

UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA

FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA



INFORME DE TESIS

*“EFECTO DE LA EXPOSICIÓN A BEBIDAS ENERGÉTICAS EN LA
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CADENAS ELÁSTICAS DE
ORTODONCIA DE COMERCIALIZACIÓN LOCAL EN EL AÑO 2019”*

PRESENTADO POR:

Bach. Andrea Nicole Luna Cochachi

Para optar el título de:

CIRUJANO DENTISTA

ASESOR

Dr. Carlos Temoche Rosales

**LIMA – PERÚ
2020**

DEDICATORIA

En memoria a mis abuelos Hilarión Cochachi y Justa Rua porque siempre confiaron en mí, a mi madre Yanet Cochachi por todo su apoyo incondicional en este largo camino, Dios por darme las fuerzas necesarias para no perder la fe y seguir adelante.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor, El Dr. Carlos Temoche Rosales porque me guio y me brindó su apoyo incondicional para que pueda concluir mi tesis, gracias por acompañarme en este proyecto brindándome sus conocimientos.

A los Doctores, Gilmer Solís Sánchez y Carlos Temoche Rosales porque me guiaron, aconsejaron y me asesoraron en la parte estadística y metodológica, le dieron mucho más valor y objetividad a esta investigación.

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
N°1 Distribución de frecuencia del tipo de bebidas.	60
N°2 Valores promedios de fuerza inicial de las cadenas de elásticos y después de inmersión en Red Bull según intervalo de tiempo.	61
N°3 Valores promedios de fuerzas de las cadenas elásticas después de inmersión en Volt según intervalo de tiempo.	62
N°4 Valores promedios de fuerza de las cadenas elásticas después de inmersión en Monster Energy según intervalo de tiempo.	63
N°5 Valores promedios de fuerza de las cadenas elásticas después de inmersión en saliva artificial según intervalo de tiempo.	64
N°6 Distribución de medias de la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de comercialización local según medio de inmersión (saliva artificial y Red Bull).	67
N°7 Distribución de medias de la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de comercialización local según medio de inmersión (saliva artificial y Volt).	70
N°8 Distribución de medianas de la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de comercialización local. según medio de inmersión (saliva artificial y Monster Energy).	72
N°9 Distribución de medianas de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local. según medio de inmersión.	74
N°10 Análisis de la aceptación de la hipótesis específica como respuesta inductiva a los resultados estadísticos de sus hipótesis secundarias.	75
N°11 Distribución de medianas de la resistencia a la tracción inicial y a los 5 minutos de exposición en la cadena elástica de comercialización local.	78
N°12 Distribución de medias de la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de comercialización local a los 5 y 10 minutos de exposición.	80
N°13 Distribución de medias de la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de comercialización local a los 5 y 10 minutos de exposición.	82
N°14 Distribución de medias de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local a los 15 y 30 minutos de exposición.	84
N°15 Distribución de medianas de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas según tiempo de exposición.	86

N°16	Análisis de la aceptación de la hipótesis específica como respuesta inductiva a los resultados estadísticos de sus hipótesis secundarias.	88
N°17	Análisis de Varianza (ANOVA) de medidas repetidas de dos factores de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.	90
N°18	Análisis de la aceptación de la hipótesis general como respuesta Inductiva a los resultados estadísticos de sus hipótesis específicas.	92

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág
N°1	Sectores de frecuencias del tipo de bebidas. 61
N°2	Dispersión de medias de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local según el tipo de bebida (red bull) y saliva artificial. 68
N°3	Dispersión de medias de la resistencia a la tracción cadenas elásticas de comercialización local según el tipo de bebida (Volt) y saliva artificial. 70
N°4	Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local según el tipo de bebida (Monster Energy) y saliva artificial. 72
N°5	Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local según bebidas evaluadas y saliva artificial. 74
N°6	Resistencia a la tracción Basal de las cadenas elásticas de comercialización local al nivel basal y los 5 minutos de exposición. 79
N°7	Resistencia a la Tracción de las cadenas elásticas de comercialización local a los 5 y 10 minutos de exposición. 81
N°8	Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local a los 10 y 15 minutos de exposición. 83
N°9	Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local a los 15 y 30 minutos de exposición. 85
N°10	Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local. según tiempo de exposición. 87
N°11	Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local entre la interacción del tiempo de exposición con tipo de bebidas energéticas y saliva artificial. 91
N°12	Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local entre tipo de bebida energizante y tiempo de exposición. 91

ÍNDICE

	Pág.
Carátula	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos.....	iii
Índice de Tablas	iv
Índice de Figuras	v
Índice.....	vii
Resumen	xiv
Abstrat	xv
Introducción.....	xvi

CAPÍTULO I: FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

Marco Teórico

1.1 Elásticos de Ortodoncia.....	1
1.1.1 Generalidades de los elásticos de ortodoncia	1
1.1.2 Propiedades de los elásticos de ortodoncia	3
1.1.2.1 Prestiramiento	4
1.1.2.2 Fuerza ideal.....	6
1.1.2.3 Prescripción de fuerzas	8

1.1.3 Clasificación.....	10
1.1.3.1 Según el material.....	11
1.1.3.1.1 Elásticos de látex.....	11
1.1.3.1.2 Elásticos sintéticos.....	12
1.1.3.2 Según el uso.....	14
1.1.3.2.1 Elásticos intraorales.....	14
1.1.4 Ventajas de los elásticos.....	16
1.1.5 Desventajas de los elásticos.....	16
1.1.6 Factores que intervienen en la disminución de la fuerza.....	17
1.1.6.1 Tiempo.....	17
1.1.6.2 PH.....	19
1.1.6.3 Saliva artificial.....	20
1.1.6.4 Alcohol.....	21
1.1.6.5 Color.....	22
1.1.6.6 Luz ultravioleta.....	23
1.1.6.7 Temperatura.....	25
1.1.6.8. Bebidas Carbonatadas.....	26
1.1.7 Composición de los elásticos.....	28
1.2 Bebidas energéticas.....	31

