervalos de tiempo: 0 (inicial), 1 día, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.
3. Comparar la degradación de fuerza de módulos elastoméricos siliconados expuestos a Red Bull[®], en cinco intervalos de tiempo: 0 (inicial), 1 día, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.

4. Comparar la degradación de fuerza de módulos elastoméricos siliconados expuestos a agua destilada, en cinco intervalos de tiempo: 0 (inicial), 1 día, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.

5. Comparar la degradación de fuerza de los módulos elastoméricos siliconados al ser sumergidos en Volt[®], Monster Energy[®], Red Bull[®] y agua destilada, evaluados en cinco intervalos de tiempo: 0 (inicial), 1 día, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño del estudio

Experimental, In Vitro.

Grupo Experimental

Los especímenes estarán conformados por módulos elastoméricos transparentes siliconados de la casa comercial SYNERGY® ROCKY MOUNTAIN ORTHODONTICS.

Se llevará a cabo un estudio piloto utilizando el 10% del tamaño de muestra del artículo de referencia para calcular el tamaño de la muestra. (17).

Luego de realizar el mencionado estudio se aplicará una fórmula estadística de comparación de medias y con esto se establecerá el tamaño final del grupo de estudio.

Ver cuadro fórmula (Anexo 2).

Se analizarán 4 grupos experimentales:

Grupo 1: Volt® + Synergy® Rocky Mountain Orthodontics

Grupo 2: Monster Energy® + Synergy® Rocky Mountain Orthodontics

Grupo 3: Red Bull® + Synergy® Mountain Orthodontics

Grupo 4: Agua destilada + Synergy® Mountain Orthodontics

Criterios de selección

Criterios de inclusión

- Módulos elastoméricos en bolsas herméticas compradas en la misma casa comercial y de la misma marca.
- Módulos elastoméricos del mismo tamaño y cantidad de módulos debidamente almacenados.
- Módulos elastoméricos con características físicas similares (color y textura).
- Módulos elastoméricos con el mismo lote de fabricación.

Criterios de exclusión

- Módulos elastoméricos de bolsas no herméticas o dañadas.
- Módulos elastoméricos con fecha de caducidad vencida.
- Módulos elastoméricos con defecto de color o textura.

Variables

Degradación de fuerzas: reducción de las fuerzas en los módulos elastoméricos, causada por el deterioro y la ruptura de sus estructuras moleculares, se medirá de manera operativa mediante la exposición a bebidas energéticas. Variable

cuantitativa, utilizando una escala de razón y una categoría continua con valores en gramos-fuerza (gf).

Bebidas energéticas: son sustancias estimulantes libres de alcohol, que contienen principalmente cafeína, taurina y azúcares para potenciar el rendimiento físico y mental. Se utilizarán operativamente en los ciclos de inmersión. Se trata de una variable cualitativa, de escala nominal y categoría politómica, utilizando como sustancias experimentales Volt®, Monster Energy® y Red Bull® y agua destilada como control.

Tiempo: se describe como el tiempo requerido para llevar a cabo la inmersión, evaluado operativamente en cinco momentos durante un mes. Esta variable es cualitativa, de escala nominal y pertenece a una categoría politómica con los siguientes valores: T0 = inicial, T1 = 1 día, T7 = 7 días, T14 = 14 días y T28 = 28 días.

Ver cuadro de operacionalización de variables (Anexo 1).

Técnicas y procedimientos

Permisos y autorizaciones

Al realizar este estudio se solicitará autorización para utilizar el Laboratorio de Materiales de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Una vez obtenido el permiso, se procederá a llevar a cabo el estudio de la siguiente manera:

Confección de los pines personalizados

Para realizar los procedimientos experimentales se utilizarán pines de acero inoxidable de 10cm de longitud, afilados al final de uno de los extremos y con 4mm de diámetro, equivalente al diámetro aproximado del módulo elastomérico fijado a un bracket de un incisivo central superior. Dichos pines estarán fijados a una base de acrílico para su fácil manipulación.

