



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

**Evaluación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos
elastoméricos tipo cadena expuestos a bebidas carbonatadas**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Cirujano Dentista

AUTORA:

Miranda Pérez, Ximena ([ORCID: 0000-0001-9279-7819](https://orcid.org/0000-0001-9279-7819))

ASESORA:

Ms. Donayre Escriba, Julieta Emperatriz ([ORCID: 0000-0001-6876-7804](https://orcid.org/0000-0001-6876-7804))

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Promoción de la salud y desarrollo sostenible

PIURA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A mi papá, quien siempre soñaba con mi realización profesional. Tuvo que pasar la mitad de mi vida para lograrlo. El cielo está de fiesta.

A mi madre, gracias por empujar siempre mi vida, y ser la primera en alentarme a conseguir todas mis metas. Te amo mucho.

A mis hermanos, Mariella y Willy, por darme el mejor ejemplo de superación personal, académico y familiar.

A mis tías Charo, Lucy y Esther, mis hadas madrinas, han estado de manera incondicional conmigo siempre. Las adoro.

Gracias Mamaluz, esto también es para ti.

Agradecimiento

A mi asesora Ms. Julieta Emperatriz Donayre Escriba, por su dedicada labor en toda la realización de mi tesis, por corregir mi redacción y enseñarme con paciencia la metodología correcta para poder presentar mi investigación.

A mi mentora, Dra Odalis Alcántara Flores, tantos años compartidos, tantos consejos y enseñanzas han formado la persona que soy, y me ha dado la confianza para seguir perfeccionándome profesionalmente.

A mi compañero de vida, mis amigos de universidad y todos esos ángeles que han aportado de mil maneras en este largo camino, llamado titulación.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento	ii
Índice de contenidos	iv
Índice de tablas.....	vii
Índice de abreviaturas.....	vii
Resumen	vii
Abstract.....	iix
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO.....	4
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de investigación	13
3.2. Variables y operacionalización	13
3.3. Población, muestra y muestreo	13
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	14
3.5. Procedimientos.....	14
3.6. Método de análisis de datos	16
3.7. Aspectos éticos	16
IV. RESULTADOS	18
V. DISCUSIÓN	25
VI. CONCLUSIONES.....	31
VII. RECOMENDACIONES	32
REFERENCIAS	32
ANEXOS.....	41
ANEXO 1	41
ANEXO 2	¡Error! Marcador no definido.
ANEXO 3	¡Error! Marcador no definido.

ANEXO 4	¡Error! Marcador no definido.	5
ANEXO 5		46
ANEXO 6		50
ANEXO 7.....		60
ANEXO 8		62

Índice de tablas

- Tabla 1:** Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Coca Cola[®], Inca Kola[®], Sprite[®] y agua destilada en los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días.....18
- Tabla 2:** Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días de cada bebida Coca Cola[®], Inca Kola[®], Sprite[®] y agua destilada.....19
- Tabla 3:** Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos entre Coca Cola[®] e Inca Kola[®]; Coca Cola[®] y Sprite[®]; Coca cola[®] y agua destilada, Inca Kola[®] y Sprite[®], Inca Kola[®] y agua destilada, Sprite[®] y agua destilada en los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 7, 21 y 28 días.....20
- Tabla 4:** Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Coca Cola[®] entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28días.....21
- Tabla 5:** Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Inca Kola[®] entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días.....22
- Tabla 6:** Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Sprite[®] entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días.....23
- Tabla 7:** Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos al agua destilada entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días.....24

Índice de abreviaturas

MEU : Máquina de Ensayos Universal.

pH : Potencial de hidrógeno

mm : milímetro.

gf : gramo/fuerza.

N : Newton.

® : Marca registrada

Resumen

El objetivo de esta investigación fue comparar la pérdida de fuerza in vitro de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a tres bebidas carbonatadas. Estudio cuasiexperimental con una muestra de 40 segmentos de módulos elastoméricos tipo cadena tramo largo transparentes (Morelli®) divididos en 4 grupos expuestos a Coca Cola®, Inca Kola® y Sprite®, el grupo control en agua destilada, el tiempo de exposición fue de 15 minutos en 6 intervalos de tiempo definidos (inicial de 0 horas, 1 día, 7 días, 14 días, 21 días, y 28 días). La evaluación de los módulos elastoméricos se realizó con la Máquina de Ensayos Universal LG®. Los resultados muestran que no existe diferencia significativa entre la pérdida de fuerza a las 0 horas y a los 14 días ($p > 0.05$); sin embargo, a las 24 horas, 7 días, 21 días y 28 días si existe diferencia estadística entre las bebidas carbonatadas ($p < 0.05$); el grupo expuesto a Coca Cola® presenta mayor degradación de la fuerza durante todos los tiempos de exposición. Se concluye que existe diferencia significativa entre la exposición a las bebidas carbonatadas, siendo la bebida Coca Cola® la que causó mayor pérdida de la fuerza en los módulos elastoméricos tipo cadena.

Palabras claves: Aparatos Ortodóncicos, Módulo Elástico, Bebidas Gaseosas, Técnicas In Vitro, Ortodoncia Correctiva.

Abstract

The objective of this research was to compare the in vitro strength loss of chain-type elastomeric modules exposed to three carbonated beverages. Quasi-experimental study with a sample of 40 segments of transparent long-span chain-type elastomeric modules (Morelli®) divided into 4 groups exposed to Coca Cola®, Inca Kola® and Sprite®, the control group in distilled water, the exposure time was 15 minutes in 6 defined time intervals (initial 0 hours, 1 day, 7 days, 14 days, 21 days, and 28 days). The evaluation of the elastomeric modules was carried out with the LG® Universal Testing Machine. The results show that there is no significant difference between the loss of strength at 0 hours and 14 days ($p>0.05$); however, at 24 hours, 7 days, 21 days and 28 days there is a statistical difference between the carbonated beverages ($p<0.05$); the group exposed to Coca Cola® presented greater degradation of strength during all exposure times. It is concluded that there is a significant difference between the exposure to the carbonated beverages, being the Coca Cola® beverage the one that caused the greatest loss of strength in the chain-type elastomeric modules.

Keywords: Orthodontic Appliances, Elastomeric Module, Carbonated Beverages, In Vitro Techniques, Corrective Orthodontics.

I. INTRODUCCIÓN

Las maloclusiones presentan alta prevalencia dentro de los problemas de la salud bucal, y es necesario estar atentos a su prevención y atención.¹ La demora y/o falta de tratamiento para la malposición dental no solo afecta la armonía estética en la sonrisa de los pacientes, sino también la funcionalidad del sistema dentario por alteraciones en la capacidad masticatoria, pues no existe una buena oclusión. Por ello se recurre a los tratamientos ortodónticos utilizando, en la mayoría de casos, la aparatología fija.² Generalmente se indica el uso de brackets con el fin de mejorar la estética y la calidad de vida del paciente, quienes manifiestan que los primeros meses de uso de estos dispositivos sienten dolor e incomodidad, debido a que los brackets generan fuerzas ligeras y continuas que proporcionan resultados satisfactorios en menor tiempo.³ A su vez, los aparatos fijos complican la higiene habitual del paciente favoreciendo la aparición de biofilm dental, ocasionando el desarrollo de caries y enfermedad periodontal que pueden traer como consecuencia la falta de éxito en el tratamiento indicado.^{4,5}

Entre los aditamentos usados en el tratamiento ortodóntico también están los módulos elastoméricos, conocidos como cadenas de poder. Estas cadenas elastoméricas son unidades generadoras de fuerzas utilizadas para conseguir el movimiento dental necesario, sin embargo pueden sufrir alteraciones en la fuerza que ejercen, debido a su exposición al entorno intraoral, masticación, higiene, salivación y temperatura que pueden acelerar el envejecimiento de la cadena evitando que se realicen determinados movimientos esenciales para alinear los dientes, afectando el avance del tratamiento ortodóntico, ya sea de manera parcial o total, lo que afectará la planificación del tiempo previsto para el tratamiento.⁶

Para la elección del tratamiento ideal se deben considerar factores importantes como el motivo de consulta del paciente y su consentimiento para realizar distintos procedimientos. Es importante tener en cuenta que un buen diagnóstico, guiará al profesional para el desarrollo del plan tratamiento adecuado, ya que de ello depende el éxito o fracaso del caso a tratar.⁷

Por otro lado, el elevado consumo de bebidas carbonatadas causa daños irreversibles en la salud de las personas de todas las edades, incluyendo niños y adolescentes. Según la información proporcionada por el Ministerio de Salud del

Perú, en la encuesta Global de Salud Escolar realizada en el año 2010; indica que un 54% de estudiantes de centros educativos estatales consumen una o más bebidas carbonatadas⁸; en el departamento de Lima se consume aproximadamente 75 litros de gaseosa per cápita al año, mientras que en los otros departamentos del Perú, se evidencia un consumo de estas bebidas que llega a los 35 litros.⁹

Se ha demostrado que las bebidas gaseosas pueden afectar la estructura de diversos materiales usados en ortodoncia, teniendo en cuenta el tipo, elaboración y composición junto con el pH de estas sustancias. Aún se tiene que continuar investigando acerca del efecto de las bebidas carbonatadas en las propiedades que tienen las cadenas elastoméricas, utilizadas en los tratamientos de ortodoncia, ya que existen controversias sobre el efecto de estas bebidas en la degradación de la fuerza en diferentes elásticos ortodóncicos.¹⁰

Por consiguiente, se formuló la siguiente interrogante ¿Cuál es la diferencia de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a tres bebidas carbonatadas en diferentes tiempos?

Esta investigación se justifica porque da a conocer el comportamiento de las propiedades que tienen los módulos elastoméricos frente al potencial erosivo de tres bebidas carbonatadas consumidas en nuestro país. El aporte que brinda este estudio contribuye a mejorar el criterio de elección del profesional al usarlos y las recomendaciones que le brindará al paciente para poder conservar las propiedades de estos aditamentos para evitar inconvenientes durante el tratamiento.

Con este estudio se tuvo como objetivo general comparar in vitro la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Coca Cola[®], Inca Kola[®], Sprite[®] y agua destilada en los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días; así como también, se formularon como objetivos específicos comparar in vitro la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos entre Coca Cola[®] e Inca Kola[®]; Coca Cola[®] y Sprite[®]; Coca cola[®] y agua destilada, Inca Kola[®] y Sprite[®], Inca Kola[®] y agua destilada, Sprite[®] y agua destilada en los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 7, 21 y 28 días; comparar in vitro la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Coca Cola[®] entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días; comparar in vitro la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena

expuestos a Inca Kola® entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días; comparar in vitro la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Sprite® entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días y, finalmente comparar in vitro la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos al agua destilada entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días.

Se formuló como hipótesis que la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a la bebida Coca Cola® es mayor que la muestra expuesta a las otras bebidas carbonatadas.

II. MARCO TEÓRICO

Lucindo M, et al.¹¹ 2019, Brasil. El propósito de este estudio fue evaluar la degradación in vitro de la fuerza de las cadenas de poder estéticas, de tres tamaños diferentes: corto, medio y largo. Se utilizó 90 segmentos de cadena elastomérica, divididos en 9 grupos, según las marcas y su presentación: Morelli, Orthometric, American Orthodontic, y se utilizaron láminas de acrílico con pines para proporcionar el estiramiento de las cadenas de poder, la fuerza de estiramiento inicial de la cadena de poder fue de 150 gramos, medida con un tensiómetro, luego se preestiraron hasta el 50% de su longitud original y se colocaron en los pines de la placa acrílica. La placa se sumergió en saliva artificial a 37°C en un recipiente de plástico, y se retiró para su medición tras un intervalo de tiempo de 21 días. Como resultado se mostró que en todas las cadenas de poder no hubo diferencia estadísticamente significativa en la fuerza ($p > 0,05$), las cadenas elastoméricas de American Orthodontic mostraron una mayor reducción de los valores de fuerza, independientemente del tamaño del elástico ($p < 0,05$). Se concluye que las tres marcas comerciales sufrieron una reducción significativa en la cantidad de fuerza liberada, sin embargo las cadenas elastoméricas estéticas Morelli de tamaño medio obtuvieron los mejores resultados.

Suprayugo M, et al.¹² 2018, Indonesia. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos de Teh Botol, Buavita, Coca Cola y el agua destilada sobre el decaimiento de la fuerza en las cadenas de ortodoncia. Veintiocho cadenas de poder de la marca Ormco, tipo cerrado y de color transparente se fijaron en platinas de acrílico con una distancia de estiramiento de 40mm y se sumergieron en té dulce, zumo, gaseosa y agua destilada. La disminución de la fuerza se midió a las 1, 24, 42, 72, 168 y 336 horas después de la inmersión utilizando un medidor de fuerza digital y un pHmetro para medir la acidez de las soluciones. La mayor disminución de la fuerza se dio a las 24 horas en las muestras sumergidas en agua destilada comparada con las otras soluciones; la fuerza se redujo en un 50% a los 14 días para todos los grupos; el grupo de Coca Cola tuvo la mayor pérdida de fuerza desde los 2 a 14 días de inmersión; no se encontró diferencia estadística significativa entre las bebidas; la bebida Coca Cola tuvo pH más bajo y las cadenas sumergidas en ella tuvieron menor fuerza remanente al compararlo con los otros grupos. Se llegó

a la conclusión de que la descomposición de la fuerza de las cadenas de poder no se vieron afectados por la duración de la inmersión en las cuatro soluciones.

Sallam S, et al.¹³ 2018, Egipto. Presentaron un estudio para evaluar el efecto de algunas bebidas carbonatadas en las propiedades de fuerza de las cadenas elastoméricas disponibles en el mercado. Se evaluaron 200 cadenas elastoméricas cortas de dos tipos, convencionales y con memoria, en las mismas condiciones (150-200 g a 25 mm). Las muestras se dividieron en cinco grupos iguales, el grupo de saliva artificial y cuatro grupos de prueba representados por bebidas a base de naranja, bebidas a base de limón, pepsi dietética y pepsi normal; las muestras permanecieron en saliva artificial y fueron sumergidas una vez al día durante 15 minutos en las bebidas carbonatadas. La fuerza se midió en cinco intervalos de tiempo diferentes: al principio, a las 24 horas y a los 7, 14 y 21 días mediante un medidor de fuerza digital. El resultado mostró que la menor pérdida de fuerza es para las cadenas sumergidas en saliva artificial; después de las 24 horas hubo diferencia estadística significativa entre la bebida a base de limón y Pepsi diet; a los 7, 14 y 21 días también hubo diferencia significativa entre la bebida a base de limón y Pepsi diet, así como entre las bebidas a base de naranja, Pepsi diet y Pepsi normal ($p > 0,05$). Se observaron diferencias estadísticamente significativas en la disminución de la fuerza en todos los grupos y en los diferentes tiempos; la bebida a base de naranja (pH: 3) tiene más influencia en la degradación de fuerza que la bebida a base de limón (pH: 3.3) y la Pepsi normal (pH: 2.7). Se concluye la existencia de una mayor degradación de fuerza en el grupo de bebidas carbonatadas en comparación del grupo de medio salival.