1.2.1 Composición de bebidas energéticas	32
1.2.1.1 Taurina.....	33
1.2.1.2 Cafeína	34
1.2.1.3 Glucuronolactona.....	35
1.2.1.4 Guaraná.....	35
1.2.1.5 Ginseng.....	35
1.2.1.6 L-Carnitina	36
1.2.2 Tipos de bebidas energéticas	36
1.2.2.1 Red bull	36
1.2.2.2 Volt	37
1.2.2.3 Monster energy.....	37
1.3 Investigaciones	37
1.4 Marco conceptual	43
 CAPÍTULO II: EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÒTESIS Y VARIABLES	
2.1 Planteamiento del problema	47
2.1.1 Descripción de la realidad problemática	47
2.1.2 Definición del problema.....	48
2.1.2.1 Problema principal	48
2.1.2.2 Problemas específicos.....	48
2.2 Finalidad y objetivos de la investigación	48

2.2.1 Finalidad	48
2.2.2 Objetivo general y específico	49
2.2.2.1 Objetivo general	49
2.2.2.2 Objetivos específicos	49
2.2.3 Delimitación del estudio	49
2.2.4 Justificación e importancia del estudio.....	49
2.3 Hipótesis y variables	50
2.3.1 Hipótesis principal y específicas	50
2.3.1.1 Hipótesis principal	50
2.3.1.2 Hipótesis específicas	50
2.3.2 Variable e indicadores	51

CAPÍTULO III: MÉTODO TÉCNICA E INSTRUMENTOS

3.1 Población y muestra	52
3.1.1 Población.....	52
3.1.2 Muestra	52
3.1.3 Unidad de muestreo.....	52
3.1.4 Unidad de análisis.....	52
3.1.5 Tipo de muestreo	53

3.1.6 Selección de la muestra.....	53
3.1.6.1 Criterios de inclusión.....	53
3.1.6.2 Criterios de exclusión.....	53
3.2 Diseño utilizado en el estudio.....	53
3.2.1 Propósito.....	53
3.2.2 Enfoque.....	54
3.2.3 Secuencia temporal.....	54
3.2.4 Temporalidad.....	54
3.2.5 Asignación de factores.....	54
3.2.6 Finalidad.....	54
3.2.7 Diseño específico.....	54
3.2.8 Nivel.....	54
3.2.9 Aspectos Éticos.....	55
3.3 Técnica e instrumento de recolección de datos.....	55
3.3.1 Técnica de recolección de datos.....	55
3.3.2 Instrumento de recolección de datos.....	55
3.3.3 Procedimiento de recolección de datos.....	55
3.3.4 Capacitación calibración.....	56
3.3.5 Validación del instrumento.....	57
3.4 Procesamiento de datos.....	58

CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1 Presentación de resultados	60
4.2 Contratación de hipótesis	65
4.2.1 Contratación de hipótesis específicas	65
4.2.1.1 Contratación de hipótesis específicas 1	65
4.2.1.1.1 Contratación de hipótesis secundaria 1	66
4.2.1.1.2 Contratación de hipótesis secundaria 2	68
4.2.1.1.3 Contratación de hipótesis secundaria 3	71
4.2.1.1.4 Contratación de hipótesis secundaria 4	73
4.2.1.1.5 Evaluación de la hipótesis específica 1	75
4.2.1.2 Contratación de hipótesis específica 2	76
4.2.1.2.1 Contratación de hipótesis secundaria 1	77
4.2.1.2.2 Contratación de hipótesis secundaria 2	79
4.2.1.2.3 Contratación de hipótesis secundaria 3	81
4.2.1.2.4 Contratación de hipótesis secundaria 4	83
4.2.1.2.5 Contratación de hipótesis secundaria 5	85
4.2.1.2.6 Evaluación de la hipótesis específica 2	87
4.2.1.3 Contratación de hipótesis específica 3	89

4.2.2 Evaluación de validez de la hipótesis general	92
4.3 Discusión de resultados.....	93
 CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
5.1 Conclusiones	101
5.2 Recomendaciones	102
BIBLIOGRAFÍA.....	103
ANEXOS	117

RESUMEN

Introducción: las cadenas elastoméricas son polímeros de poliuretanos ampliamente usados en la Ortodoncia, por sus numerosas propiedades; sin embargo, el ambiente oral puede afectarlas negativamente, lo que conlleva a la pérdida de sus fuerzas elásticas **Objetivo:** evaluar el efecto de la exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de ortodoncia de comercialización local. **Métodos:** fue un estudio experimental *in vitro* Se evaluaron 20 muestras de cadenas elásticas de ortodoncia (Morelli®), de color transparente de cinco eslabones de tramo corto, Todas fueron estiradas a 20 mm de su longitud inicial. Se sumergieron en Red Bull, Volt, Monster y saliva artificial a 27 °C. Se midió la resistencia a la tracción al inicio, 5, 10, 15 y 30 minutos, con maquina digital de ensayos universales CMT- 5L. Se realizó T de Student, ANOVA, Kruskal Wallis, signos rangos de Wilcoxon, signos rangos de Friedman. **Resultados:** la mayor degradación de la resistencia a la tracción se observó a los cinco minutos; hubo diferencia significativa entre el tiempo inicial y 5 min ($p < 0.017$) y entre 15 vs 30 min ($p < 0.006$). Con la bebida Volt se mostró la mayor degradación (28.5 %), Red Bull (28.1 %), Monster Energy (25.9 % y saliva artificial (17.5 %). **Conclusiones:** a pesar que hubo degradación en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas con el tiempo de exposición, los resultados de esta muestra no evidenciaron interacción entre la resistencia a la tracción de los elastómeros y el tipo de bebida energética.