Sumersión de las muestras en saliva artificial

Las muestras serán introducidas en saliva artificial, la cual se renovará cada 24 horas. Luego las muestras se colocarán en una estufa (Precision Memmert, Schwabach, Alemania) que mantendrá una temperatura constante de 37°C durante los 28 días del estudio.

Medición de la degradación de fuerza e inmersión a las soluciones

Se medirá la degradación de fuerzas de los módulos elastoméricos en la máquina de ensayos universal (Zwick, Ulm, Alemania), las cuales se extenderán desde una longitud inicial de 1mm a una longitud final de 5mm a una tasa de 5.08mm / min (0.2 in/min).

La primera medición se realizará antes de insertar los módulos elastoméricos en los pines, el cual será el tiempo 0. Tras esta medición, las muestras se almacenarán en saliva artificial. Luego de estar sumergidas, se realizarán mediciones en cada ciclo de inmersión utilizando Volt, Monster Energy, Red Bull y agua destilada. Las mediciones se efectuarán en los tiempos 1, 7, 14 y 28 días.

La degradación de la fuerza se registrará en unidades de gramo-fuerza (gf). Las sustancias serán utilizadas formando grupos de Volt, Monster Energy, Red Bull y agua destilada, para realizar las inmersiones correspondientes de los módulos elastoméricos.

GRUPO 1 Volt[®] + Synergy[®] Rocky Mountain Orthodontics, serán colocadas en los pines y sumergidas en una cantidad necesaria que cubra los módulos elastoméricos y a temperatura ambiente durante 15 min una vez por día.

GRUPO 2 Monster Energy[®] + Synergy[®] Rocky Mountain Orthodontics, serán colocadas en los pines y sumergidas en una cantidad necesaria que cubra los módulos elastoméricos y a temperatura ambiente durante 15 min una vez por día.

GRUPO 3 Red Bull[®] + Synergy[®] Mountain Orthodontics, serán colocadas en los pines y sumergidas en una cantidad necesaria que cubra los módulos elastoméricos y a temperatura ambiente durante 15 min una vez por día.

GRUPO 4 Agua Destilada + Synergy[®] Mountain Orthodontics, serán colocadas en los pines y sumergidas en una cantidad necesaria que cubra los módulos elastoméricos y a temperatura ambiente durante 15 min una vez por día.

Los 28 días del experimento se realizarán las mismas inmersiones. Una vez realizadas las inmersiones, las muestras se colocarán en las bases personalizadas y se almacenarán en saliva artificial, para luego ser transferidas a una estufa a 37 °C, simulando la temperatura de la cavidad bucal. Para cada inmersión se utilizarán bebidas energizantes nuevas, almacenadas a temperatura ambiente. Después de sumergir los módulos elastoméricos, se retirarán para lavarlas y secarlas con papel toalla, permitiendo así la realización de las pruebas correspondientes.

Control de temperatura y tiempo de inmersión

El control de la temperatura se llevará a cabo utilizando el termo-higrómetro HTC-2 (Boeco, Hamburgo, Alemania). Asimismo, el control del tiempo durante los ciclos de inmersión será monitorizado con el mismo dispositivo, el termo-higrómetro HTC-2.

Plan de análisis

Se utilizará el software estadístico SPSS 27 para analizar y organizar los resultados mediante tablas y gráficos. Además, para comparar las medias entre los grupos, se aplicará la prueba ANOVA si la muestra sigue una distribución normal, o la prueba de Kruskal-Wallis si la muestra no tiene una distribución normal, complementada con la prueba U de Mann-Whitney. Se establecerá un nivel de significancia de 0.05, correspondiente a un nivel de confianza del 95%.