Barreto P, et al.¹⁴ 2018, Brasil. Realizaron un estudio con el objetivo de evaluar el efecto in vitro del refresco de cola en la degradación de la resistencia a la tracción de los elásticos de cadena de ortodoncia. Se evaluaron tres grupos de 18 segmentos de 5 eslabones cada uno según diferentes líquidos de inmersión: saliva artificial (grupo 1), agua fría (grupo 2) y Coca Cola[®] (grupo 3). Las muestras se mantuvieron en saliva artificial y se almacenaron en una incubadora a una temperatura de $37^{\circ}\text{C} \pm 1$. Los elásticos de los grupos 2 y 3 se sumergieron en los respectivos líquidos, con una temperatura de $5^{\circ}\text{C} \pm 1$, dos veces al día durante 30 segundos en intervalos de 12 horas, durante el periodo de 7, 14 o 21 días. Se

examinaron en la máquina de ensayos para medir la degradación de la resistencia a la tracción. En la comparación entre grupos, se observó que el grupo control y la bebida de cola, mostraron una reducción progresiva estadísticamente significativa a lo largo del periodo de estudio ($p < 0,001$); además cuando se compararon los grupos de prueba con el control, se observó que todos los grupos presentaron una reducción de la resistencia a la tracción estadísticamente significativa a los 7 y 14 días ($p < 0,001$); sin embargo, a los 21 días no hubo discrepancia estadística entre ellos. Se concluye que el refresco de cola contribuyó a la degradación de la resistencia de los elásticos de cadena de ortodoncia en el periodo de 7 y 14 días.

Achachao K.¹⁵ 2017, Perú. El propósito de esta investigación fue evaluar la degradación de fuerzas de las cadenas elastoméricas American Orthodontic[®] expuestas a bebidas carbonatadas a diferentes intervalos de tiempo. Se emplearon 48 segmentos de cadena elastomérica (American Orthodontic[®], Sheboygan, USA) que fueron divididas en cuatro grupos de 12 especímenes cada uno: fueron expuestos a cada bebida carbonatada (Cola Cola[®], Inca Kola[®] y Kola Real[®]) y agua destilada (control) en dos ciclos de 15 minutos dos veces diarias en intervalos de 5 horas durante 28 días. Antes de la inmersión se midió el pH de las soluciones usando un pHmetro y las fuerzas (gf) fueron medidas con una máquina de ensayo universal (Zwick, Ulm, Alemania) en seis intervalos de tiempo, inicial, 1 día, 7 días, 14 días, 21 días, y 28 días. Los resultados indican que existe diferencia estadísticamente significativa en la degradación de las fuerzas entre las bebidas evaluadas ($p < 0.05$). Los mayores valores de degradación se encontraron en las cadenas elastoméricas expuestas a Inca Kola[®]; no se encontró diferencias significativas en la degradación de fuerzas de las cadenas expuestas a Cola Cola[®] y Kola Real[®] ($p > 0.05$); se observó la máxima degradación los días 1, 7 y 14, independientemente de la bebida evaluada, sin embargo, las fuerzas se degradaron hasta los 21 días. Concluyendo que la Inca Kola[®] causó mayor degradación de las fuerzas en las cadenas elastoméricas.

Aldrees A, et al.¹⁶ 2015, Arabia Saudita. Realizan un estudio para comparar la desintegración de la fuerza porcentual de las cadenas elastoméricas transparentes y semitransparentes de ocho fabricantes diferentes y también evaluar la cantidad de decoloración después de la inmersión en medios dietéticos de color. Se diseñó

un estudio in vitro utilizando un medidor de fuerza electrónico para medir seis especímenes de cada muestra de los 19 tipos de cadenas elastoméricas estiradas al doble de su tamaño original y evaluadas durante un período de cuatro semanas: al inicio, 1, 2, 3 y 4 semanas. Se utilizó un espectrofotómetro para medir el color de cada espécimen (10 de cada tipo) al inicio del estudio y luego de sumergirlo en un medio dietético café, té, cola y vino en cantidades de 250ml, durante 72h. En los resultados se obtuvo una diferencia significativa en el porcentaje de la fuerza inicial perdida entre todas las cadenas elastoméricas probadas; al comparar la fuerza inicial y la fuerza al final de la cuarta semana se encontró un relación negativa entre ambas ($p < 0.001$); además se muestra una diferencia significativa en la cantidad de decoloración entre los tipos de cadena elastomérica ($p < 0.001$). En conclusión, se encontraron diferencias significativas en el porcentaje medio de desintegración de la fuerza entre los 19 tipos de cadenas elastoméricas de color claro estudiadas.

Nachan R, et al.¹⁷ 2015, India. Estudio in vitro cuyo objetivo fue comparar los efectos de los líquidos comúnmente consumidos, como la bebida gaseosa (Coca Cola), el té negro, la leche, el enjuague bucal y la saliva artificial, sobre la degradación de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia. Se usaron tres módulos elastoméricos de las marcas Ormco, Power Chain, 3M Unitek Alastik Chain y American Orthodontics. Para la comparación inicial de la carga se utilizaron dos módulos de diferente longitud (largo y corto) de cada producto y se evaluó la pérdida de fuerza durante 21 días con una extensión constante de 20 mm y una extensión decreciente, iniciando con 20 mm y disminuyendo 0.5 mm cada semana hasta llegar a 18 mm; los tiempos evaluados fueron 5 minutos, media hora, 1, 8, 24 horas, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 14, 21 días, utilizando para determinar la fuerza una máquina universal. Se obtuvo como resultado que a los 7 y 14 días hubo menor pérdida de fuerza para el té comparado con leche y cola; a los 7, 14 y 21 días el promedio de fuerza no cambió significativamente para la leche, cola y enjuague bucal; a los 14 y 21 días la reducción de la fuerza fue significativamente menor en cola comparando con enjuague bucal. Se concluye que independientemente de los líquidos utilizados, la degradación de la fuerza varía para los diferentes productos.

Kumar K, et al.¹⁸ 2014, India. El objetivo fue comparar in vitro el efecto de la Coca-Cola®, el té y el enjuague bucal Listerine® sobre la fuerza ejercida por la cadena

elastomérica. Se tuvo una muestra de 480 especímenes divididos en cuatro grupos. Se utilizaron plantillas con clavijas separadas entre ellas a 25mm para mantener las cadenas estiradas a una longitud constante durante 60 segundos y dos veces al día la exposición estuvo separada por 9 horas y se tomaron medidas de la fuerza en los intervalos de 1 y 24 horas y 7, 14, 21 y 28 días utilizando una máquina universal. Se obtuvo una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre los grupos control, Coca Cola, Listerine y té, así como una diferencia altamente significativa ($p < 0.01$) entre los periodos de tiempo; la pérdida de fuerza se incrementó en todos los grupos hasta el día 7 y luego no fue muy variable. Se concluye que las soluciones estudiadas provocan un aumento de la pérdida de fuerza de las cadenas elastoméricas a lo largo del tiempo.

Pithon M, et al.¹⁹ 2014, Brasil. Tuvo como objetivo determinar la pérdida de fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia al entrar en contacto con diferentes soluciones. Las cadenas elastoméricas se dividieron en 6 grupos de 18 cadenas de 5 eslabones cada uno, distribuidos de la siguiente manera Grupo CW (agua desionizada), Grupo CS (saliva artificial), Grupo CC (Coca-Cola®), Grupo SP (Sprite®), Grupo GA (Guaraná Antártica®) y Grupo FA (Fanta®) siendo sumergidos dos veces al día durante 3 minutos a intervalos de 6 horas. Los elásticos se estiraron a 23.5 mm que correspondía a un 50% de la longitud inicial, midiendo la fuerza al inicio, 1, 7, 14, 21 y 28 días utilizando un dinamómetro digital. Todos los grupos mostraron un incremento de la pérdida de fuerza con diferencia estadística entre el tiempo inicial y los demás tiempos ($p < 0.05$); el grupo CS demostró los valores más altos de decaimiento elástico, con una diferencia estadística entre tiempo de 24h con intervalos de tiempo de 14, 21 y 28 días ($p < 0.05$); al comparar entre los grupos, hubo diferencia estadística entre el grupo CS y los grupos CW y FA en todos los intervalos de tiempo experimentales, con el grupo CC en los intervalos de tiempo 7, 14, 21 y 28 días y con el Grupo GA en los intervalos de tiempo de 7, 14 y 21 días ($p < 0.05$); considerando el pH de las soluciones hubo diferencia significativa entre los grupos CC y SP a los 7 días ($p < 0.05$). Concluyen que hubo menor efecto sobre la pérdida de fuerza en orden decreciente para el Grupo CW, CC, FA, GA y SP.

Las cadenas elastoméricas han sido utilizadas ampliamente en la práctica clínica de la Ortodoncia desde los años 60, y sus efectos han sido evaluados desde entonces. Hoy en día, los módulos elastoméricos siguen siendo de gran utilidad para los procedimientos que se realizan durante el tratamiento de ortodoncia; sirven para conseguir la nivelación y el alineamiento de los dientes, corregir las giroversiones, retraer caninos permanentes después de extraer los premolares, cerrar espacios, traccionar los dientes impactados y en algunos casos rectificar la desviación de la línea media.^{20, 21}

Los módulos elastoméricos continuos, también son conocidos en la práctica clínica diaria como cadenas elastoméricas o de poder, son elastómeros elaborados principalmente con poliuretanos, que es un polímero de estructura lineal que se obtiene mediante una reacción química en la que se emplea diisocianato y un poliol.²²

Existen tres tipos de tramo, cerrados o continuos, abiertos o cortos y anchos o largos. La forma y el tamaño de los módulos elastoméricos pueden determinar su fuerza; los módulos cerrados, cortos y largos son de diferentes formas, sin embargo, hay pocos estudios sobre su comparación pero se sabe que si se coloca una cadena más corta, se estirará durante una mayor longitud, en cambio si se instala una longitud mayor de la misma cadena, ésta se estirará menos y no perderá mucha fuerza.^{21, 23}

Además de la flexibilidad y la elasticidad, sus beneficios son la facilidad de uso, el precio bajo, la reducción del potencial de trauma intraoral, la mínima necesidad de cooperación del paciente y la amplia gama de colores y transparencia; entre los inconvenientes que más destacan están la inestabilidad de los niveles de fuerza a lo largo del tiempo, la absorción de fluidos por la saliva o durante la alimentación que causan el cambio de color y el empeoramiento de la higiene bucal por la retención de placa bacteriana.^{22,23}

En el entorno oral están presentes distintos factores que pueden alterar el comportamiento de la cadena de poder, como la higiene, alta temperatura, humedad excesiva, consumo de alimentos, microbiota oral y el nivel del pH. Estos

factores no solo influyen en la apariencia estética de los elastómeros, sino que causan una disminución considerable en su eficacia^{23, 24}

Pese a que la propiedad principal de las cadenas elastoméricas es volver a su longitud inicial para aplicar fuerza, varios estudios han mostrado la pérdida de su fuerza al utilizarse in vivo e in vitro. Además de los factores del entorno oral, anteriormente mencionados, el estiramiento primario, el fabricante y el diseño de los elastómeros también podrían influir en la disminución de la fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena.²⁵

Otro factor es la exposición prolongada al agua, la saliva y restos alimenticios, sufriendo una ruptura de enlaces internos a causa de la liberación de la tensión, lo que ocasiona una degradación permanente y la pérdida progresiva de su efectividad.²⁶

Existen evaluaciones sobre las propiedades de los elastómeros, no obstante se debería investigar más sobre los efectos de los niveles de pH en la relajación de la fuerza de la cadena elastomérica, teniendo en cuenta la variabilidad individual del pH presente en la boca, que puede cambiar por la dieta. Por otro lado, las evaluaciones que tratan sobre el pH y los elastómeros no han considerado si la relación fuerza-pérdida-pH influirá en las propiedades de este material.²⁷

La cadena elastomérica produce una fuerza efectiva de movimiento del diente, que se ve afectada significativamente por el pH del medio en el que se encuentra. Este efecto del pH aumenta con el tiempo, incrementando la tasa de pérdida de fuerza a medida que el pH se vuelve más alcalino, por ser simplemente más hostil a las cadenas elastoméricas.²⁸

El consumo de bebidas carbonatadas se ha convertido en un problema de salud pública al considerarse que contribuye a la obesidad infantil. Estas bebidas contienen ácido cítrico y ácido fosfórico, además tienen agua carbonatada, azúcar, acidulantes, conservantes, cafeína, saborizantes y colorantes; diferentes estudios han evidenciado que pueden afectar la velocidad del movimiento dental y las propiedades de los materiales ortodóncicos. Asimismo, el ácido cítrico es un ácido orgánico débil de origen natural que está presente en todos los cítricos, es utilizado como acidulante y regulador del pH por lo que suele añadirse a los alimentos y bebidas como conservante, antioxidante y para potenciar el sabor. Se ha

demostrado que este ácido causa la pérdida de fuerza en los elastómeros, por lo que debe limitarse la ingesta de cítricos durante su activación.^{10, 15, 29}

El ortodoncista debe ser capaz de elegir un elastómero con características de fuerza-extensión que sea útil para el movimiento dental que se necesite, además desde el punto de vista del especialista, debe ser obligatorio conocer las propiedades básicas de estos elásticos para aprovechar su función al máximo.³⁰

Es recomendable también el pre estiramiento de las cadenas antes de utilizarlas, pese a que la información en este aspecto es aún escasa se sugiere para reducir la fuerza inicial.³¹

La importancia sobre los elastómeros es la transmisión de fuerza y la pérdida de la fuerza de estos materiales con el tiempo. La fuerza que se ejerce por los elastómeros dependerá de la fuerza inicial, numerosos estudios indican que hay pérdida de fuerza del 50 a 70% en el primer día³²; después disminuye entre un 10 y un 20% en las siguientes 4 semanas. En un entorno seco, la pérdida de fuerza posterior a los 21 días es de 42 a 63%, por el contrario, la pérdida de fuerza incrementará en un entorno húmedo o si se sumerge al agua.³³

Es recomendable emplear una fuerza cuatro veces superior al valor deseado si se quiere utilizar cadenas elastoméricas, para compensar la pérdida de fuerza en las primeras 24 horas, no obstante, el rendimiento de las cadenas puede variar según el proveedor.³⁴ En contraste con esta información, una investigación realizada in vitro indica que la fuerza generada por las cadenas elastoméricas a las cuatro semanas se mantiene, y sigue siendo óptima para un movimiento dental adecuado; además la mayoría de las cadenas de poder en ese estudio tuvieron un aumento de la fuerza medida después de dos semanas.³⁵

El conocimiento de las alteraciones en las propiedades mecánicas de los módulos elastoméricos es de gran importancia para el ortodoncista ya que van a permanecer un tiempo considerable en la boca, y lo ideal es que siga manteniendo una fuerza clínicamente adecuada³⁶ y un color estable ya que la demanda estética es cada vez mayor en ortodoncia, aunque se sabe que las cadenas elastoméricas se ven afectadas por diferentes agentes de tinción presentes en el entorno oral, el paciente exige estabilidad del color para mantener la estética y calidad en estos productos elastoméricos.³⁷

Debido a que estos elastómeros son susceptibles a los cambios de la cavidad bucal, es preciso para aplicar las fuerzas óptimas y lograr el movimiento dental en el menor tiempo posible, el ortodoncista debe conocer el protocolo de uso de fuerza y su proceso de degradación con el tiempo.³⁸

Los módulos elastoméricos en las investigaciones, se estiran por lo general hasta 25 mm, ya que se estima que ésta es la distancia más frecuente en el uso de los módulos durante la práctica clínica; al utilizarlos en las evaluaciones in vitro que estudian la degradación de la fuerza en las cadenas de poder se consigue simular la distancia entre el hook o gancho del tubo en el primer molar permanente y las alas distales del bracket en el canino permanente.^{39,40}

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación:

Es una investigación aplicada ya que tiene como objetivo resolver un problema específico y está orientada a mejorar el funcionamiento de los procedimientos ortodónticos que requieran el uso de módulos elastoméricos.^{41, 42}

Diseño de investigación:

Es un diseño cuasiexperimental porque se ha establecido un grupo de control y está respaldado por un análisis estadístico. Según el momento en el que los eventos ocurren y la recolección de datos fue prospectivo y según el número de mediciones de la variable de este estudio fue transversal.⁴³

3.2. Variables y operacionalización

Variable dependiente: Pérdida de la fuerza de los módulos elastoméricos. (Cuantitativa)⁴⁴

Variable independiente: Bebida carbonatada. (Cualitativa)⁴⁴

Operacionalización de las variables (Anexo 1).