PALABRAS CLAVE: Resistencia a la Tracción, Bebidas Energéticas, Elasticidad, Cadenas Elásticas.

ABSTRACT

Introduction: elastomeric chains are polyurethane polymers widely used in Orthodontics, due to their numerous properties; however, the oral environment can negatively affect them, leading to the loss of their elastic forces. **Objective:** to assess the effect of exposure to energy drinks on the tensile strength of locally marketed orthodontic elastic chains. **Methods:** it was an in vitro experimental study. Twenty samples of transparent orthodontic elastic chains (Morelli®) with five short-link links were evaluated. All were stretched 20 mm from their initial length. They were immersed in Red Bull, Volt, Monster and artificial saliva at 27 ° C. Tensile strength at baseline, 5, 10, 15 and 30 minutes was measured with the CMT-5L digital universal testing machine. Student T, ANOVA, Kruskal Wallis, Wilcoxon rank signs, Friedman rank signs were performed. **Results:** the greatest degradation of tensile strength was observed after five minutes; There was a significant difference between the initial time and 5 min ($p: <0.017$) and between 15 vs. 30 min ($p: <0.006$). The Volt drink showed the greatest degradation (28.5 %), Red Bull (28.1 %), Monster Energy (25.9 %) and artificial saliva (17.5 %). **Conclusions:** although there was degradation in the tensile strength of the chains elastic with the time of exposure, the results of this sample did not show an interaction between the tensile strength of elastomers and the type of energy drink. .

KEYWORDS: Tensile Strength, Energy Drinks, Elasticity, Elastic Chain.

INTRODUCCIÓN

La ortodoncia está basada en el principio de una fuerza externa de manera intencional sobre un diente que es capaz de promover un movimiento dentario como resultado de la reacción biológica de los tejidos dentoalveolares. ⁽¹⁾

Los materiales más usados por el especialista, para inducir al desplazamiento dental con empleo de fuerza gradual son los alambres, resortes y elásticos. ⁽²⁾

Con los brackets en conjunto a los tubos y las bandas ortodónticas trabajan en fijar todo el equipo ortodóntico a las piezas dentarias. ⁽²⁾

Entre estos materiales, los elásticos ortodónticos son ampliamente utilizadas en la práctica clínica porque presentan muchas variedades de aplicación con relación la dirección de la fuerza aplicada a los dientes a mover, ayudando así en la corrección de varias maloclusiones. ⁽³⁾

Su uso en la Ortodoncia se remonta en los años 60 debido a las numerosas ventajas que presenta, tales como, posibilidades de sustituir ligaduras metálicas, arcos de cierres, la corrección de rotaciones y movimientos de caninos en dirección distal. ⁽¹⁾ Además, los elásticos en cadena son económicos, confortables, fácilmente aplicados y removidos, reduciendo el tiempo de trabajo y no requiere la colaboración del paciente. ^(1,4)

Estos elásticos son hechos de látex (caucho natural) o material de polímero sintético (poliuretano); los de látex son los más usados por sus propiedades: mayor flexibilidad, mayor capacidad de retornar a las dimensiones originales después de sufrir deformación, ⁽⁵⁾ sin embargo, estos materiales tienen una degradación rápida en la cavidad oral y, en consecuencia, corta vida útil, lo cual

es una desventaja notable ⁽⁶⁾, haciendo que sus propiedades mecánicas se modifiquen con el tiempo, pues sufren alteración en función de la cantidad de extensión a que son sometidos, resultando en una inestabilidad con el material usado, consecuentemente lleva a la degeneración sobre la resistencia producida por el material flexible. ⁽⁵⁾ Así mismo, el medio bucal actúa como un agente de esta degradación debido a los daños físicos, tales como, traumas mecánicos, variación de temperatura, pH salival; ^(1,5,6) humedad del medio ambiente, el estrés y la acción bacteriana. ⁽⁶⁾

El material, sustancias dietarias y la saliva; interactúan químicamente promoviendo absorción de agua y otros constituyentes salivales como la solubilización/liberación de los componentes materiales en la saliva, conllevando a la modificación de la estructura molecular de los elásticos, favoreciendo su degradación. ⁽⁵⁾

Entre los componentes de la dieta de los jóvenes y adolescentes, actualmente, se encuentran las bebidas energéticas, siendo su consumo elevado en este grupo etario. Estas contienen sustancias que pudieran modificar la estructura molecular de los elásticos y por ende interferir sobre la resistencia a la tracción de ellos, por lo que podrían verse afectados los tiempos del tratamiento ortodóntico, ya que estos jóvenes y adolescentes constituyen el mayor grupo de pacientes que lo requieren.

Esta tesis se organizó en cinco apartados: en el primer apartado se contextualizó el tema a estudiar (cadenas elásticas y bebidas energéticas), consecutivamente en el segundo apartado se presentó la problemática, objetivos e hipótesis, en el tercer apartado se explicaron los métodos, técnicas

e instrumentos utilizados, en el cuarto apartado, se evidencian los resultados y finalmente en el último apartado se mostraron las conclusiones y recomendaciones del estudio.