Aspectos éticos del estudio

Este estudio contará con la autorización y el permiso del comité de ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

IV. RESULTADOS ESPERADOS

Se espera observar una mayor degradación de fuerza en los módulos elastoméricos expuestos a las bebidas energizantes (Volt®, Monster Energy®, y Red Bull®) en comparación con los módulos expuestos a agua destilada. Debido a la presencia de componentes ácidos, azúcares y otros químicos en las bebidas energizantes que podrían acelerar la degradación molecular de los elastómeros.

Entre las bebidas energizantes, podría haber diferencias en el grado de degradación. Es posible que una bebida en particular, debido a su composición química específica, provoque una degradación más pronunciada que las otras. Por ejemplo, se podría observar que Monster Energy® causa una mayor degradación en comparación con Volt® y Red Bull®.

Se espera que la degradación de fuerza sea progresiva a lo largo del tiempo, con una mayor pérdida de fuerza observable a medida que aumentan los días de exposición (desde T1 hasta T28). La mayor degradación probablemente se observará en los últimos intervalos de tiempo (T14 y T28), reflejando el efecto acumulativo de la exposición continua. Como control, el agua destilada debería mostrar una inferior degradación de fuerza en comparación con las bebidas energizantes, lo que confirmaría que la degradación observada en los otros grupos es efectivamente causada por los componentes de las bebidas energizantes.

V. CONCLUSIONES

Se concluye que las bebidas energizantes tienen un efecto degradante sobre los módulos elastoméricos siliconados utilizados en ortodoncia, lo cual podría tener implicaciones clínicas importantes para el manejo y la duración del tratamiento ortodóntico.

La degradación de la fuerza de los módulos elastoméricos siliconados expuestos a bebidas energizantes es un fenómeno progresivo que aumenta con el tiempo de exposición. Estos resultados destacan la relevancia de tener en cuenta la duración de la exposición a estos agentes.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. 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*. 2017;26(3):373-378.
2. Notaroberto DFC, Martins MME, Goldner MTA, Mendes AM, Quintão CCA. Force decay evaluation of latex and non-latex orthodontic intraoral elastics: in vivo study. *Dental Press J Orthod*. 2018;23(6):42-47.
3. Omotoyosi L, Orighoye T, Abigail A. In vivo and in vitro evaluation of the mechanical properties of orthodontic elastomeric ligatures. *Journal of the World Federation of Orthodontists*, Volume 8, Issue 2, 68 – 72.
4. Shiloh, Golden. Tensile Strength of Elastomeric Ligature Ties Stretched Over Large and Small Orthodontic Brackets. Master's Theses (2009 -). 2020: 608.
5. Andhare P, Datana S, Agarwal SS, Chopra SS. Comparison of in vivo and in vitro force decay of elastomeric chains/modules: a systematic review and meta-analysis. *J World Fed Orthod*. 2021;10(4):155-162.
6. Magno AF, Enoki C, Ito IY, Matsumoto MA, Faria G, Nelson-Filho P. In-vivo evaluation of the contamination of Super Slick elastomeric rings by *Streptococcus mutans* in orthodontic patients. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 2008;133(4 Suppl):S104-9.

7. Bai MP, Vaz AC. "Comparative evaluation of surface modified elastomeric ligatures for microbial colonization": An in vivo study. *Indian J Dent Res.* 2015;26(2):180-185.
8. Saccomanno S, Quinzi V, Paskay LC, et al. Evaluation of the Loss of Strength, Resistance, and Elasticity in the Different Types of Intraoral Orthodontic Elastics (IOE): A Systematic Review of the Literature of In Vitro Studies. *J Pers Med.* 2023; 13(10):1495.
9. Torres-Rosas R, Torres-Gómez N, Camero-Leal JA, Jurado C, López-Ravelo H, Argueta-Figueroa L. Force decay and elongation of orthodontic elastomeric chains exposed to different beverages common in the diet: An in vitro study. *Dent Med Probl.* 2023;60(3):413-420.
10. Kaur A, Yousuf H, Ramgobin-Marshall D, Jain R, Jain R. Energy drink consumption: a rising public health issue. *Rev Cardiovasc Med.* 2022;23(3):83.
11. Armas XB, Galindo YM. Campaña de Lanzamiento para la nueva marca de energizantes: Boom Power (Trabajo de Suficiencia Profesional para optar el Título Profesional de Licenciado en Comunicación). Lima: Universidad de Lima, Facultad de Comunicación; 2023.
12. Yildirim L. The effects of energy drinks on oral health and teeth. *Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences.* Volume 5, Issue 5 (2023), Page 4503-4521.
13. Silva JG, Martins JP, de Sousa EB, Fernandes NL, Meira IA, Sampaio FC, de Oliveira AF, Pereira AM. Influence of energy drinks on enamel erosion:

- In vitro study using different assessment techniques. *J Clin Exp Dent*. 2021;13(11): e1076-e1082.
14. Kolarovszki B, Sándor A, Szabó P, Kopniczky J, Frank D, Nagy Á, Turzó K. Energy drinks alter the surface morphology and roughness of composites, fissure sealants and titanium: An in vitro study. *Heliyon*. 2022;8(9): e10764.
15. Al-Hussain ZAA, Nahidh M. Carbonated Soft Drinks and Orthodontics: Review of Literature. *Turk J Orthod*. 2021;34(2):136-142.
16. Deghani M, Alavian N, Noori N, Omidkhoda M. The Effect of Different Soft Drinks on the Force Degradation of Conventional and Memory Orthodontic Elastic Chains: An In-Vitro Study. *Front Dent*. 2023; 20:29.
17. Taloumis LJ, Smith TM, Hondrum SO, Lorton L. Force decay and deformation of orthodontic elastomeric ligatures. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*. 1997;111(1):1-11.

VII. PRESUPUESTO Y CRONOGRAMA

Presupuesto

MATERIALES	CANTIDAD	PRECIO UNIDAD	TOTAL
Módulos elastoméricos siliconados	10	10.00	100.00
Volt	05	2.50	12.50
Monster Energy	05	8.00	40.00
Red Bull	05	6.00	30.00
Saliva Artificial	01	300.00	300.00
Gastos de laboratorio	---	1500.00	1500.00
Materiales de escritorio	---	100.00	100.00
TOTAL			2082.50

Cronograma

Actividades	Setiembre 2024	Octubre 2024	Noviembre 2024	Diciembre 2024	Enero 2025
Presentación de protocolo	X				
Aceptación de protocolo		X			
Recojo de datos			X		
Procesamiento de datos				X	
Informa final					X

ANEXOS

Anexos 1. Operacionalización de variables

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO	ESCALA	VALORES
Degradación de fuerzas	Reducción de las fuerzas de los módulos elastoméricos causado por el desgaste y la ruptura de sus estructuras moleculares.	Reducción de fuerzas a lo largo del tiempo debido a la acción de las sustancias en las que se sumergen.	Cuantitativo	De razón	gf
Bebidas energéticas	Sustancias no alcohólicas, compuestas principalmente de cafeína y azúcares, diseñadas para potenciar el rendimiento físico y mental.	Sustancias con las que se realizarán los ciclos de inmersión	Cualitativo	Politémica Nominal	-Volt® -Monster® -Red Bull® -Agua destilada (control)
Tiempo	Periodo de tiempo necesario para en el que realiza la inmersión.	Período de tiempo necesario para completar un ciclo de inmersión.	Cualitativa	Politémica Ordinal	T0 = inicial T1 = 1 día T7 = 7 días T14 = 14 días T28 = 28 días

Anexos 2. Fórmula para grupo experimental

$$n = \frac{2(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * S^2}{d^2}$$

Donde:

n = elásticos necesarios en cada una de las muestras.

Z α = Valor Z correspondiente al riesgo deseado.

Z β = Valor Z correspondiente a la potencia de la prueba.

S²= Varianza de la variable cuantitativa que tiene el grupo control o de referencia.

d = Valor mínimo de la diferencia que se desea detectar (datos cuantitativos)