3.3. Población, muestra y muestreo

Población:

Está conformada por rollos de módulos elastoméricos tipo cadena de tramo largo en color transparente de la marca Morelli®.

Criterios de Inclusión: Módulos elastoméricos sellados y nuevos, de tipo tramo largo, de color transparente y de la marca Morelli®.

Criterios de Exclusión: Módulos elastoméricos usados y expuestos al medio ambiente, de tipo tramo corto y/ medio, de otro color que no sea transparente y de otra marca distinta a Morelli®.

Muestra

Esta muestra estuvo conformada por 40 segmentos de módulos elastoméricos tipo cadena. Se distribuyeron en los 4 grupos de estudio. El tamaño muestral que indica la fórmula estadística utilizada es de 9. Sin embargo, debido a la disponibilidad de la muestra se aumentó la cantidad a 10 segmentos por grupo de estudio, incluido el grupo de estudio control (Anexo 2).

Muestreo

El tipo de muestreo es Probabilístico, porque las muestras fueron seleccionadas mediante una fórmula.

Unidad de análisis

Segmento de módulo elastomérico de tramo largo y color transparente compuesto por 5 eslabones.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica que se utilizó fue la observación.

El instrumento que se utilizó en esta investigación es una máquina de ensayos universal de la marca LG® modelo CMT 5 L, que se encuentra calibrada (Anexo 3), que a su vez opera con el programa Smart TEST, registrando los datos en una ficha de recolección de datos (Anexo 4), creada por la investigadora, donde se colocaron los datos recolectados en la fecha determinada según el grupo de estudio observado.

3.5. Procedimientos

Se solicitó una carta de presentación al Director de Escuela de Estomatología de la Universidad César Vallejo, dirigida al laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C., donde se realizó la toma de medidas de los módulos elastoméricos en esta investigación (Anexo 5).

Se obtuvieron 4 rollos de cadenas elastoméricas de la marca Morelli®, en color transparente. Todos los rollos fueron de tramo largo y se seleccionaron segmentos compuestos por 5 eslabones. Se cortó el segmento a utilizar, del

rollo de módulo elastomérico, con cuidado para evitar un posible daño causado por el pre estiramiento y así facilitar la ejecución de la prueba.

Para la confección de las platinas se utilizó una base acrílica transparente de material policarbonato de 50 mm de largo x 44 mm de ancho x 3.9 mm de espesor, en la que se realizaron 20 perforaciones en dos extremos opuestos de la base con una separación de 25 mm, utilizando una broca de 1 mm de diámetro. Luego se colocaron 20 pines de 1.04 mm de diámetro de material SAE 1060.

Se organizaron 4 grupos de estudio, y se asignaron 10 muestras de las cadenas elastoméricas para cada uno. Los segmentos de cadena se estiraron entre los dos pines a una distancia de 25mm. De este modo, se ejerció una fuerza constante sobre la cadena elastomérica durante todo el periodo de prueba. La separación de los pines de metal tuvo la finalidad de simular la distancia entre la posición del bracket en un canino permanente y un tubo adhesivo en una primera molar.⁴⁰

Antes de realizar las pruebas, se midió el pH de las cuatro soluciones estudiadas con un pH-metro, cumpliendo el protocolo del laboratorio para evitar errores en los resultados y así poder identificar la acidez de cada sustancia, obteniéndose los siguientes valores Coca Cola® (2.6), Inca Kola® (3.0), Sprite® (3.3) y agua destilada (5.7).

Se tomó la medida cero de los 40 segmentos en la máquina de ensayos universal de la marca LG® modelo CMT 5 L, por un método conocido como microtracción, sin ser sometida al proceso de elongación en las platinas de acrílico para obtener la medida inicial y tomarla en cuenta para la base de datos. A continuación, se estiraron los segmentos a 10mm sobre su medida inicial (15mm) para obtener la medida de la fuerza tensional y se colocaron en los pines de la platina de acrílico rotulada según el grupo de estudio asignado. Cada segmento se manipuló con una pinza porta agujas cautelosamente para evitar el pre estiramiento.

Se utilizó el agua destilada para conservar las muestras dentro de la mufla eléctrica (HTL®) durante el periodo de investigación.

La experimentación se desarrolló en los siguientes intervalos de tiempo: 1 día, 7 días, 14 días, 21 días y 28 días.

Para la evaluación de la fuerza, las platinas de acrílico fueron sumergidas dentro de uno de los recipientes rotulados según la solución evaluada, conteniendo una de las tres bebidas carbonatadas y el grupo control.

El tiempo de exposición de cada grupo fue de 15 minutos en la solución que le correspondía Coca Cola®, Inca Kola®, Sprite® y agua destilada. Se utilizó una tapa plástica para sellar los recipientes durante este procedimiento.

Para inhibir el efecto de las bebidas carbonatadas, se enjuagó con agua destilada antes de almacenar nuevamente las muestras en la mufla eléctrica. Esto se repitió durante el tiempo en las que fueron evaluadas las muestras.

Se llenó la ficha de recolección de datos de acuerdo a la medida obtenida de los segmentos observados y expuestos a los 4 grupos de estudio según intervalo de tiempo. Obteniendo del laboratorio los resultados para cada grupo (Anexo 6).

3.6. Método de análisis de datos

Los resultados fueron tabulados en una base de datos utilizando el programa Microsoft Excel y se analizaron usando el programa estadístico STATA 15®. Se utilizó el análisis descriptivo mediante las medidas de tendencia central: media y mediana; y de dispersión: desviación estándar. Además se realizó el análisis inferencial mediante la prueba de ANOVA, Kruskal Wallis y Friedman. Previamente se verificó el análisis de normalidad de los datos mediante la prueba estadística de Shapiro – Wilk (Anexo 7).

3.7. Aspectos éticos

Esta investigación al ser una evaluación in vitro y que no implica seres vivos, no presenta riesgos, durante el desarrollo experimental, a la salud de la investigadora ni del profesional supervisor del laboratorio. Sin embargo, ha sido necesario realizar preventivamente los procedimientos de manera

correcta, cumpliendo un protocolo y respetando las reglas establecidas del laboratorio.

Se ingresó al laboratorio portando los elementos mínimos de bioseguridad como bata, tapabocas, gafas, gorro, guantes de látex para generar un hábito de cultura para evitar accidentes.⁴⁵

Debido al ambiente de trabajo se califica como laboratorio básico y este posee escaso riesgo individual y comunitario frente a agentes patógenos; como personal de salud aplicamos las normas de seguridad para evitar daños que afecten nuestra integridad física.⁴⁶ En relación al manejo de residuos, se sigue el protocolo indicado por el MINSA, teniendo en cuenta que se trabajó con residuos comunes.⁴⁷

IV. RESULTADOS

Tabla 1. Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Coca Cola®, Inca Kola®, Sprite® y agua destilada en los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días.

Bebida	N	Inicial	24 horas	7 días	14 días	21 días	28 días
		Media±D.E.	Media±D.E.	Mediana	Mediana	Mediana	Mediana
Coca Cola®	10	2,99±0,22	2,24±0,09	1,99	1,89	1,84	1,77
Inca Kola®	10	3,13±0,20	2,41±0,12	2,13	2,02	1,96	1,92
Sprite®	10	3,00±0,11	2,41±0,06	2,09	1,99	1,93	1,93
Agua	10	3,18±0,16	2,39±0,11	2,11	2,02	2,00	2,00
P		0,067*	0,0010*	0,0113**	0,0514**	0,0065**	0,0007**

Fuente: Base propia del autor

*Anova. **Kruskal Wallis. Nivel de significancia 0.05. D.E: Desviación standar

En la tabla 1, se observa que al comparar la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos expuestos a las bebidas Coca Cola®, Inca Kola®, Sprite® y agua destilada en su fase inicial y a los 14 días de exposición no existe diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$); es decir, al comparar las 4 medias en su fase inicial y a los 14 días respectivamente son estadísticamente iguales; a diferencia de las 24 horas de exposición, donde si existe diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$); es decir, por lo menos existe una media de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos expuesta a una bebida que es diferente al resto. En el caso de los 7 días, 21 días y 28 días de exposición se observa diferencia estadísticamente significativa entre la pérdida de fuerza entre las 4 bebidas respectivamente ($p < 0.05$), lo que demuestra que por lo menos una mediana de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos expuesta a una bebida es diferente en los diferentes tiempos de exposición.

Tabla 2. Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días de cada bebida Coca Cola®, Inca Kola®, Sprite® y agua destilada.

TIEMPO EXPOSICIÓN	DE	BEBIDAS			
		Coca Cola®	Inca Kola®	Sprite®	Agua
		N	Media±D.E.	Media±D.E.	Media±D.E.
Inicial	10	2,99±0,22	3.13±0.20	3,00±0,11	3.17
24 hrs	10	2,24±0,09	2.41±0.12	2,41±0,06	2.39
7 días	10	1,99±0.72	2.10±0.12	2.10±0.07	2,11
14 días	10	1.91±0.07	2.01±0.10	1.98±0.06	2,02
21 días	10	1.83±0.06	1.93±0.10	1.94±0.64	2,00
28 días	10	1.78±0.48	1.89±0.09	1.93±0.06	2,00
P		0.000*	0.000*	0.000*	0.0001**

Fuente: Base propia del autor

*Anova. **Friedman. Nivel de significancia 0.05.

D.E: Desviación standar

En la tabla 2, al comparar las pérdidas de fuerza de los módulos elastoméricos de cada bebida entre los diferentes tiempos de exposición: 0(inicial), 24 horas, 7 días, 14 días, 21 días, 28 días; se encontró que existe diferencia estadísticamente significativa para las 4 bebidas ($p < 0.05$).

Además se observa que las pérdidas de fuerzas van disminuyendo directamente en función al tiempo, a excepción de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos al agua que dejó de disminuir desde el 21 día de exposición.

Tabla 3. Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos entre Coca Cola® e Inca Kola®; Coca Cola® y Sprite®; Coca cola® y agua destilada, Inca Kola® y Sprite®, Inca Kola® y agua destilada, Sprite® y agua destilada en los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 7, 21 y 28 días

Tiempo de exposición	24 hrs			7 días			21 días			28 días			
	Bebida	Inca Kola®	Sprite®	Agua	Inca Kola®	Sprite®	Agua	Inca Kola®	Sprite®	Agua	Inca Kola®	Sprite®	Agua
Coca Cola®	10	0.004*	0.003*	0.013*	0.01**	0.003**	0.011**	0.02**	0.004**	0.004**	0.011**	0.003**	0.003**
Inca Kola®	10		1.00*	1.00*		0.60**	0.52**		0.82**	0.39**		0.38**	0.07**
Sprite®	10			1.00*			0.94**			0.26**			0.20**

Fuente: Base propia del autor

. *Anova: . Post hoc: Bonferroni. Nivel de significancia 0.05.

. **Kruskal Wallis. Nivel de significancia 0.05.

En la tabla 3 se observa que al comparar la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Coca Cola® e Inca Kola®; Coca Cola® y Sprite®; Coca cola® y agua existe una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$) a las 24 horas, 7 días, 21 días y 28 días.

Al comparar las bebidas Inca Kola® y Sprite®; Inca Kola® y agua a las 24 horas, a los 7 días, 21 días y 28 días; no se encontró diferencia estadísticamente significativa ($p > 0.05$). De igual manera al comparar el Sprite® y el agua a las 24 hrs, 7 días, 14 días, 21 días, 28 días

Tabla 4. Comparación in vitro la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Coca Cola® entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días

Tiempo de exposición	N	Inicial	24 hrs.	7 días	14 días	21 días
24 hrs	10	0.000*				
7 días	10	0.000*	0.000*			
14 días	10	0.000*	0.000*	1.000*		
21 días	10	0.000*	0.000*	0.046*	1.000*	
28 días	10	0.000*	0.000*	0.002*	0.147*	1.000*

Fuente: Base propia del autor

*Anova. Post hot. Bonferroni. Nivel de significancia 0.05.

En la tabla 4, se observa que existe diferencia estadísticamente significativa entre la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos entre la fase inicial y las 24hrs, 7 días, 14 días, 21 días, 28 días respectivamente; de igual manera entre 24 hrs de exposición y 7 días, 14 días, 21 días, 28 días respectivamente; así mismo, entre 7 días y 21 días, 28 días respectivamente.

Además se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre 7 días y 14 días, 14 días y 21 días; 21 y 28 días.

La pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos disminuye estadísticamente hasta el 7^{mo} día de exposición pero se mantiene después de esta fecha hasta el día 28 sin disminuir sus valores.

Tabla 5. Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Inca Kola® entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días

Tiempo de exposición	N	Inicial	24 hrs.	7 días	14días	21 días
24 hrs	10	0.000*				
7 días	10	0.000*	0.000*			
14 días	10	0.000*	0.000*	1.000*		
21 días	10	0.000*	0.000*	0.085*	1.000*	
28 días	10	0.000*	0.000*	0.008*	0.508*	1.000*

Fuente: Base propia del autor

*Anova. Post hoc: Bonferroni. Nivel de significancia 0.05.

En la tabla 5. Se observa que existe diferencia estadísticamente significativa entre la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos entre la fase inicial y las 24hrs, 7 días, 14 días, 21 días, 28 días respectivamente; de igual manera entre 24 horas de exposición y 7 días, 14 días, 21 días, 28 días respectivamente y entre 7 días y 28 días respectivamente. Además se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre 7 días y 14 días; 14 días y 21 días; 21 días y 28 días.

La pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos disminuye estadísticamente hasta el 7^{mo} día de exposición manteniéndose igual estadísticamente hasta el 28^{vo} día de exposición.

Tabla 6. Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Sprite® entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días

Tiempo de exposición	N	Inicial	24 hrs.	7 días	14 días	21 días
24 hrs	10	0.000*				
7 días	10	0.000*	0.000*			
14 días	10	0.000*	0.000*	0.006*		
21 días	10	0.000*	0.000*	0.000*	1.000*	
28 días	10	0.000*	0.000*	0.000*	1.000*	1.000*

Fuente: Base propia del autor

*Anova. Post hoc: Bonferroni. Nivel de significancia 0.05.

En la tabla 6, se evidencia que existe diferencia estadísticamente significativa entre la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos entre la fase inicial y las 24hrs, 7días, 21 días y 28 días respectivamente; de igual manera entre 24 hrs de exposición y 7, 14, 21, 28 días respectivamente; así mismo entre 7 días y 14 días, 21 días, 28 días respectivamente. Además se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre 14 días y 21 días; 14 días y 28 días; 21 días y 28 días.

La pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos disminuye estadísticamente hasta el 14^{vo} día de exposición manteniéndose igual estadísticamente hasta el 28^{vo} día de exposición.

Tabla 7. Comparación in vitro de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos al agua destilada entre los tiempos de exposición: 0hrs (inicial), 24hrs, 7, 14, 21 y 28 días

Tiempo de exposición	N	Inicial	24 hrs.	7 días	14 días	21 días
24 hrs	10	0.0002**				
7 días	10	0.0002**	0.0002**			
14 días	10	0.0002**	0.0002**	0.0689**		
21 días	10	0.0002**	0.0002**	0.0040**	0.5708**	
28 días	10	0.0002**	0.0002**	0.0041**	0.3643**	0.5205**

Fuente: Base propia del autor

** Friedman . Nivel de significancia 0.05.

En la tabla 7, se observa que existe diferencia estadísticamente significativa entre la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos entre la fase inicial y las 24hrs, 7días, 21 días y 28 días respectivamente; de igual manera entre 24 horas de exposición y 7 días, 14 días, 21 días, 28 días respectivamente; así mismo entre 7 días y 21 días, 28 días respectivamente. Además se observa que no existe diferencia estadísticamente significativa entre 7 días y 14 días; 14 días y 21 días; 14 días y 28 días; y entre 21 y 28 días de exposición.

La pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos disminuye estadísticamente hasta el 7^{mo} día de exposición, posteriormente se mantienen los valores hasta el 28^{vo} día de exposición.

V. DISCUSIÓN

Los módulos elastoméricos tienen diversos beneficios y han sido utilizados ampliamente en la práctica clínica de la ortodoncia. En este estudio se evaluó la pérdida de fuerza in vitro de los módulos elastoméricos tipo cadena de tramo largo expuestos a tres bebidas carbonatadas Coca Cola[®], Inca Kola[®] y Sprite[®].

Los resultados del presente estudio coinciden con los reportados por Suprayugo M, et al.¹² donde el decaimiento de la fuerza fue mayor en las cadenas de fuerza que se sumergieron en Coca Cola[®] en comparación con las que fueron inmersas a otras soluciones. Esto puede atribuirse al hecho de que durante la inmersión esta bebida es fácilmente absorbida por el elastómero, lo que da lugar a una mayor pérdida de fuerza. Además Suprayugo M, et al.¹² menciona que la bebida Coca Cola[®] contiene moléculas de ácido fosfórico y benzoato de sodio, que pueden desintegrarse a iones en el agua, transportándolos por el agua y aumentando los espacios entre los enlaces de los elastómeros.

En los resultados se obtuvo que en las primeras 24 horas fue donde se produjo la mayor pérdida de fuerza; lo que coincide con el estudio de Nachan R, et al.¹⁷ quienes señalan que a las 24 horas de elongación de los módulos elastoméricos se da la pérdida de fuerza y posteriormente se dio una degradación lenta y continua en casi todos los intervalos de tiempos.

En los resultados del presente estudio se evidencia que la pérdida de fuerza a los 14 días no muestra un decaimiento significativo ($p > 0.05$), lo que contrasta con el estudio realizado por Barreto P, et al.¹⁴ que encontraron que los elastómeros expuestos a Coca Cola[®] presentan mayor degradación de fuerza en el periodo de 7 y 14 días.

Achachao K¹⁵ manifiesta que la mayor degradación de la fuerza se dio en el grupo Inca Kola[®] a los 21 días, diferenciándose del resultado de este trabajo que favorece a Coca Cola[®], los valores obtenidos para Inca Kola[®] indican una disminución de la fuerza hasta el día 7, posterior a ellos se mantiene el valor hasta el día 28. En cambio, Nachan, et al.¹⁵ indica que después de los 21 días de exposición en Coca Cola[®] el porcentaje de pérdida evaluada se muestra significativamente alta, coincidiendo la información obtenida en este estudio.

Suprayago M, et al.¹⁴ expone que las cadenas de tensión experimentaron un decaimiento de fuerza durante todo el periodo de inmersión coincidiendo con el resultado de esta investigación, ya que el decaimiento de la fuerza fue progresivo hasta el último día. Se observó un comportamiento similar en la investigación de Pithon M, et al.¹⁹ quien observa un alto nivel de decaimiento de la fuerza después de 28 días de estiramiento constante, y confirma que esta disminución está relacionada con el debilitamiento de las fuerzas intermoleculares tras exponerse a un medio líquido. En este estudio, la Coca Cola® tiene la mayor pérdida de fuerza al término de la semana 4 mientras que el agua destilada presenta la menor degradación de fuerza.

Inca Kola® y Sprite® presentaron un efecto similar en los módulos elastoméricos en esta investigación; pero si se compara el valor de la pérdida de fuerza de Inca Kola® según los datos publicados por Achachao K¹⁵ entre los 7 y 14 días, 14 y 21 días, 21 y 28 días existe similitud con lo hallado en el actual estudio ($p>0.05$), sin embargo se puede notar que Achachao K¹⁵ muestra que la fuerza puede variar entre los 14 y 28 días ($p<0.05$), lo cual no es ratificado por lo encontrado en el presente estudio ($p>0.05$); esto es debido probablemente a que las muestras estudiadas tienen otra longitud de espécimen y de elongación.

En cuanto los resultados obtenidos para Sprite®, al comparar la fuerza inicial con los demás tiempos evaluados, se encontró diferencia estadísticamente significativa entre la fase inicial y todos los tiempos ($p<0.05$), no encontrándose diferencia entre el día 14 y los días 21 y 28, ni entre el día 21 y el día 28 ($p>0.05$); el estudio de Sallam S, et al¹³, exponen que las cadenas con memoria tenían significativamente más fuerza liberada en contraste con las cadenas convencionales ($p<0.001$), las cuales fueron utilizadas en este estudio, en tanto el estudio realizado por Pithon M, et al.¹⁹ afirma la existencia de diferencia significativa entre la Coca Cola® y Sprite® al día 7 ($p<0.05$), siendo el grupo Sprite® el que presentó menos influencia de degradación frente a las otras soluciones también evaluadas.

En el presente estudio, al seleccionar las bebidas, se priorizó la variedad del color, sabor y consumo, utilizándose la bebida Coca Cola® e Inca Kola®, y se decidió usar la bebida Sprite® que no tiene colorantes añadidos; si bien es cierto, existe otro estudio, como el de Achachao K¹⁵ que evaluó las cadenas elastoméricas

sometidas a las bebidas carbonatadas más consumidas en el Perú, no considera las tres bebidas que se han seleccionado en este estudio.

Se realizó la previa medición del pH para determinar la acidez de las bebidas evaluadas. Se obtuvo que las tres bebidas carbonatadas presentaron acidez en su composición, sin embargo, los valores obtenidos difieren con los expuestos en la investigación de Achachao K¹⁵, ya que el valor de pH de la Inca Kola en su estudio es 2.69 y en el nuestro es de 3.0, sin embargo el valor de pH en Coca Cola si coincide con 2.6. Por otro lado Sallam S, et al.¹³ también evaluó el pH en sus bebidas, obteniendo los mismos valores que este estudio en el pH de la bebida Sprite® con 3.3; pese a que la bebida de cola utilizada en su estudio es de la marca Pepsi® tiene un pH de 2.7, que es similar al de Coca Cola® con pH 2.6, obtenido en la experimentación; asimismo concluyó que la bebida a base de naranja tiene más influencia en el deterioro de la fuerza elastomérica en comparación con las otras bebidas, afirmando que una mayor acidez no causa mayor degradación, es decir no relaciona el pH y la pérdida de fuerza. Adicionalmente, la pérdida de fuerza encontrada en los módulos elastoméricos sumergidos al agua destilada, ser podría explicar dado a que no tiene los mismos componentes que la saliva real ni la artificial, además es un medio con pH de 5.7, es decir no tiene tanto grado de acidez como las bebidas carbonatadas, y teniendo en cuenta esto, podría constituir un factor importante frente a la comparación de las soluciones de inmersión, difiriendo con los resultados de Kumar K, et al¹⁸ pues asegura que la influencia del pH en la pérdida de fuerza de cadenas elastoméricas no tienen relación significativa, es decir el pH ácido no es influyente para relacionarlo con la degradación de fuerza. Incluso Pithon M, et al.¹⁹ menciona que la cantidad de conservantes, colorantes, cloruros y fosfatos en las bebidas ácidas tienen una influencia significativa en la pérdida de fuerza, porque en su investigación se observó que la bebida de naranja, con pH 2.3, tuvo mayor influencia en comparación con las bebidas de pH más bajo según sus resultados, a la vez que el valor obtenido del pH en Sprite® es de 1.9, siendo inferior en el encontrado en este estudio.

Pithon M, et al.¹⁹ señala también que la saliva artificial tiene más influencia en la reducción de fuerza de las cadenas de poder, frente a bebidas carbonatadas; si

bien no se ha evaluado la solución de saliva artificial en la presente investigación, es importante tener en cuenta ese dato.

El agua destilada analizada obtuvo un pH de 5.7 (ligeramente ácido) por lo que se utilizó como grupo control para este estudio, así como también se enjuagaban con esta solución las muestras después de haber sido expuestas a las bebidas carbonatadas. En la investigación de Suprayugo M, et al.¹² señalan que la máxima pérdida de fuerza se produjo durante las primeras 24 horas en las muestras inmersas en agua destilada, en comparación con la otras soluciones, entre ellas la Coca Cola®, coincidiendo con el resultado encontrado, pues se mostró mayor degradación en el día 1.

Los tiempos para registrar las mediciones de esta investigación se basaron en las utilizadas por Achachao K¹⁵, Aldrees, et al.¹⁶, Kumar K, et al.¹⁸ y Pithon M, et al.¹⁹, con pequeñas modificaciones para realizarse a las 0 horas, al día 1, día 7, día 14, día 21 y día 28, ya que las citas de ortodoncia se indican al paciente con intervalos de 2 a 4 semanas para reemplazar el módulo elastomérico; pero autores como Lucindo M, et al.¹¹, Sallam S, et al.¹³, Barreto P, et al.¹⁴ y Nachan RA, et al.¹⁷ decidieron trabajar sus especímenes en 21 días, equivalentes a 3 semanas. Finalmente, Suprayugo M, et al.¹⁴ evaluó por solo 14 días (interpretado en 336 horas) el decaimiento de fuerza de las cadenas de ortodoncia, posiblemente se decidió emplear menos tiempos por tener una muestra de 28 especímenes.

Aldrees A, et al.¹⁶ estudió las cadenas transparentes inmersas en bebida de cola e indica que hubo diferencias significativas en el porcentaje medio de disminución de la fuerza en la muestra evaluada en su investigación, además concluyó que se mantiene mayor parte de la fuerza de degradación original durante las 4 semanas de exposición, no obstante, esto no coincide con lo obtenido en este trabajo, porque las muestras tienen una pérdida de fuerza progresiva durante los 28 días de experimentación.

Este estudio se realizó con una muestra de 40 segmentos de módulos elastoméricos y se eligió la marca Morelli® en base a la investigación de Lucindo M, et al.¹¹ ya que este autor concluyó que este producto en comparación con otras marcas comerciales mostraba menor valor de degradación, obteniendo una significancia estadística importante ($p < 0.05$); adicionando a ello, lo estudiado por

Achachao K¹⁵, se seleccionaron cadenas de color transparente, pues además de ser estéticos, al no tener pigmentos agregados posee mejor desempeño en el tratamiento de ortodoncia. No obstante se debe tener en cuenta que en la actualidad existen diversas marcas de módulos elastoméricos, y podrían existir variaciones en sus propiedades al ser de fabricantes diferentes.

Para medir la pérdida de fuerza se utilizó la Máquina de Ensayos Universal, siendo empleado en estudios similares como Lucindo M, et al.¹¹, Barreto P, et al.¹⁴, Achachao K¹⁵, Nachan RA, et al.¹⁷ y Kumar K, et al.¹⁸ La unidad de medida que utilizada para interpretar los resultados fue Newton (N), siguiendo los parámetros de Nachan RA, et al.¹⁷, Kumar K, et al.¹⁸ y Pithon M, et al.¹⁹, sin embargo se tomaron datos en gramo/fuerza (g/f) y fueron registrados en el informe de laboratorio para comparaciones a futuro, de ser necesarias.

La metodología experimental puede simular el entorno bucal a estudiar con algunas limitaciones, como lo sostienen Achachao K¹⁵, que menciona que los estudios in vitro no presentan un resultado completamente real, y Pithon M, et al.¹⁹ indica que estos estudios siguen siendo el mejor método de comparación entre diferentes productos en un entorno constante; se escogió realizar un estudio in vitro debido a que permiten una mejor estandarización de las muestras dentro de grupo, así como también es útil para guiar futuros estudios clínicos que pueden evaluar el entorno oral de los pacientes, en especial de ortodoncia. Es importante señalar que la variación en los valores de pérdida de fuerza puede mejorar si son usados en la práctica clínica porque están expuestos a factores reales, y no solo de simulación.

Todas las muestras estudiadas fueron inmersas al grupo seleccionado y se estiraron a la misma longitud de 25 mm, por razones fundamentadas y que también se ejecutaron en el estudio de Sallam S, et al.¹³.

La bebida Coca Cola® presentó menor nivel de fuerza final, produciendo mayor pérdida de fuerza sobre los módulos elastoméricos en los tiempos estudiados; lo cual comprueba la hipótesis formulada al inicio de esta investigación, puesto que la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a esta bebida es mayor que la muestra expuesta a las otras bebidas carbonatadas.

VI. CONCLUSIONES

- 1.- No existe diferencia estadística entre la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena entre las bebidas Coca Cola[®], Inca Kola[®], Sprite[®] y agua destilada en su fase inicial y a los 14 días.
2. Existe diferencia de la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena entre los diferentes tiempos de exposición: 0(inicial), 24 horas, 7 días, 14 días, 21 días, 28 días; en cada bebida: Coca Cola[®], Inca Kola[®], Sprite[®] y agua destilada.
3. La Inca Kola[®], Sprite[®] y el agua destilada influyen de igual manera en la pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena a diferencia de la Coca Cola[®] que presenta mayor pérdida de fuerza.
- 4.- La pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Coca Cola[®] disminuye estadísticamente hasta el 7^{mo} día de exposición.
- 5.- La pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Sprite[®] disminuye estadísticamente hasta el 14^{vo} día de exposición.
- 6.- La pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a Inca Kola[®] disminuye estadísticamente hasta el 7^{mo} día de exposición.
- 7.- La pérdida de fuerza de los módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a agua destilada disminuye estadísticamente hasta el 7^{mo} día de exposición.

VII. RECOMENDACIONES

1. Evaluar la relación de los elastómeros y las bebidas carbonatas in vivo y así contrastar los resultados.
2. Estudiar los materiales que se utilizan para el tratamiento ortodóntico, optando siempre por la calidad del mismo.
3. Investigar las características de la estructura y alteración de color de los módulos elastoméricos en más estudios experimentales.
4. Sugerir al profesional el uso de los módulos elastoméricos, teniendo en cuenta las alteraciones de fuerza que experimentan con el tiempo.
5. Indicar al paciente los beneficios de los módulos elastoméricos e informarle sobre los daños que causan las bebidas carbonatas en estos, para que tenga en cuenta evitar su consumo.