CAPÍTULO I

FUNDAMENTOS TEÓRICOS DE LA INVESTIGACIÓN

MARCO TEÓRICO

1.1 Elásticos de Ortodoncia

1.1.1 Generalidades de los Elásticos de Ortodoncia

Material con propiedades elástica, el elastómero, cuya respuesta al someterle una fuerza, es el incremento de su longitud que desaparece al eliminar esta fuerza; sin embargo, esta propiedad de las cadenas elastómera se van acabando por la presión constante que reciben, esto es consecuente a la deformación de su estructura molecular que sufren por diversos factores ambientales.⁽⁷⁾ Las afecciones de las propiedades de los elásticos se dan antes y durante el uso; por ejemplo, cambio de pH, el oxígeno del ambiente, humedad, la exposición a la radiación ultravioleta, dañan antes de su uso, mientras que durante el uso son la absorción de agua, variaciones de temperatura, hábitos dietarios, la presencia de saliva, el higiene bucal, y fuerzas del exterior como la acción de masticar en el momento de la alimentación.^(7,8)

Así mismo, la reducción del peso molecular del polímero se ha demostrado gracias a la existencia de proteínas salivales que disminuyen la fuerza resistente a la fatiga e incrementan la hidrolisis generando cavidades y fisuras.

⁽⁹⁾

Por otra parte, estos elásticos presentan algunas desventajas debido a que ellos ejercen una fuerza firme a un nivel constante por largo tiempo, sufriendo cambios dependientes del tiempo en sus propiedades físicas. En las primeras horas ocurre un gran porcentaje de pérdida de fuerza que posteriormente va disminuyendo gradualmente. ⁽¹⁰⁾

Las cadenas elastoméricas no pueden generar fuerzas por un largo periodo de tiempo, debido a que sus propiedades elásticas son alteradas por este factor, causando deformación permanente, lo que lleva a la pérdida de tensión. La incapacidad de retornar a su estado original posterior a su alteración y liberación de las fuerzas aplicadas a ellas se define como deformación plástica o permanente. ⁽¹¹⁾

Se ha registrado que, media hora después de ser puesto en zona bucal, ya se genera una disminución de fuerza; es así como, en el primer día ya se presenta una disminución del 50 al 70% aproximadamente, permaneciendo solo un 30% a 40% durante las primeras cuatro semanas. ⁽¹²⁾

Las cadenas elastoméricas proporcionan fuerza para nivelar y alinear los dientes, corregir la rotación, realizar retracción canina e incisiva después de la extracción, cierre del espacio, hacer corrección de la línea media, retención ortodóncica, desplazamiento mesial en los cuadrantes posteriores y tracción de los dientes impactados. ⁽¹³⁾

De acuerdo con los conocimientos de la pérdida de fuerza, el ortodoncista debe seleccionar una fuerza inicial mucho mayor que la deseada próxima a la cantidad requerida la cual rápidamente caerá por debajo del nivel demandado

para el efecto deseado. Así mismo, no solo es importante para los clínicos conocer bien las propiedades de los elásticos, sino también es necesario que los fabricantes muestren las propiedades de la degradación forzada de sus productos debido a la diferencia para las distintas marcas de elásticos; ⁽¹⁴⁾ así como, la afección de sus propiedades influenciados los factores ambientales orales. ⁽⁵⁾

1.1.2. Propiedades de los Elásticos de Ortodoncia

Los elásticos sintéticos se producen a partir de materiales de poliuretano derivados del aceite. Los más utilizados en ortodoncia son cadenas y ligaduras elásticas; químicamente, los elastómeros son polímeros, estructurados de enlaces con adhesión primaria y secundaria de bajo peso molecular. ⁽¹⁰⁾

Un tipo de elastómero es el caucho natural, que forma a través de enlaces que se cruzan entre sí un sistema tridimensional reticulado. Sus características elásticas dependen de disposiciones retorcidas alteradas de largas moléculas unidas entre diversos átomos en lugares llamados enlaces covalentes, como ejemplo se tiene a la unión de dos carbonos y un azufre. Cuando el elástico de látex carga una cierta fuerza más allá de su límite de tensión, la fátiga inicia en los puntos más débiles traídos por falta de homogeneidad menor o superficial. Simultáneamente, la fricción entre las cadenas moleculares también causa fatiga dinámica. ⁽¹⁴⁾

Las propiedades físicas y químicas del látex hacen que los elásticos de ortodoncia sufran fatiga, y la relajación de la fuerza da como resultado una degradación de esta que probablemente se acentuará en condiciones adversas del ambiente, como en la cavidad oral. ⁽¹⁴⁾

Los elastómeros de ortodoncia se biodegradan en el entorno oral principalmente por hidrólisis. Sus enlaces secundarios se rompen y el resultado es la relajación, que es la característica principal de la degradación en elastómeros de ortodoncia. ⁽¹⁴⁾ Este fenómeno es responsable de los reemplazos constantes de las ligaduras elastoméricas. La consecuencia de la relajación es la disminución de la energía mecánica transmitida al diente y finalmente, la reducción de la efectividad del movimiento del diente. ⁽⁶⁾

Algunos factores presentes en el entorno oral como el estrés intermitente de los elastómeros, el pH, el contenido de oxígeno y la variación de temperatura están relacionados con la relajación. El aumento de la temperatura es el punto más significativo del mecanismo de degradación; esta variación de la temperatura ambiente oral depende de cada individuo. ⁽⁶⁾

A comienzos, el elastómero presenta una forma de espiral, cuando se altera por la fuerza ejercida, las cadenas de polímero asumen una composición lineal con enlaces que cruzan en puntos al alcance de sus ejes ⁽¹⁰⁾. Este cambio de espiral a lineal se debe a conexiones secundarias frágiles, mientras que el restablecimiento de la estructura con la que inicia un polímero es gracias a la existencia de enlaces entrecruzados. La alteración indefinida solo ocurre cuando este se estira excesivamente sobrepasando su límite, generando así la ruptura de los enlaces cruzados. ⁽¹⁰⁾

1.1.2.1 PREESTIRAMIENTO

Los elásticos en cadena son elastómeros y por tanto poseen también como característica la capacidad de regresar rápidamente a sus dimensiones originales después de sufrir deformación, presentando como principal

desventaja una degradación rápida de la fuerza generada, debido a la disminución de la tensión, generando una pérdida gradual de su valor y dificultando la transferencia de una fuerza gradual a la dentición. ⁽¹⁵⁾