REFERENCIAS

1. Pino I, Véliz O, García P. Maloclusiones, según el índice de estética dental, en estudiantes de séptimo grado de Santa Clara. Medicentro Electrónica [Internet]. 2014 [Consultado 09 de marzo de 2021]; 18(4): 177-179. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1029-30432014000400007
2. González M, Rodríguez L. Prevalencia, tipos y factores etiológicos de apiñamiento mandibular tardío en pacientes de ortodoncia en Tabasco. Rev. Mex. de Ortod. [Internet] 2018 [Consultado 09 de marzo de 2021]; 6 (1): 22-27. Disponible en: <http://www.medigraphic.com/ortodoncia>
3. Sadoun C, Paz M. ¿Qué consecuencias reales tiene la aplicación de las fuerzas ortodóncicas sobre los dientes? Biociencias [Internet]. 2020 [Consultado 09 de marzo de 2021]; 15 (2): 1-26. Disponible en: <https://revistas.uax.es/index.php/biociencia/article/view/1292>
4. Sifakakis I, Papaioannou W, Papadimitriou A, et al. Salivary levels of cariogenic bacterial species during orthodontic treatment with thermoplastic aligners or fixed appliances: a prospective cohort study. Prog Orthod. [Internet]. 2018 [Consultado 09 de marzo de 2021]; 19 (25): 1-9. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-018-0230-4>
5. Shirozaki M, da Silva R, Romano F, et al. Clinical, microbiological, and immunological evaluation of patients in corrective orthodontic treatment. Prog Orthod. [Internet]. 2020 [Consultado 09 de marzo de 2021]; 21 (6): 1-8. Disponible en: <https://doi.org/10.1186/s40510-020-00307-7>
6. Torres P, Villarreal N, Ortiz Jorge, et al. Evaluación del desgaste superficial de las cadenas elastoméricas de ortodoncia. Journal Odont Col. [Internet]. 2017 [Consultado 09 de marzo de 2021]; 10 (20): 8-11. Disponible en: <https://revistas.unicoc.edu.co/index.php/joc/article/view/356>

7. García I, Gutiérrez JF, Gutiérrez J. Motivos de los pacientes para realizarse tratamiento de ortodoncia. Rev Tame. [Internet]. 2018 [Consultado 09 de marzo de 2021]; 6.7 (18) : 661-663. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/tame/tam-2018/tam1818c.pdf>
8. Encuesta Global de Salud Escolar - Resultados Perú 2010, MINSA. [Internet]. [Consultado 09 de marzo de 2021]. Disponible en: https://www.who.int/ncds/surveillance/gshs/GSHS_Report_Peru_2010.pdf
9. Agencia Peruana de Noticias: ANDINA. Al año se consumen 75 litros de gaseosas per cápita en Lima y 35 litros en provincias. Agencia Peruana de Noticias: ANDINA. [Internet].2010 [Consultado el 09 de marzo de 2021]. Disponible en: <https://andina.pe/agencia/noticia-al-ano-se-consumen-75-litros-gaseosas-per-capita-lima-y-35-litros-provincias-301219.aspx>
10. Abd Al-Hussain Z, Nahidh M. Carbonated Soft Drinks and Orthodontics: Review of Literature. Turk J Orthod. [Internet]. 2020 [Consultado 08 de mayo de 2021]; 1 (1): 1-7. Disponible en: https://turkjorthod.org/Content/files/sayilar/85/4-2020_20107.pdf
11. Lucindo M, Carneiro D, Souza F, Correr A, Valdrighi H. Evaluation of degradation of force of esthetic elastomeric chains. Rev Odontol UNESP. [Internet]. 2019 [Consultado 25 de abril de 2021]; 48: Disponible en: <https://doi.org/10.1590/1807-2577.111119>
12. Suprayugo M, Eriwati Y, Santosa A. Effect of pH of soft drinks on force decay in orthodontic power chains. J. Phys.: Conf. Ser. [Internet]. 2018 [Consultado 11 de mayo de 2021]; 1073: 2 - 6. Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1073/6/062016/pdf>
13. Sallam S, Ramadan A, Elgamy W. Effect of some carbonated drinks on force decay of elastomeric chains: An in vitro study. Egyptian Orthodontic Journal [Internet]. 2018 [Consultado 09 de marzo de 2021]; 53: 31-389.

Disponible en:
https://journals.ekb.eg/article_77119_d0d4ce49bdab43ef35fa87eba2475017.pdf

14. Barreto P, Souza G, Ferraz C, Pithon M, Machado A, Braga E. Experimental Evaluation of Strength Degradation of Orthodontic Chain Elastics Immersed in Cola Beverage. *Acta Scientific Dental Sciences* [Internet]. 2018 [citado el 30 de marzo de 2021]; 2(5):1-5. Disponible en: <https://actascientific.com/ASDS/pdf/ASDS-02-0119.pdf>

15. Achachao K. Evaluación in vitro de la degradación de fuerzas de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas carbonatadas. [Tesis de maestría]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia. 2017. 58p. Disponible en: https://repositorio.upch.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12866/912/Evaluacion_AchachaoAlmerco_Kelly.pdf?sequence=1&isAllowed=y

16. Aldrees A, Al-Foraidi S, Murayshed M, Almoammar K. Color stability force decay of clear orthodontic elastomeric chains: An in vitro study. *Int Orthod* [Internet]. 2015 [Consultado 16 de marzo de 2021]; 13 (3): 287-301. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2015.06.003>

17. Nachan RA, Kalia A, Al-Shahrani I. Force Degradation of Orthodontic Elastomeric Chain due to Commonly Consumed Liquids: An in vitro Study. *World J Dent* [Internet]. 2015 [Consultado 08 de abril de 2021]; 6(1):31-38. Disponible en: <https://www.wjoud.com/doi/WJOUR/pdf/10.5005/jp-journals-10015-1309>

18. Kumar K, Shetty S, Krithika M, Cyriac B. Effect of commonly used beverage, soft drink, and mouthwash on force delivered by elastomeric chain: a comparative in vitro study. *J Int Oral Health*. [Internet]. 2014

[Consultado 08 de mayo de 2021]; 6(3): 7-10. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4109247/>

19. Pithon M, Lacerda-Santos R, Santana L, Rocha M, Leal R, Santos M. Does acidic drinks vs. controls differents interfere with the force of orthodontic chain elastics? Biosci. J. [Internet]. 2014 [Consultado 08 de mayo de 2021] ; 30(6): 1952-1958. Disponible en:
<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/26060>
20. Baratieri C, Mattos C, Alves J, Lau T, Nojima L, Souza M, Araujo M, Nojima M. In situ evaluation of orthodontic elastomeric chains. Braz. Dent. J. [Internet]. 2012 [Consultado 22 de abril de 2021]; 23 (4): 394-398. Disponible en:
<https://www.scielo.br/j/bdj/a/ZzBX38hgYHcf8RbX996zsyK/?lang=en>
21. Mohammad S, Mahboobi S, Rakhshan. 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 [Consultado 23 de marzo de 2021]; 17(5): 326-337. Disponible en:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC7737826/#>
22. Buchmann N, Senn C, Ball J, Brauchli L. Influence of initial strain on the force decay of currently available elastic chains over time. Angle Orthod. [Internet]. 2012 [Consultado 22 de abril de 2021]; 82(3): 529-535. Disponible en: <https://doi.org/10.2319/062011-399.1>
23. 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 [Consultado 23 de abril de 2021]; 26 (3): 373-378. Disponible en:
<https://advances.umw.edu.pl/pdf/2017/26/3/373.pdf>
24. Fouda A. Assessment of force decay of different orthodontic power chains without pre-stretching. Egyptian Orthodontic Journal [Internet]. 2017

[Consultado 08 de mayo de 2021]; 52(12): 24-30. Disponible en: https://eos.journals.ekb.eg/article_78355.html

25. Behnaz M, Namvar F, Sohrabi S, Parishanian M. Effect of Bleaching Mouthwash on Force Decay of Orthodontic Elastomeric Chains. The journal of contemporary dental practice. [Internet]. 2018 [Consultado 18 de abril de 2021]; 19(2): 221-225. Disponible en: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-2240>
26. Sarkar S, Tan K, Khalid M. Changes in the force degradation of orthodontic elastomeric chains when subjected to different formulations of chlorhexidine mouthrinse - an in vitro study. Contemp Res J Multidisciplinary Sci [Internet]. 2017 [Consultado 14 de mayo de 2021]; 1(1): 29-44. Disponible en: <http://ojs.onlinejournal.org.uk/index.php/crjms/article/view/05031217>
27. Santos R, Pithon M, Romanos M. The effect of different pH levels on conventional vs. super-force chain elastics. Materials Research. [Internet]. 2013 [Consultado 23 de abril de 2021]; 16(1): 246-251. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1516-14392012005000158>
28. Khandekar S, Gupta G, Hegde A, Mehta K. Effect of PH on the Degradation of the Elastic Chain during Orthodontic Treatment: An in Vitro Study. Heal Talk [Internet]. 2014 [Consultado 06 de mayo de 2021]; 6 (3-4): 35-37. Disponible en: <http://oaji.net/articles/2014/1143-1412843645.pdf>
29. Khaleghi A, Ahmadvand, A, Sadeghian, S. Effect of citric acid on force decay of orthodontic elastomeric chains. Dent Res J [Internet]. 2021 [Consultado 29 de mayo de 2021]; 18 (31). Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8314966/>
30. Lokhande R, Patil T, Mahamuni A, Jaju K, Gore K, Rai R. Comparison of the force deterioration of different orthodontic elastomeric materials in

artificial saliva: An in vitro study. International Journal of Clinical and Biomedical Research, [Internet].2019 [Consultado 23 de abril de 2021]; 5(1): 41-44. Disponible en: <https://doi.org/10.31878/ijcbr.2018.51.11>

31. Chang J, Hwang C, Kim K, Cha J, Kim K, Yu H. Effects of prestretch on stress relaxation and permanent deformation of orthodontic synthetic elastomeric chains. Korean J Orthod [Internet].2018 [Consultado 15 de abril de 2021]; 48(6): 384-394 Disponible en: <http://dx.doi.org/10.4041/kjod.2018.48.6.384>
32. Nakhaei S, Agahi R, Aminian A, Rezaeizadeh M. Discoloration and force degradation of orthodontic elastomeric ligatures. Dental Press J. Orthod. [Internet]. 2017 [Consultado 15 de abril de 2021]; 22(2):45-54. Disponible en: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-94512017000200045&lng=en
33. Santana W, Thahar B, Mardiaty E, Salim J. The effect of alcohol-containing mouthwash and alcohol-free mouthwash towards the power chains force decay. Padjadjaran Journal of Dentistry [Internet]. 2017 [Consultado 15 de mayo de 2021]; 29(3): 196-203 Disponible en: <http://jurnal.unpad.ac.id/pjd/article/view/14476>
34. Quenzer J, Lucato A, Vedovello S, Valdrighi H, Vedovello M. Influence of elastic chain in the degradation of orthodontic forces – in vitro study. Rev. odontol. UNESP [Internet]. 2015 [Consultado 26 de abril de 2021]; 44(6): 320-325. Disponible en: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-25772015000600320&lng=en&tlng=en
35. 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 [Consultado 16 de marzo de 2021]; 18(3): 538-545. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.ortho.2020.05.003>.

36. Lima M, Miranda V, Rodrigues R, Freire T, Castro A. Comparison of force degradation and color change of esthetic elastomeric chains. *Research, Society and Development*. [Internet]. 2021 [Consultado 15 de mayo de 2021]; 10(4): 1-10 Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Victor-Ladewig/publication/351103993_Comparison_of_force_degradation_and_color_change_of_esthetic_elastomeric_chains/links/6087678c907dcf667bc70894/Comparison-of-force-degradation-and-color-change-of-esthetic-elastomeric-chains.pdf
37. Chanamallappa G, Rinet P. An Effect of salivary pH, temperature and common beverages on elastomeric chains. *Journal of Critical Reviews*. [Internet]. 2020 [Consultado 15 de mayo de 2021]; 7(7): 672-678 Disponible en: <http://www.jcreview.com/fulltext/197-1589630172.pdf>
38. Behnaz M, Dalaie K, Hosseinpour S, Namvar F, Kazemi L. The effect of toothpastes with bleaching agents on the force decay of elastomeric orthodontic chains. *Eur J Dent* [Internet]. 2017 [Consultado 06 de mayo de 2021]; 11 (4): 427-431. Disponible en: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5727725>
39. Bankur P, Venkatachalam N, Sam G, Penumatsa N, Prasad S, Kumaran V, Satyanarayan A. In vitro Evaluation of the efficacy of different mouthwashes of force decay of orthodontic elastomeric chains. *Int J Prev Clin Dent Res*. [Internet]. 2018 [Consultado 15 de mayo de 2021]; 5(1): 59-59 Disponible en: <http://www.ijpcdr.com/pdf/2018/Suppl-January-March-2018/11.pdf>
40. Omidkhoda M, Rashed R, Khodarahmi N. Evaluation of the effects of three different mouthwashes on the force decay of orthodontic chains. *Dental Research Journal*. [Internet]. 2015 [Consultado 30 de abril de 2021]; 12(4), 348–352. Disponible en: <https://doi.org/10.4103/1735-3327.161453>

41. Alarcon M. Odontología basada en evidencia, necesidad científica y clínica. Evidencia en Odontología Clínica [Internet]. 2017 [Consultado 11 de mayo de 2021]; 2 (2): 6. Disponible en: <https://revistas.uancv.edu.pe/index.php/EOC/article/download/349/291>
42. Esteban N. Tipos de Investigación. USDG [Internet]. 2018 [Consultado 11 de mayo de 2021] 1-4 Disponible en: <http://repositorio.usdg.edu.pe/handle/USDG/34>
43. Portell M, Vives J. Investigación en Psicología y Logopedia: Introducción a los diseños experimentales, cuasi-experimentales y ex post facto. Vol. 60. Servei de Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona; 2019. Disponible en: https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=2UWuDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA9&dq=definición+de+diseño+cuasi+experimental&ots=q80iRZIJ9h&sig=RWPusaKRTYW46Hrr6LxJAjf4dq4&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
44. Ochoa C, Molina M. Estadística. Tipos de variables. Escalas de medida. Evid Pediatr. 2018 [Consultado 30 de abril de 2021]; 14 (29),1-5 Disponible en: https://evidenciasenpediatria.es/files/41-13363-RUTA/Fundamentos_29.pdf
45. Martin P, Menese O, Váldez N, Morera A, Carpio T. Fundamentos básicos de bioseguridad en los laboratorios de química clínica. Tecnología y Salud. [Internet]. 2019 [Consultado 01 de mayo de 2021]; 1–7. Disponible en: <http://tecnologiaysalud2019.sld.cu/index.php/tecnologiaysalud/2019/paper/viewPaper/131>
46. Sánchez R, Pérez I. Relevance of knowledge and compliance with biosafety for the health professional. Rev Hum Med [Internet]. 2021 [Consultado 01 de mayo de 2021]; 21(1): 239-258. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-81202021000100239&lng=es

47. MINSA. Norma técnica de Salud: “Gestión y manejo de residuos sólidos en establecimientos de salud, servicios médicos de apoyo y centros de investigación. [Internet] 2018 [Consultado 11 de de 2021]. Disponible en: https://docs.bvsalud.org/biblioref/2019/01/970188/rm_1295-2018-minsa.pdf
48. Morales E, Lavado A, Quea E. Degradación de fuerzas en cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes. Estudio in vitro. KIRU. 1[Internet]. 2014 [Consultado 30 de abril de 2021];11 (2),110-4. Disponible en: https://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2014/kiru_v11/FINAL-Kiru-11-2-v-p8-12.pdf
49. Satyajeet R, Madhuri D, Anshuman S, Hussain S, Mohammed H, Mohana K. A Rapid Method for the Quantitative Determination of 34 Pesticides in Nonalcoholic Carbonated Beverages Using Liquid–Liquid Extraction Coupled to Dispersive Solid-Phase Cleanup Followed by Gas Chromatography with Tandem Mass Spectrometry. Journal of AOAC INTERNATIONAL [Internet]. 2017 [Consultado 19 de abril de 2021]; 100 (3): 624-630. Disponible en: <https://doi.org/10.5740/jaoacint.17-0064>
50. Delfino A. La metodología de uso del tiempo: sus características, limitaciones y potencialidades. Espacio Abierto [Internet]. 2017 [Consultado 06 de mayo de 2021]; 18 (2): 199-218. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=12211826001>

ANEXOS

Anexo 1. Cuadro de operacionalización de variables.

VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	ESCALA DE MEDICIÓN
Pérdida de fuerza de módulos elastoméricos	Fatiga que sufren los elastómeros al exponerse a diversos factores. ⁴⁸	Fatiga de fuerza de los módulos elastoméricos medida con la máquina de ensayos universal	Newton (N)	Razón
Bebida carbonatada	Bebidas no alcohólicas de popularidad considerable que tienen diversos componentes. ⁴⁹	Presentación de la bebida carbonatada	Coca Cola, Inca Kola y Sprite.	Nominal
Tiempo	Periodo/ vector / magnitud donde se organiza un suceso. ⁵⁰	Periodo obtenido según el calendario actual	1; 7; 14; 21 y 28 días	Ordinal

Anexo 2.

Cálculo de la muestra

El número de repeticiones se determina aplicando una fórmula estadística utilizada en investigaciones de experimentación donde se determinará el número mínimo de observaciones, repeticiones o duplicados.