La fuerza de degradación puede sufrir influencia tales como, colorantes, la configuración de las cadenas, la velocidad, la exposición a la luz, al aire, al ozono, a las enzimas, a las alteraciones en el pH salival, a los diferentes tipos de alimentos y a la posibilidad de pre-estiramiento antes de su uso. ⁽¹⁵⁾

El procedimiento de pre-estiramiento de los elásticos en cadena antes de su aplicación clínica es un recurso mecánico usado, para evitar una caída brusca en la fuerza liberada por el elástico después de su fijación en los dientes a ser movidos. ⁽¹⁵⁾

Los elásticos pueden ser estirados en diferentes velocidades (lenta o rápida) con variación de la distensión con relación a su longitud inicial (50 %, 75 % o 100 % de su longitud inicial) y también hay numerosos medios en que los elásticos estirados se mantienen antes de su uso (en saliva artificial, en el aire y en agua destilada) ⁽¹⁵⁾; sin embargo, algunos autores como Brantley et al en 1979, concluyeron que el pre estiramiento no tiene impacto sobre la relajación del elastómero, por lo que no tiene ventaja clínica; mientras que Kim et al, en 2005 reportaron en su estudio que este pre estiramiento tuvo efecto solo durante la primera hora después la activación por lo que su resultado clínico permaneció dudoso. ⁽¹⁶⁾

1.1.2.2 FUERZA IDEAL

Los elásticos de ortodoncia son dispositivos valiosos, ampliamente utilizados en la práctica clínica, porque presentan muchas variedades de aplicación con respecto a la dirección de la fuerza empleada a los dientes a mover, ayudando así en la corrección de varias maloclusiones. ⁽³⁾

La cantidad de fuerza creada por el polímero cuando inicialmente alargada en longitud definida se describe como la fuerza aplicada. Además, la resta de fuerza se conoce como la relajación de dicho componente por estrés. ⁽¹⁷⁾

La magnitud de fuerza de los elásticos es la causante del nivel de fuerza que se les dará a los dientes o a uno en particular. El estrés generado será causante factores como, la longitud, el diámetro y el contorno de la base o raíz, rotación dental, el proceso alveolar, la distribución a través del ligamento periodontal y la dirección; así como también la edad, salud y cooperación del paciente. ⁽¹⁸⁾

La cantidad de fuerza ligera ejercida por el elástico está en un nivel óptimo para inclinar las coronas anteriores hacia atrás, pero un nivel mínimo para mover los molares inferiores hacia adelante. La fuerza elástica recibida por los molares y los anteriores son iguales y opuestos, mientras que la resistencia no es igual. ⁽¹⁸⁾

Una fuerza continua puede provocar un rápido movimiento intrusivo; en cada diente anterior interviene una fuerza tan ligera de 20 a 30 g. Cuando la fuerza elástica es menor, la corona puede inclinarse más hacia atrás y la raíz hacia adelante un poco menos. Esto es más frecuente con elásticos de 43 a 71 g que generalmente se usan en tratamientos sin extracción. Cuando la fuerza elástica

es mayor, tanto la punta de la corona como la de la raíz. puede inclinarse más hacia atrás y la raíz menos hacia adelante. ⁽¹⁸⁾

Losito et al en su investigación varios factores dificultaron la cuantificación de la fuerza necesaria para promover los movimientos dentales necesarios para cerrar espacios. Sin embargo, se han encontrado mejores resultados clínicos con fuerzas que oscilan entre 150 g y 200 g. ⁽¹⁹⁾

Si la fuerza es excesiva, las cadenas elastoméricas se deslizarán una sobre otra resultando una alteración permanente del componentey consecuentemente en la degeneración de energía ocasionada el elástico. ⁽⁵⁾

Andreassen y Bishara en 1970 sugirieron el uso de una fuerza de magnitud cuatro veces mayor que la prevista para un caso determinado En consecuencia, cuando los elásticos pierden el 40% de su fuerza inicial, niveles cercanos a los requerido aún estarían presentes por períodos más largos. Además, esto permitiría cambios elásticos menos frecuentes. Sin embargo, este procedimiento debe ser cuidadosamente analizado debido a los riesgos de dañar el dientes y tejidos periodontales por ser excesivamente fuerte. ⁽⁵⁾

Motta et al en 2011 buscaron estandarizar la intensidad de la fuerza inicial liberada por los elásticos adoptando un valor inicial de 200 g, el cual están dentro del rango considerado adecuado para el movimiento ortodóntico en dirección distal de dientes caninos en los casos de extracción de los primeros pré-molares. ⁽¹⁾

1.1.2.3. PRESCRIPCIÓN DE FUERZAS

Todos los insumos elastómeros presentan efectos de fatiga y este es influenciado por el medio bucal disminuyendo su efectividad al accionar como un factor de degeneración de energía o fuerza, modificando así la composición molecular del material elástico generando daños físicos (traumas mecánicos, y cambios de temperatura); además de cambios químicos, debido a las sustancias de la dieta y la saliva. ⁽²⁰⁾

Vieira et al evaluaron *in vitro* las fuerzas generada por elásticos de látex y sintéticos a través del tiempo. Los elásticos incluídos en este estudio evidenciaron una disminución de fuerza que varía según el material y el período de tiempo de extensión. Un mayor inmediato patrón de degradación fue verificado hasta 24 hrs. en todos los tamaños de elásticos sintéticos. ⁽²¹⁾ Después de las primeras 24 horas, la disminución de la fuerza continuó significativamente, pero en proporciones más pequeñas, llegando hasta la ruptura de varias muestras posterior a las 48 horas de estiramiento. ⁽²¹⁾