La fórmula estadística mencionada está a continuación:

$$n = \frac{w - w^2 \cdot Z\beta + 1,4 \cdot Z\alpha^2}{W^2}$$

$$n = \frac{0,80 - 0,80^2 \cdot 0,842 + 1,4 \cdot 1,96^2}{0,80^2}$$

$$n = \frac{0,80 - 0,64 \cdot 0,842 + 1,4 \cdot 3,8416}{0,64}$$

$$n = \frac{0,16 \cdot 0,842 + 1,4 \cdot 3,8416}{0,64}$$

$$n = \frac{0,13472 + 5,37824}{0,64}$$

$$n = \frac{5,51296}{0,64}$$

$$n = 8,6296$$

$$n = 9$$

Donde,

n = Número mínimo de réplicas que deben efectuarse

Z α = nivel de confianza asignado.

Z β = potencia asignada a la prueba.

W = Diferencia mínima observable.

Así, Z α = 1.96; Z β = 0.842; W = 0.80 (80%).

Reemplazamos la ecuación con los datos indicados y obtenemos como resultado que el número mínimo de repeticiones será 9.



CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN
LMF - 2020 - 010

Página 1 de 2

Fecha de emisión: 2020-08-15
Fecha de expiración: 2021-08-15
Expediente: LMC-2020-0666

1. SOLICITANTE : HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE S.A.C.
Dirección : Nro. 1319 Int. 116 Urb. Los Jardines de San Juan, Etapa II, San Juan de Lurigancho - Lima - Lima.

2. INSTRUMENTO DE MEDICIÓN: MAQUINA DIGITAL DE ENSAYOS UNIVERSALES

Marca : LG
Modelo : CMT-5L
Serie : 7419
Identificación : No Indica
Rango de indicación : 5000,00 N
División mínima : 0,01 N
Tipo de Ensayo : Tracción
Tipo de indicación : Digital
Procedencia : Korea
Ubicación : No Indica
Fecha de Calibración : 2020-08-14

Este certificado de calibración documenta la trazabilidad a los patrones nacionales, que realizan las unidades de medida de acuerdo con el Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados del certificado se refieren al momento y condiciones en que se realizaron las mediciones.

El usuario está en la obligación de recalibrar el instrumento a intervalos adecuados, los cuales deben ser elegidos con base en las características del trabajo realizado y el tiempo de uso del instrumento.

3. METODO DE CALIBRACIÓN:

La calibración se realizó por medición directa y comparativa con patrones calibrados con trazabilidad nacional. Se tomó como referencia la norma ISO 7500-1: 2004 Materiales Metálicos. Verificación de máquinas de ensayos uniaxiales parte 1. Máquinas de ensayo tracción/compresión. Verificación y calibración del sistema de medida de fuerza.

LABORATORIOS MECALAB S.A.C. no se responsabiliza de los perjuicios que pueda ocasionar el uso inadecuado de este instrumento, ni de una incorrecta interpretación de los resultados de la calibración aquí declarados.

4. LUGAR DE CALIBRACIÓN:

LABORATORIOS MECALAB S.A.C.
Av. Lurigancho Nro. 1063, San Juan de Lurigancho - Lima.

El certificado de calibración sin firma y sello carece de validez.

5. CONDICIONES AMBIENTALES:

	Inicial	Final
Temperatura (°C)	20,3 °C	20,4 °C
Humedad Relativa (%HR)	59 %HR	57 %HR

6. PATRONES DE REFERENCIA:

Patrón	Valor / Clave	Marca	Certificado de Calibración
Termohigrómetro	0 °C a 50 °C	Traceable	LH-085-2019 DM-INACAL
Juego de pesas	1 g a 1 kg / M2	Ninguna	LMM-2020-014 INMELAB
Juego de pesas	5 kg, 10 kg y 20 kg / M2	Ninguna	LMM-2020-017 INMELAB

Gerente de Metrología



Firmado digitalmente por Jorge Jesús Padilla
Durrás
Fecha: 2020.08.17 16:00:28 -05'00'



PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL DE ESTE DOCUMENTO SIN AUTORIZACIÓN ESCRITA DE "LABORATORIOS MECALAB S.A.C."

7. RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN:
MEDICIÓN DE TRACCIÓN

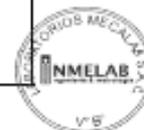
Indicación del Patrón (N)	Indicación del Equipo (N)	Corrección (N)	Incertidumbre (N)
500,00	501,91	-1,91	2,66
1 000,00	1003,33	-3,33	3,91
1 500,00	1503,68	-3,68	6,47
2 000,00	2005,43	-5,43	9,02
2 500,00	2506,53	-6,53	14,04
3 000,00	3010,63	-10,63	18,97
3 500,00	3515,28	-15,28	17,22
4 000,00	4019,52	-19,52	15,68
4 500,00	4521,32	-21,32	18,99
5 000,00	5025,23	-25,23	21,61

Indicación del Equipo (N)	Errores Relativos				Incertidumbre Expandida U (%)
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	
501,91	-0,38	0,22	---	---	0,53
1 003,33	-0,33	0,32	---	---	0,39
1 503,68	-0,24	0,43	---	---	0,43
2 005,43	-0,27	0,27	---	---	0,45
2 506,53	-0,26	0,16	---	---	0,56
3 010,63	-0,35	0,35	---	---	0,63
3 515,28	-0,43	0,23	---	---	0,49
4 019,52	-0,49	0,53	---	---	0,39
4 521,32	-0,47	0,43	---	---	0,42
5 025,23	-0,50	0,37	---	---	0,43

Retorno a cero f_0	0,00 %
----------------------	--------

Error relativo máximo permitido según la clase de la escala de la máquina de ensayo (ISO)

Clase de la escala de la máquina	Errores Relativos				
	Exactitud q (%)	Repetibilidad b (%)	Reversibilidad v (%)	Resolución Relativa a (%)	Cero f_0 (%)
0,50	± 0,5	0,50	± 0,75	0,25	± 0,05
1	± 1,0	1,00	± 1,5	0,50	± 0,1
2	± 2,0	2,00	± 3,0	1,00	± 0,2
3	± 3,0	3,00	± 4,5	1,50	± 0,3


8. OBSERVACIONES:

- El valor indicado del equipo que se muestra en la tabla, es el promedio de 5 valores medidos.
- La incertidumbre de la medición que se presenta esta basada en una incertidumbre estándar multiplicado por un factor de cobertura $k=2$, el cual proporciona un nivel de confianza de aproximadamente 95 %.
- Se colocó una etiqueta con la indicación "CALIBRADO".

9. CONCLUSIONES:

- De las mediciones realizadas se concluye que el equipo se encuentra **calibrado** debido a que los valores medidos están dentro del rango normal de operación.
- Se recomienda realizar la próxima calibración en un plazo no mayor a un año desde la emisión de la misma.

FIN DEL DOCUMENTO

Anexo 4.

Ficha de recolección de datos.

Grupo de estudio	N° de módulo elastomérico	1 d	7 d	14 d	21 d	28 d
Control (agua destilada)	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
Inca Kola	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	1					

Coca Cola	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	Sprite	1				
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						

****Medida en Newton: N**



"Año del Bicentenario del Perú: 200 años de Independencia"

Piura, 03 de mayo de 2021

CARTA DE PRESENTACIÓN N° 237-2021/ UCV-EDE-P13-F01/PIURA

Doctor

Robert Nick Eusebio Teheran

Gerente de Laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C

Presente.-

De mi especial consideración

Es grato dirigirme a usted para expresar mi cordial saludo, y a la vez, presentarle a la (os) alumna (o) **Miranda Pérez Ximena** identificada con **DNI 70341805**, quien (es) está (n) realizando el Taller de Titulación en la Escuela de Estomatología de la Universidad César vallejo – Filial Piura y desean realizar su Proyecto titulado "**Evaluación in vitro de la pérdida de fuerza de módulos elastoméricos tipo cadena expuestos a bebidas carbonatadas, 2021**".

Por lo tanto, solicito a usted el permiso respectivo para que la (os) alumna (os) pueda ejecutar su proyecto en la institución que dirige.

Asimismo, hacemos de conocimiento que esta carta solo tiene validez virtual, pues por motivos de pandemia no entregamos el documento de manera física.

Sin otro particular, me despido de Ud.

Atentamente,



Mg. Eric Giancarlo Becerra Atoche
Director Escuela de Estomatología



C.C.

Anexo 6.

Resultados obtenidos del laboratorio.



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES

INFORME DE ENSAYO N°	IE-058-2021	EDICION N° 2	Página 1 de 6
ENSAYO DE TRACCION EN CADENAS ELASTÓMICAS ODONTOLÓGICAS			
1. TESIS	"EVALUACIÓN IN VITRO DE LA PÉRDIDA DE FUERZA DE LOS MÓDULOS ELASTOMÉRICOS TIPO CADENA EXPUESTOS A BEBIDAS CARBONATADAS, 2021"		
2. DATOS DEL SOLICITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Ximena Miranda Pérez		
DNI	70341805		
DIRECCIÓN	Los Delfines Mz. U lote 35 A		
DISTRITO	San Bartolo		
3. EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Máquina Digital de Ensayos Universales CMT- 5L		
MARCA	LG		
APROXIMACIÓN	0.001 N		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	08	Mayo	2021
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	4 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras de módulos elastoméricos tipo cadena		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Agua destilada	
	Grupo 2	Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Coca Cola	
	Grupo 3	Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Inca Kola	
	Grupo 4	Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Sprite	
5. REFERENCIA DE PROCEDIMIENTO			
NORMA DE REFERENCIA	UNE-EN ISO 21606:2007 "ODONTOLOGÍA. AUXILIARES ELASTOMÉRICOS UTILIZADOS EN ORTODONCIA. (ISO 21606:2007)"		
6. REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME	07	Junio	2021

INFORME DE ENSAYO N°		IE-058-2021		EDICION N° 2		Página 2 de 6	
7. RESULTADOS GENERADOS							
Grupo 1		Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Agua destilada					
Especimen	Inicial		24 horas		7 días		
	Fuerza		Fuerza		Fuerza		
	N	gf	N	gf	N	gf	
1	2.99	304.90	2.22	226.38	2.03	207.00	
2	3.14	320.19	2.23	227.40	2.03	207.00	
3	3.25	331.41	2.37	241.67	2.10	214.14	
4	3.10	316.11	2.4	244.73	2.21	225.36	
5	3.50	356.90	2.53	257.99	2.12	216.18	
6	3.19	325.29	2.38	242.69	1.80	163.15	
7	3.23	329.37	2.31	235.55	2.03	207.00	
8	3.31	337.53	2.52	256.97	2.15	219.24	
9	2.95	300.82	2.42	246.77	2.13	217.20	
10	3.09	315.09	2.51	255.95	2.18	222.30	
Grupo 1		Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Agua destilada					
Especimen	14 días		21 días		28 días		
	Fuerza		Fuerza		Fuerza		
	N	gf	N	gf	N	gf	
1	2.04	208.02	2.00	203.94	2.00	203.94	
2	2.00	203.94	2.00	203.94	1.99	202.92	
3	2.13	217.20	2.08	212.10	2.06	210.06	
4	1.22	203.13	1.92	195.79	1.91	194.77	
5	1.91	194.77	1.91	194.77	1.90	193.75	
6	1.52	155.00	1.53	156.02	1.51	153.98	
7	1.60	163.15	1.96	199.86	1.95	198.84	
8	2.05	209.04	2.01	204.96	2.01	204.96	
9	2.06	210.06	2.02	205.98	2.01	204.96	
10	2.05	209.04	2.02	205.98	2.00	203.94	
Grupo 2		Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Coca Cola					
Especimen	Inicial		24 horas		7 días		
	Fuerza		Fuerza		Fuerza		
	N	gf	N	gf	N	gf	
1	3.28	334.47	2.27	231.48	2.01	204.96	
2	3.19	325.29	2.36	240.65	2.1	214.14	
3	2.77	282.46	2.16	220.26	1.86	189.67	
4	2.75	280.42	2.08	212.10	1.89	192.73	
5	2.79	284.50	2.17	221.28	1.97	200.88	
6	3.07	313.05	2.22	226.38	1.96	199.86	
7	2.68	273.28	2.22	226.38	2	203.94	
8	3.17	323.25	2.31	235.55	2.06	210.06	
9	3.10	316.11	2.25	229.44	1.98	201.90	
10	3.14	320.19	2.38	242.69	2.02	205.98	
Grupo 2		Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Coca Cola					
Especimen	14 días		21 días		28 días		
	Fuerza		Fuerza		Fuerza		
	N	gf	N	gf	N	gf	
1	1.83	186.61	1.86	189.67	1.85	188.65	
2	2.08	212.10	1.88	191.71	1.86	189.67	
3	1.86	189.67	1.74	177.43	1.72	175.39	
4	1.93	196.81	1.82	185.59	1.77	180.49	
5	1.88	191.71	1.89	192.73	1.74	177.43	
6	1.85	188.65	1.81	184.57	1.77	180.49	
7	1.97	200.88	1.93	196.81	1.8	183.55	
8	1.9	193.75	1.85	188.65	1.78	181.51	
9	1.88	191.71	1.77	180.49	1.76	179.47	
10	1.92	195.79	1.76	179.47	1.72	175.39	

INFORME DE ENSAYO N°		IE-058-2021		EDICION N° 2		Página 4 de 6	
Grupo 3		Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Inca Kola					
Especimen	Inicial		24 horas		7 días		
	Fuerza		Fuerza		Fuerza		
	N	gf	N	gf	N	gf	
1	2.89	294.70	2.12	216.18	1.82	185.59	
2	3.08	314.07	2.38	242.69	2.19	223.32	
3	3.13	319.17	2.41	245.75	2.14	218.22	
4	3.29	335.49	2.49	253.91	2.22	226.38	
5	3.25	331.41	2.42	246.77	2.08	212.10	
6	3.24	330.39	2.39	243.71	2.00	203.94	
7	3.07	313.05	2.45	249.83	2.21	225.36	
8	3.31	337.53	2.5	254.93	2.13	217.20	
9	3.33	339.57	2.56	261.05	2.13	217.20	
10	2.72	277.36	2.36	240.65	2.04	208.02	
Grupo 3		Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Inca Kola					
Especimen	14 días		21 días		28 días		
	Fuerza		Fuerza		Fuerza		
	N	gf	N	gf	N	gf	
1	1.96	199.86	1.87	190.69	1.79	182.53	
2	1.76	179.47	1.74	177.43	1.71	174.37	
3	2.01	204.96	1.97	200.88	1.89	192.73	
4	2.09	213.12	2.03	207.00	2.00	203.94	
5	2.02	205.98	1.93	196.81	1.93	196.81	
6	1.98	201.90	1.82	185.59	1.78	181.51	
7	2.13	217.20	2.07	211.08	1.98	201.90	
8	2.10	214.14	1.98	201.90	1.94	197.82	
9	2.03	207.00	1.95	198.84	1.92	195.79	
10	2.02	205.98	1.96	199.86	1.92	195.79	
Grupo 4		Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Sprite					
Especimen	Inicial		24 horas		7 días		
	Fuerza		Fuerza		Fuerza		
	N	gf	N	gf	N	gf	
1	N	g	2.40	244.73	2.07	211.08	
2	3.01	306.93	2.42	246.77	1.99	202.92	
3	2.97	302.86	2.51	255.95	2.11	215.16	
4	3.01	306.93	2.34	238.61	2.07	211.08	
5	3.16	322.23	2.37	241.67	2.11	215.16	
6	2.97	302.86	2.43	247.79	2.03	207.00	
7	3.09	315.09	2.32	236.57	2.06	210.06	
8	2.75	280.42	2.52	256.97	2.24	228.42	
9	3.11	317.13	2.40	244.73	2.13	217.20	
10	2.98	303.88	2.42	246.77	2.2	224.34	
Grupo 4		Módulos Elastoméricos tipo cadena sumergidos en Sprite					
Especimen	14 días		21 días		28 días		
	Fuerza		Fuerza		Fuerza		
	N	gf	N	gf	N	gf	
1	1.93	196.81	1.92	195.79	1.94	197.82	
2	1.89	192.73	1.88	191.71	1.92	195.79	
3	2.01	204.96	1.93	196.81	1.91	194.77	
4	1.97	200.88	1.89	192.73	1.87	190.69	
5	2.00	203.94	1.95	198.84	1.94	197.82	
6	1.88	191.71	1.84	187.63	1.83	186.61	
7	1.96	199.86	1.91	194.77	1.90	193.75	
8	2.08	212.10	2.04	208.02	2.01	204.96	
9	2.01	204.96	1.98	201.90	1.96	199.86	
10	2.03	207.00	2.03	207.00	2.00	203.94	

INFORME DE ENSAYO N°	IE-058-2021	EDICION N° 2	Página 6 de 6
<ul style="list-style-type: none"> Los separadores ortodónticos estuvieron deformados los 28 días La deformación de los separadores ortodónticos fue de 10 mm Velocidad de ensayo 100 mm/min Las muestras fueron acondicionadas a una temperatura de 37 grados (°C) Medición de PH: Inca Kola = 3 Coca cola = 2.6 Sprite = 3.3 Agua destilada = 5.7 			
8. CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA: 22 °C HUMEDAD RELATIVA: 65%		
9. VALIDÉZ DE INFORME	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME		
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN ING. MECANICO LABORATORIO HTL CERTIFICATE		 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE	

Anexo 7.

Análisis de normalidad.

I.- PÉRDIDA DE FUERZA DE BEBIDAS SEGÚN TIEMPOS

1.-NORMALIDAD BEBIDAS POR DÍA: INICIAL (0 hrs)

-> BEBIDA = CocaCola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA	10	0.87163	1.978	1.257	0.10444

-> BEBIDA = IncaCola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA	10	0.88199	1.819	1.092	0.13753

-> BEBIDA = Sprite

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA	10	0.86904	2.018	1.296	0.09742

-> BEBIDA = Agua

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA	10	0.96612	0.522	-1.048	0.85271

Presenta distribución normal.

2.- NORMALIDAD BEBIDAS DÍA 1 (24 hrs)

-> BEBIDA1 = CocaCola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA1	10	0.98020	0.305	-1.828	0.96622

-> BEBIDA1 = IncaCola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA1	10	0.85961	2.164	1.436	0.07551

-> BEBIDA1 = Sprite

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA1	10	0.93955	0.932	-0.121	0.54797

-> BEBIDA1 = Agua

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA1	10	0.92127	1.213	0.338	0.36764

Presenta distribución normal

3.- NORMALIDAD BEBIDAS: DÍA 7

-> BEBIDA7 = CocaCola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA7	10	0.96932	0.473	-1.198	0.88447

-> BEBIDA7 = IncaCola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA7	10	0.88049	1.842	1.116	0.13219

-> BEBIDA7 = Sprite

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA7	10	0.96165	0.591	-0.858	0.80447

-> BEBIDA7 = Agua

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA7	10	0.70159	4.599	3.115	0.00092

Agua destilada no presenta distribución normal.

4.- NORMALIDAD BEBIDAS: DÍA 14

-> BEBIDA14 = CocaCola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA14	10	0.87766	1.885	1.162	0.12263

-> BEBIDA14 = IncaCola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA14	10	0.85044	2.305	1.565	0.05879

-> BEBIDA14 = Sprite

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA14	10	0.96721	0.505	-1.098	0.86382

-> BEBIDA14 = Agua

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA14	10	0.76337	3.647	2.563	0.00519

Agua destilada no presenta distribución normal.

5.- NORMALIDAD BEBIDAS: DÍA 21

-> BEBIDA21 = CocaCola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA21	10	0.96772	0.498	-1.121	0.86890

-> BEBIDA21 = IncaKola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA21	10	0.95138	0.749	-0.481	0.68482

-> BEBIDA21 = Sprite

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA21	10	0.95686	0.665	-0.673	0.74958

-> BEBIDA21 = agua

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA21	10	0.69852	4.646	3.140	0.00085

Agua destilada no presenta distribución normal.

6.- NORMALIDAD BEBIDAS: DÍA 28

-> BEBIDA28 = CocaCola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA28	10	0.91594	1.295	0.456	0.32435

-> BEBIDA28 = IncaKola

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA28	10	0.90400	1.479	0.699	0.24226

-> BEBIDA28 = Sprite

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA28	10	0.97910	0.322	-1.753	0.96016

-> BEBIDA28 = Agua

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZA28	10	0.67807	4.961	3.303	0.00048

Agua destilada no presenta distribución normal.

II.- NORMALIDAD DE PÉRDIDA DE FUERZAS DE CADA BEBIDA Y SUS TIEMPOS DE EXPOSICIÓN

1.-COCA COLA

-> TIEMPOc = 0

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAc	10	0.87163	1.978	1.257	0.10444

-> TIEMPOc = 1

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAc	10	0.98020	0.305	-1.828	0.96622

-> TIEMPOc = 7

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAc	10	0.96932	0.473	-1.198	0.88447

-> TIEMPOc = 14

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAc	10	0.87766	1.885	1.162	0.12263

-> TIEMPOc = 21

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAc	10	0.96772	0.498	-1.121	0.86890

-> TIEMPOc = 28

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAc	10	0.91594	1.295	0.456	0.32435

.
Presenta distribución normal.

2.- INCA KOLA

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAI	10	0.88199	1.819	1.092	0.13753

-> TIEMPOc = 1

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAI	10	0.85961	2.164	1.436	0.07551

-> TIEMPOc = 7

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAI	10	0.88049	1.842	1.116	0.13219

-> TIEMPOc = 14

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAI	10	0.85044	2.305	1.565	0.05879

-> TIEMPOc = 21

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAI	10	0.95138	0.749	-0.481	0.68482

-> TIEMPOc = 28

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAI	10	0.90400	1.479	0.699	0.24226

Presenta distribución normal.

3.- SPRITE

-> TIEMPOc = 0

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZASPT	10	0.86904	2.018	1.296	0.09742

-> TIEMPOc = 1

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZASPT	10	0.93955	0.932	-0.121	0.54797

-> TIEMPOc = 7

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZASPT	10	0.96165	0.591	-0.858	0.80447

-> TIEMPOc = 14

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZASPT	10	0.96721	0.505	-1.098	0.86382

-> TIEMPOc = 21

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZASPT	10	0.95686	0.665	-0.673	0.74958

-> TIEMPOc = 28

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZASPT	10	0.97910	0.322	-1.753	0.96016

Presenta distribución normal.

4.- AGUA DESTILADA

-> TIEMPOc = 0

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAH2O	10	0.96612	0.522	-1.048	0.85271

-> TIEMPOc = 1

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAH2O	10	0.92127	1.213	0.338	0.36764

-> TIEMPOc = 7

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAH2O	10	0.70159	4.599	3.115	0.00092

-> TIEMPOc = 14

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAH2O	10	0.76337	3.647	2.563	0.00519

-> TIEMPOc = 21

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAH2O	10	0.69852	4.646	3.140	0.00085

-> TIEMPOc = 28

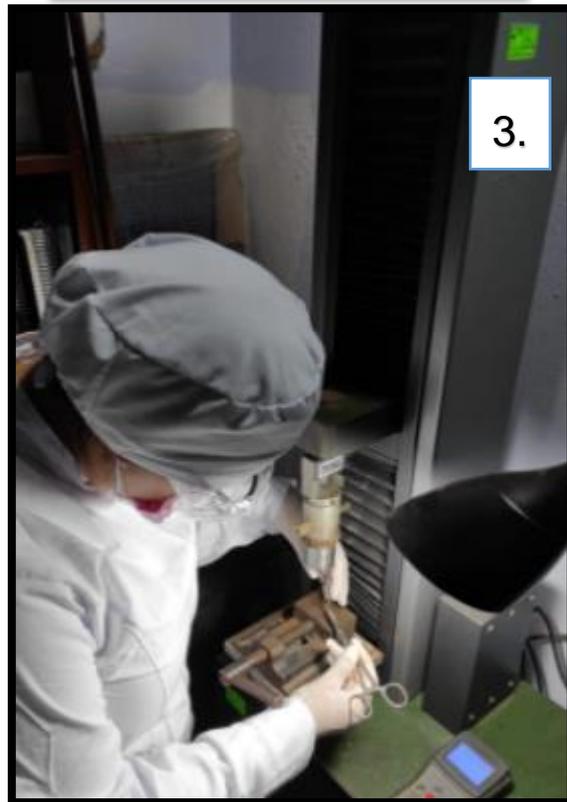
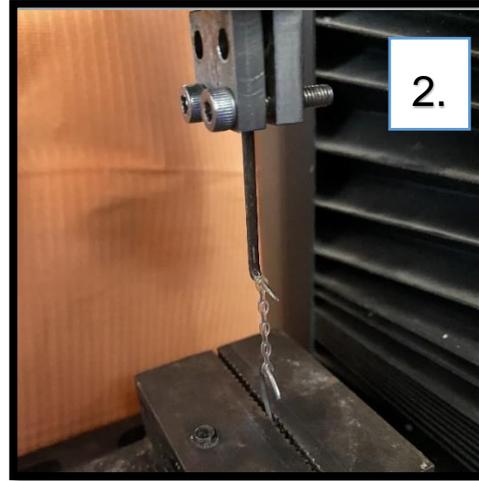
Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
FUERZAH2O	10	0.67807	4.961	3.303	0.00048

No presentan distribución normal en tiempo: 7, 14, 21 y 28 días.

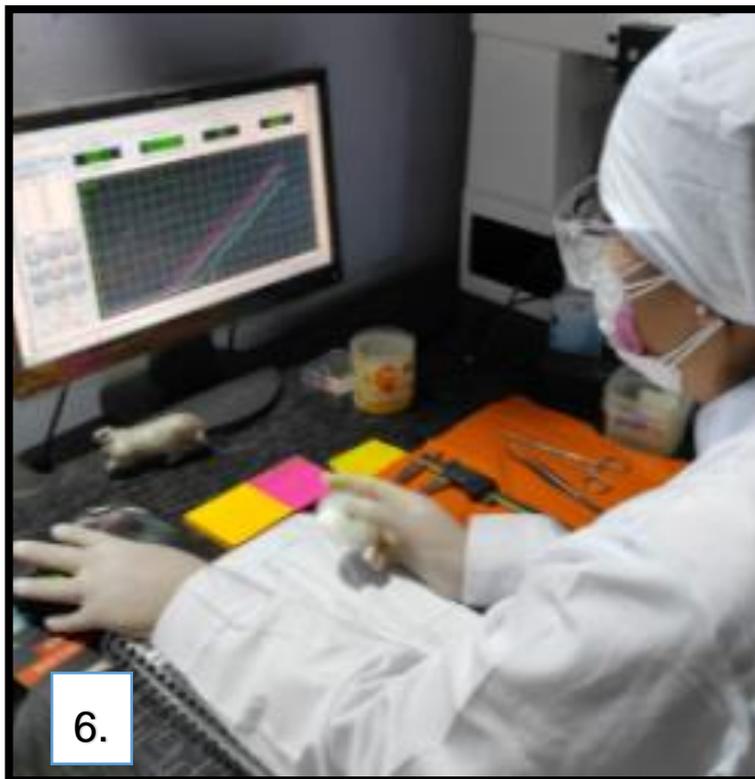
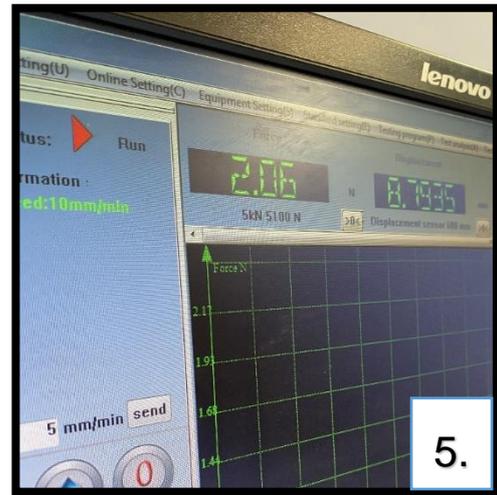
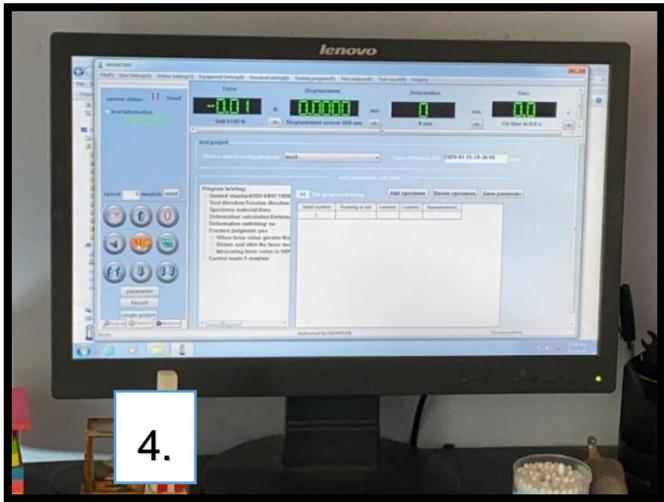
Anexo 8. Fotos

Fotos del procedimiento: Selección de muestra e instrumentos de medición.



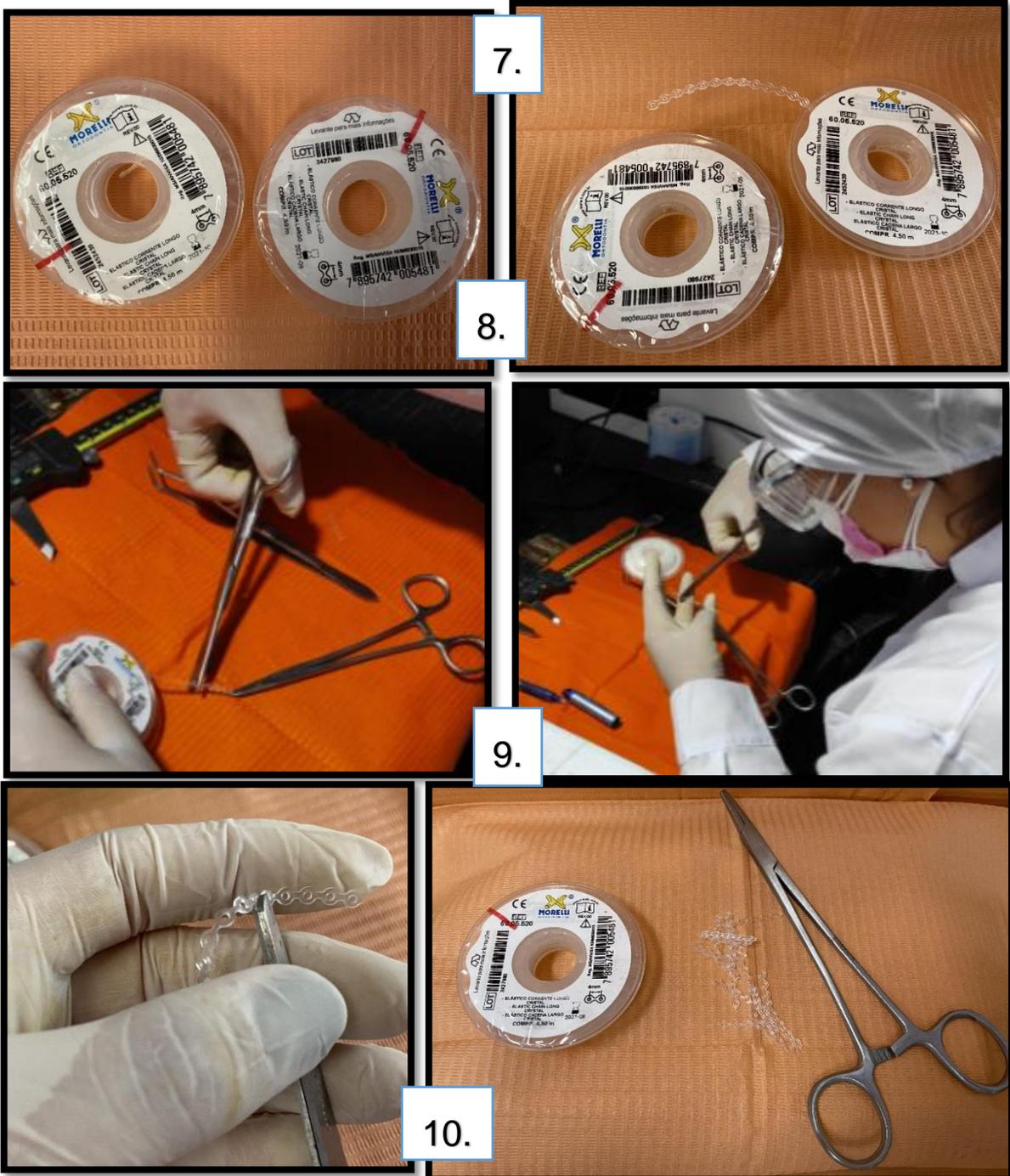
1. Máquina de Ensayos Universal marca LG® modelo CMT 5L
2. Especimen evaluado en la MEU LG®
3. Manipulación de la MEU LG® por la investigadora bajo supervisión del encargado del laboratorio.