Para los elásticos hechos de látex, se expresó la degeneración de fuerza más gradual y suavemente, con una significativa degradación en la cantidad de fuerza entregada por los elásticos a 1 hora de estiramiento constante y relativa estabilización de la fuerza después de este período de pruebas. En el estudio de Vieira et al, se encontró un patrón diferente de degradación de la fuerza debido a la extensión de los elásticos (600 %), con una media muy alta para los

elásticos sintéticos (88 %) que los elásticos de látex (8 %) en las primeras 24 horas de extensión. ⁽²¹⁾

Factores como, la cantidad de oxígeno, radiación UV, temperatura, absorción de agua, acción de sustancias encontradas en la saliva, higiene bucal, efectos externos como la acción de masticar, generan un desperfecto veloz del componente; es así como, a la acción de estiramiento a la cual son sometidas de forma constante van disminuyendo energía cada cierto periodo de permanecía en la boca. Se ha registrado valores de pérdidas imprescindibles de fuerza; de manera que esta pérdida se da entre el 50% y 70% las primeras 24h, iniciándose a los 30 minutos de su colocación y entre el 30% y 40% se da los siguientes días hasta las 4 semanas aproximadamente. ^(7,12)

Se evidencia que los elásticos hechos de látex que se encuentran en la boca disminuyan entre un 10-40 % de su energía inicial en los primeros 30 minutos y 24h posterior a su aplicación, comparados con los que no están hechos de látex que disminuyen entre 19-73 % su energía inicial posterior a la 24h. ⁽²⁰⁾

La diferencia en la degradación de ambos materiales (látex y sintéticos) pueden estar justificados por la diferencia estructural que exhiben. Se cree que el bajo rendimiento mecánico de los elásticos sintéticos es porque dependen de un enlace estructural por red molecular, para limitar la relajación de la fuerza, en comparación con los enlaces covalentes presentes en los elásticos de látex, lo que resulta en una mejor unión y resistencia a la deformación. ⁽²¹⁾

Weissheimer et al, analizaron la degradación de la fuerza in vitro de cuatro marcas diferentes de cadena elastoméricas, reportando que la disminución inicial de fuerza en la primera hora osciló entre 31 y 41%. En las primeras 24 horas la pérdida de fuerza fue entre 50 y 55 %. La literatura muestra resultados similares con una disminución de la fuerza que varía del 50 % a 75 % durante el primer día. Después de las primeras 24 horas, el nivel de fuerza continuó disminuyendo, pero lenta y gradualmente hasta la tercera semana, donde permaneció casi constante. ⁽²²⁾

Farfán, et al. en su estudio concluyeron que los resultados obtenidos se asemejan a los de otras investigaciones, donde se evidenciaron que las fuerzas al inicio de los elásticos hechos de látex son menores en comparación a los que no están hechos de látex, diferenciándose de las especificadas por el fabricante. Sin embargo, se mostraron resultados diferentes, donde la comparación de fuerzas era la contraria; es decir, las hechas de material distinta a la de látex son menores que las que están hechas de látex, especificadas por el fabricante. Esto se da por la variación de una energía al comienzo de los elásticos que son atribuidas a las características presentadas con relación al fabricante. ⁽²⁰⁾

1.1.3 Clasificación de los Elásticos

Los elásticos de ortodoncia pueden ser:

- a) Intraorales, por ejemplo, las cadenas elásticas intramaxilares y elásticos intermaxilares. ⁽²⁾
- b) Extraorales, como complementos de los aparatos ortodónticos como la tracción extraoral o la máscara facial. ⁽²⁾

1.1.3.1. Según el material

1.1.3.1.1. ELÁSTICOS DE LÁTEX

El caucho natural fue producido comercialmente a principios del siglo pasado a través del cultivo y la perforación del árbol del caucho (*Haevea brasiliensis*), en la Amazonía, Brasil. El polímero natural sintetizado a partir de especies de *Haevea* tiene un alto peso molecular promedio de casi un millón. Se compone de tres unidades de transisopreno al final de la molécula, de varios miles de unidades de cis-isopreno en la cadena principal y pequeñas cantidades de proteínas y ácidos grasos. ^(6,23)

El látex natural no es alérgico, pero tiene propiedades mecánicas bajas; por lo tanto, su procesamiento necesita ser reforzado. Durante esto, se agrega amoníaco y se produce una proteína alérgica, el cual genera en algunas ocasiones de hipersensibilidad en los odontólogos y los pacientes; aproximadamente entre un 6,2% y un 0,12-6% respectivamente. La vulcanización es otro proceso en el cual agentes químicos como los aceleradores y antioxidantes son añadidos, considerados también alérgicos. ^(20,23)

Debido a que el caucho de látex natural se ha utilizado cada vez más como material dental, muchos problemas de citotoxicidad también han sido reportados, porque contienen conservantes, tales como azufre y óxido de zinc; así como, antioxidantes como di-tio-carbohidratos, N-nitrosodibutilamina, y la N-nitrosopiperidina, las cuales son sustancias citotóxicas. ⁽²⁴⁾

Como estos materiales son ampliamente utilizados en la clínica ortodóntica, hay que tener cuidado con respecto a la citotoxicidad de los elásticos de ortodoncia, principalmente los elásticos intraorales ya que tienen un contacto muy cercano con la mucosa y encía. ⁽²⁴⁾

Según Schmalz, el gran peligro es que los elásticos intraorales potencialmente citotóxicos podrían liberar sustancias que el paciente podría ingerir con el tiempo, causando enfermedades como resultado del efecto acumulativo. Se sabe que el látex no es completamente biocompatible ya que puede interactuar con los alimentos y medicamentos. ⁽²⁴⁾