Fotos del procedimiento: Medición y sistema de recolección de datos.



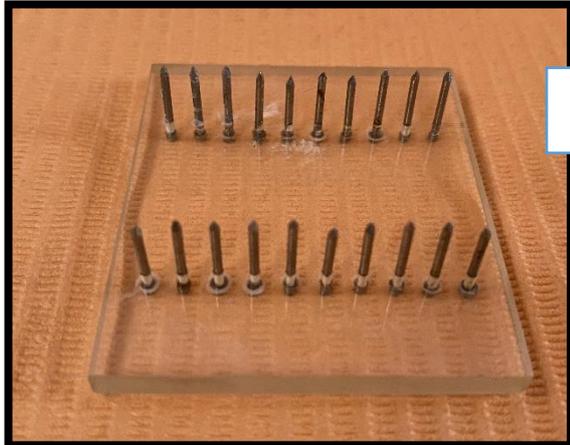
4. Programa de análisis de datos Smart TEST.
5. Ejemplo de la evaluación de los especímenes en el programa Smart TEST.
6. Anotación de los datos obtenidos mediante la MEU y el programa Smart TEST.

Fotos del procedimiento: Obtención de especímenes.

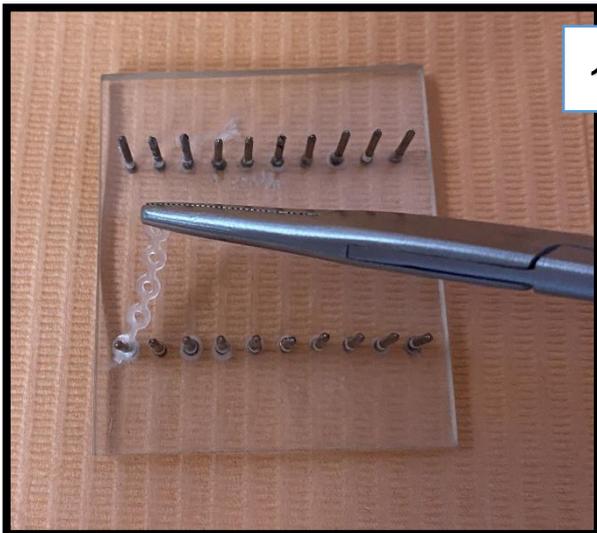
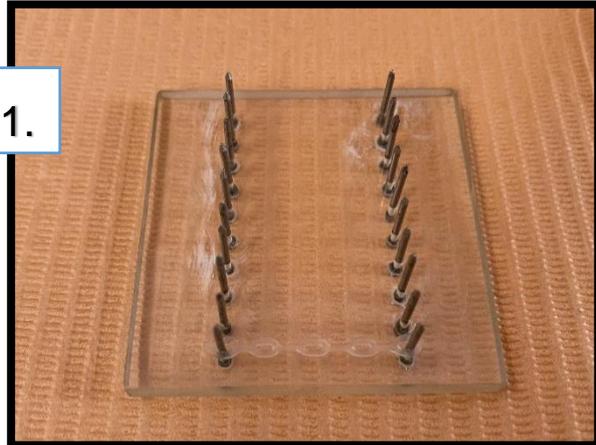


7. Se obtuvieron 4 rollos de cadenas elastoméricas de la marca Morelli®
8. Módulos elastoméricos tipo cadena en color transparente y de tramo largo.
9. Realización del corte de la cadena para evitar daños por el preestiramiento.
10. Se seleccionaron 40 segmentos compuestos por 5 eslabones cada uno.

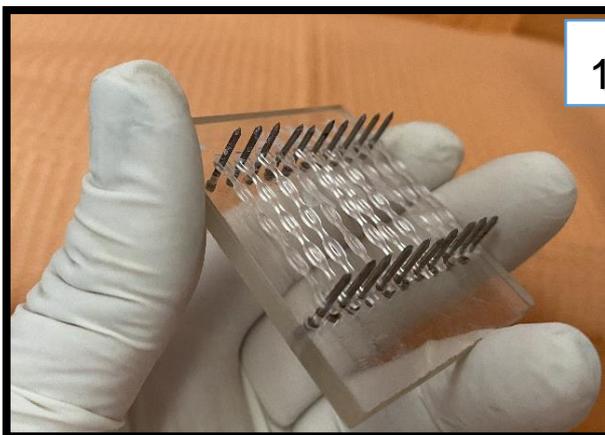
Fotos del procedimiento: Platina de acrílico.



11.



12.



13.



11. Platina con base de acrílico transparente con los pines metálicos.
12. Estiramiento de los segmentos de cadena de poder a 25mm de distancia.
13. Con la elongación se ejerció una fuerza constante sobre el elastómero durante todo el periodo de prueba. La medida se toma con un calibrador vernier.

Fotos del procedimiento: Distribución de grupos de estudio.



14. Soluciones de inmersión compuestas por bebidas carbonatadas y el agua destilada utilizada para nuestro grupo control.
15. Platina inmersa con los 10 segmentos seleccionados para el grupo Coca Cola®.
16. Platina inmersa con los 10 segmentos seleccionados para el grupo Inca Kola®.



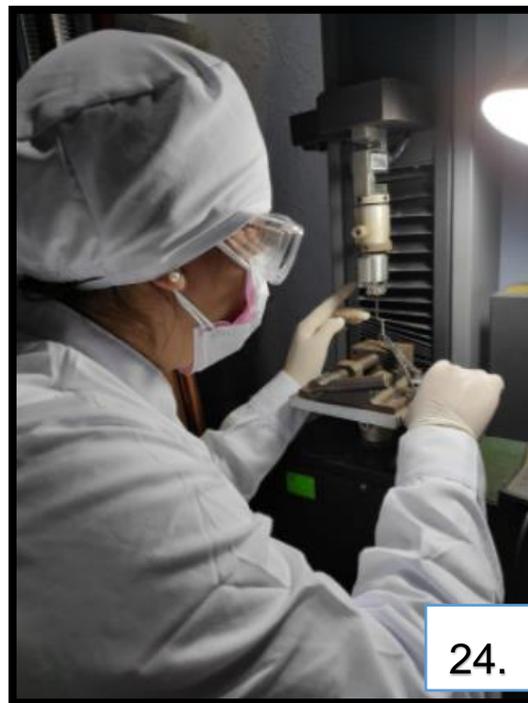
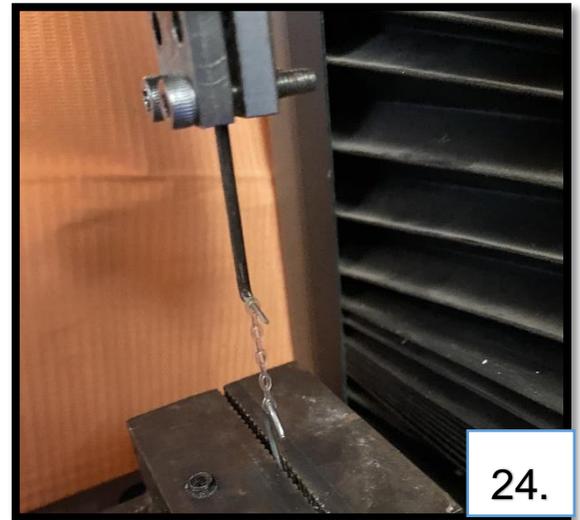
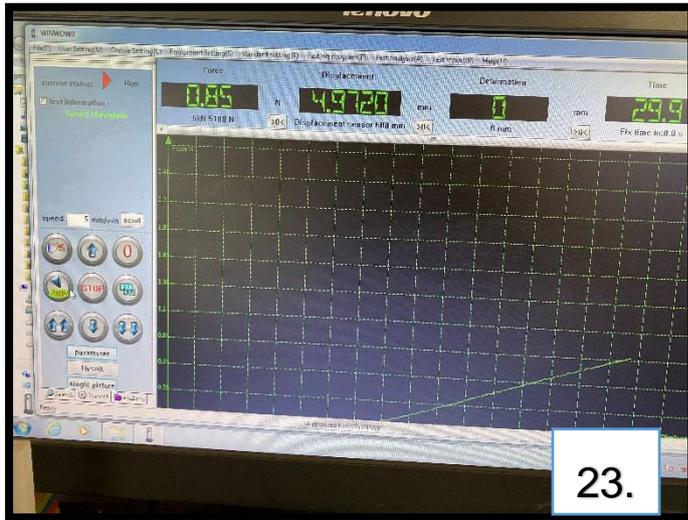
17. Platina inmersa con los 10 segmentos seleccionados para el grupo Sprite®.
18. Organización de recipientes rotulados conteniendo bebidas carbonatadas y agua destilada donde se van a sumergir las platinas de acrílico.

Fotos del procedimiento: Medición del pH a las sustancias de inmersión.



- 19. Resultado de pH de Coca Cola® es 2.6: solución ácida
- 20. Resultado de pH de Inca Kola® es 3.0: solución ácida
- 21. Resultado de pH de Sprite® es 3.3: solución ácida
- 22. Resultado de pH de Agua destilada es 5.7: solución levemente ácida.

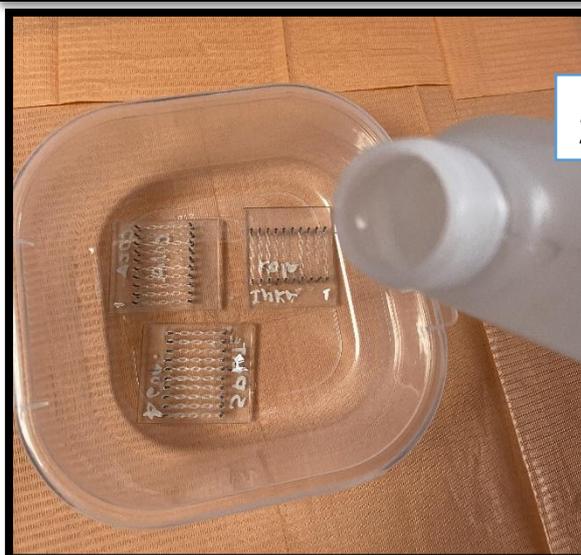
Fotos del procedimiento: Toma de medida en tiempo inicial y microtracción.



23. Se tomó la medida cero en la MEU para tener datos iniciales.

24. Se realizó microtracción de 10mm en todos los especímenes que se colocaron en las platinas de acrílico, porque la medida de los segmentos del módulo elastomérico tipo cadena de 5 eslabones es de 15mm.

Fotos del procedimiento: Almacenamiento y manejo de muestras.



25. Mufla eléctrica HTL.

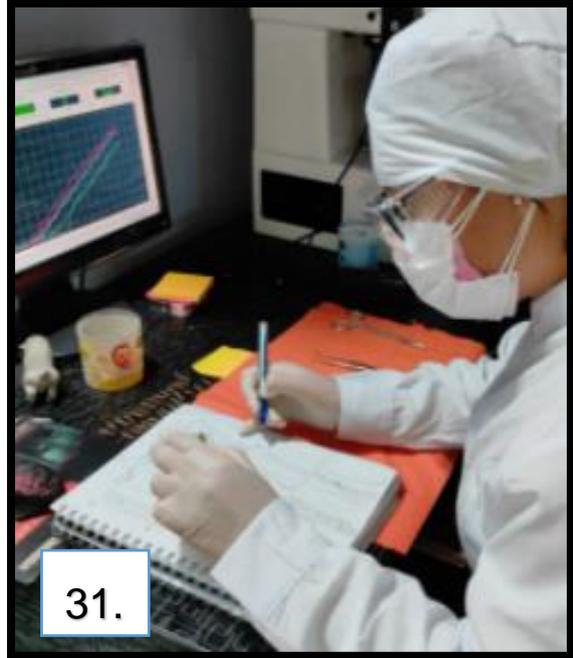
26. Las muestras se mantuvieron dentro de la mufla durante el tiempo que precedía a evaluación semanal.

27. Enjuague con agua destilada sobre los especímenes evaluados para inhibir el efecto de las bebidas carbonatas estudiadas.

Fotos del procedimiento: Experimentación in vitro.



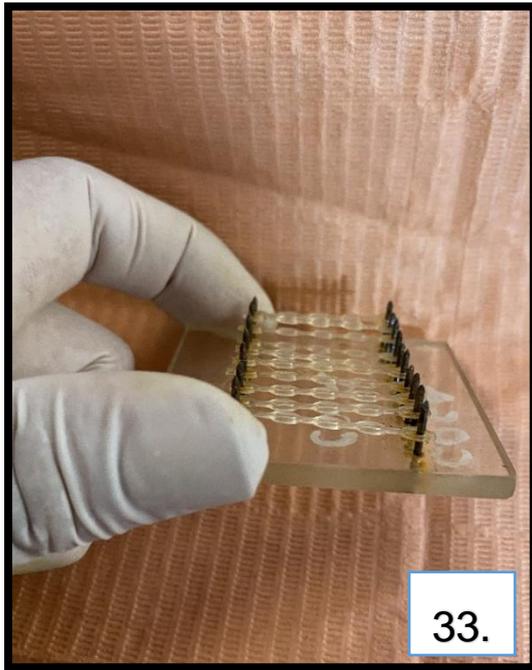
28. Muestras sumergidas en la bebida carbonatada correspondiente antes de ser evaluadas en la MEU y obtener su nivel de degradación.
29. Muestras inmersas en agua destilada para inhibir la acción de la bebida carbonatada antes de ser almacenada de la mufla eléctrica HTL.



30. Se estiró cada módulo elastomérico a 10mm sobre su medida inicial que es 15mm para obtener la medida de la fuerza tensional.

31. Control del tiempo de exposición de cada grupo de bebida carbonatada (15 minutos).

32. Evaluación en la MEU a los 28 días de exposición de la muestra.



- 33. Platina de acrílico que corresponde al grupo Coca Cola® a los 28 días de exposición.
- 34. Platina de acrílico que corresponde al grupo Inca Kola® a los 28 días de exposición.
- 35. Platina de acrílico que corresponde al grupo Sprite® a los 28 días de exposición.
- 36. Platina de acrílico que corresponde al grupo control (agua destilada) a los 28 días de exposición.