La mayoría de las reacciones alérgicas se han relacionado con el uso de elásticos de ortodoncia, caracterizados por la presencia de vesículas pequeñas o agudas edema y quejas de picazón y ardor. ⁽²⁴⁾

1.1.3.1.2. ELÁSTICOS SINTÉTICOS

El caucho de isopreno sintético es un polímero con unidades cis-isopreno combinadas por enlaces 1,4. Los sintéticos tienen mejores propiedades que el caucho natural para ortodoncia. Los cauchos sintéticos son el polímero de ortodoncia más utilizado porque producen una fuerza óptima, son cómodos, fáciles de limpiar y de bajo costo. Sin embargo, estos materiales tienen una degradación rápida. en la cavidad oral y, en consecuencia, corta vida útil, lo cual es una desventaja notable. ⁽⁶⁾

Las principales causas de la degradación rápida son la variación del pH y temperatura, la humedad del medio ambiente, el estrés y la acción bacteriana; así mismo, son sensibles a la exposición prolongada al agua, a enzimas, por lo que no pueden ser considerados materiales elásticos ideales. Además, sufren degradación significativa en la cantidad de fuerza liberada a lo largo del tiempo de utilización. ^(6,25)

En ortodoncia, los elastómeros sintéticos son polímeros basados en poliuretano, con propiedades fisicoquímicas superiores a las derivadas del caucho natural. Los derivados de los elastómeros de poliuretano, después de una reacción química que causa la polimerización, se presentan como una masa sin forma, con cadenas poliméricas que presentan fuerzas de atracción relativamente débiles entre ellos. ⁽²²⁾

Los elásticos sintéticos se obtienen a través de transformaciones químicas de carbón, aceite y ciertos alcoholes vegetales, que se conocen comercialmente como elastómeros o, simplemente, plásticos. Estos tienen varias indicaciones, tales como retracción canina, cierre de diastemas, cierre de espacios generalizados y reemplazo del hilo metálico para la ligadura. ⁽²⁶⁾

El proceso de vulcanización se utiliza para mejorar las propiedades mecánicas del material a través de la unión lateral entre cadenas por enlaces cruzados covalentes. Así, se forman estructuras tridimensionales, convirtiendo el producto flexible en un material resistente, elástico, con menor solubilidad en solventes orgánicos y mayor resistencia al deterioro por calor, luz y envejecimiento natural. Otro fenómeno responsable de mejorar las propiedades

finales de estos materiales se asigna a los puntos de unión distribuidos a lo largo del polímero formado por cadenas lineales, llamadas cadenas virtuales cruzadas. ⁽²²⁾

Estas cadenas son enlaces químicos no covalentes (enlaces de hidrógeno y fuerzas de Van Der Waals) formados dentro de la molécula o entre diferentes moléculas. Lo que hace que esto sea importante es el hecho de que la potencia asignada al material, mediante enlaces cruzados virtuales, no se obtiene a través de la adición de cargas como en el caucho natural, sino determinado químicamente por la composición interna de materiales. ⁽²²⁾

1.1.3.2. Según el Uso

1.1.3.2.1. ELÁSTICOS INTRAORALES

Estos se usan en la boca, creando una ayuda a los diversos aparatos fijos que se necesitan en la ortodoncia. Estos elásticos se dividen en dos, estos son: Intermaxilares e Intramaxilares. ⁽²⁷⁾

1.1.3.2.1.1 ELÁSTICOS INTRAMAXILARES.

Los más usados son los fabricados con polímeros de alta densidad, es decir, de material sintético. Se presentan en forma de ligaduras elásticas y cadenas elastoméricas (elásticos-corriente). Las ligaduras varían según el color, que es nada más que un incentivo para que el paciente colabore. Existen también dos tamaños de diámetro de ligaduras, para que se adapten mejor a los diferentes brackets disponibles en el mercado. ⁽²⁵⁾

Los elásticos intramaxilares se colocan y ejercen su función en una misma hendidura dental. Las fuerzas producidas son horizontales. Entre sus aplicaciones se encuentran: ⁽²⁷⁾

- Cierre de espacios. ⁽²⁷⁾
- Extrusión e intrusión. ⁽²⁷⁾
- Movimiento de mesialización. ⁽²⁷⁾
- Extruir un diente (impactado). ⁽²⁷⁾
- Mover un diente, difícil de presionar en el arco de alambre. ⁽²⁷⁾
- Movimiento de retracción(distal). ⁽²⁷⁾
- Rotación de dientes recíprocos o de solo uno. ⁽²⁷⁾

1.1.3.2.1.2 ELÁSTICOS INTERMAXILARES

Estas realizan su acción en dos maxilares, la energía sometida sobre los dientes es de diversas formas como las verticales, horizontales y transversales. ⁽²⁷⁾

Los elásticos intermaxilares están también disponibles en diversos colores, tamaños y fuerzas, con diámetros de 1/8 a 3/8 pulgadas, en fuerzas leves, medias y pesadas. ⁽²⁵⁾

Entre las aplicaciones de los elásticos intermaxilares tenemos: Anclaje, producción de cambios dentarios anteroposteriores, maloclusiones de clases II esquelética o dental, obtención de clase I desde la clase II canina, movimiento distal del segmento anterior, mordida abierta, avance del arco mandibular, cierre de pequeños espacios, retro inclinación de incisivos superiores y mantención de bordes posteriores. ⁽²⁷⁾

Los elásticos intermaxilares generan la fuerza especificada cuando son estirados tres veces su diámetro; sin embargo, después de 2 horas en la boca la fuerza disminuye aproximadamente el 30 % y a las 3 h, el 40 %. ⁽²⁸⁾ Según Brian Lee, la aplicación de energía por cm² de superficie radial es adecuada, para corregir sagitalmente las maloclusiones deberá hacerse una evaluación individual para cada diente. ⁽²⁸⁾

El uso excesivo de estos elásticos puede acarrear problemas como: rotaciones indeseadas, pérdida de anclaje, problemas parodontales (dehiscencia), adopción de una doble mordida por el paciente. ⁽²⁸⁾

1.1.4. VENTAJAS DE LOS ELÁSTICOS

- Biocompatibles. ⁽¹⁷⁾
- Económicas. ⁽¹⁷⁾
- Relativamente higiénicos. ⁽¹⁷⁾
- Sencilla colocación. ⁽¹⁷⁾
- Motiva al paciente por la variedad de colores que existen. ⁽¹⁷⁾
- Se desechan después de ser usados. ⁽²⁷⁾
- Incrementa su efecto gracia a los movimientos mandibulares (fonación y masticación). ⁽²⁷⁾

1.1.5 DESVENTAJAS DE LOS ELÁSTICOS

- Deja manchas permanentes. ⁽¹⁷⁾
- Absorben agua y saliva. ⁽¹⁷⁾
- Deformación permanente por ruptura de enlaces internos. ⁽¹⁷⁾

- Afección de dientes y tejidos blandos por microbios alrededor de partes adyacentes. ⁽¹⁷⁾
- Cambios en propiedades físicas a lo largo del tiempo. ⁽¹⁷⁾
- Rápida pérdida de fuerza por la relajación de las tensiones, disminuyendo su efectividad. ⁽¹⁷⁾
- Fuerza ejercida variable. ⁽²⁷⁾

1.1.6. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LA DISMINUCIÓN DE LA FUERZA EN LAS CADENAS ELÁSTICAS

Los tratamientos de corrección dentales tienen la finalidad de posicionar los dientes de una manera adecuada por medio de fuerzas mecánicas. Todos los componentes elastómeros presentan fatiga y la zona bucal puede afectar disminuyendo su eficacia a las acciones como un determinante de degradación de fuerza, ya que altera el esqueleto molecular de los elásticos por medio de daños físicos y químicos entre la saliva y las sustancias de la dieta. ⁽²⁰⁾

Los elastómeros de ortodoncia se biodegradan en el ambiente oral principalmente por hidrólisis. Sus enlaces secundarios están rotos y el resultado es la relajación, la cual es la principal característica de degradación en elastómeros de ortodoncia y cuya consecuencia es la disminución. sobre la energía mecánica transmitida al diente y finalmente, la reducción de la efectividad del movimiento del diente. ⁽⁶⁾

1.1.6.1 TIEMPO

Los elásticos ortodónticos son importantes fuentes de transmisión de fuerza a los dientes; sin embargo, no son considerados ideales pues su fuerza generada por ellos disminuye gradualmente en función del tiempo de activación. ⁽²⁵⁾

Cara Araujo et al (2006) reportaron en su estudio que las cinco muestras de los elásticos sintéticos de las marcas comerciales estudiadas sufrieron una

reducción significativa en la cantidad de fuerza liberada en la primera hora de activación (20,3 a 38,4 % en la primera hora y de 47,7 a 75,9 % a los 28 días de estiramiento constante) y que la fuerza promedio generada a los 21 y 28 días de pruebas fue similar para todas. ⁽²⁵⁾

Hwang y Cha en un estudio in vitro, observaron una relajación rápida en cadenas elásticas con una reducción del 50% sobre la fuerza inicial en las primeras 24 horas, mientras que Andreassen y Bishara, en un estudio in vivo reportaron una disminución del 74 % en la fuerza inicial después del mismo tiempo de degradación. ⁽⁶⁾

Farfán, et al. (2017) evidenciaron que la mayor fuerza de degeneración de fuerza se ocasionó durante la primera hora, 13,8% y 32,5% para los de látex y los de otro material respectivamente; además se hizo más lenta a lo largo del tiempo. También se tuvo una degradación medio de fuerza de 23,4% y 56% para los elásticos de látex y de otro material respectivamente, dentro de las primeras 24h. ⁽²⁰⁾

Pithon, et al. (2015) evaluaron la resta de fuerza entre elásticos de ortodoncia intermaxilares con y sin látex en el medio oral a diferentes intervalos de tiempo (0, 12 y 24 horas), concluyendo que los elásticos con látex de 1/8 " de diámetro (3.2 mm) mantuvieron un mayor nivel de fuerza final que el tipo correspondiente sin látex. Por otra parte, los elásticos 1/4 (6.35 mm) y 5/16 (7.94 mm) con y sin látex no fueron diferentes al final del período de evaluación. ⁽²⁹⁾

Alavi et al (2014) evidenciaron en un estudio *in vitro* realizado en tres marcas de elásticos no látex que la pérdida de la fuerza se observó en todas ellas; después de 1 hora la cantidad de fuerza perdida fue 4-7,5 % y 19-38 % después de las 24 horas, por lo que sugiere cambiar los elásticos sin látex, a intervalos regulares durante 24 horas. ⁽²³⁾

Fernández Palomino (2014) en un estudio realizado *in vitro* determinó la degeneración de la magnitud de fuerza en los elásticos hechos de látex a lo largo del tiempo empleado en intervalos de 5, 11 y 23 horas mediante un dinamómetro, sumergidos en un medio húmedo a 37 °C, reportando que la mayor degradación fue dentro de las primeras cinco horas, sin tener en cuenta el tipo de elástico de látex que se usó. ⁽³⁰⁾

1.1.6.2. pH

Shailaja, et al. (2016) mostraron la pérdida de fuerza y la influencia de los niveles de pH (5.0, 6.0 y 7.5) sobre tres diferentes marcas de elásticos ortodónticos de látex y no látex *in vitro* en una saliva artificial, concluyendo que durante las 24 horas del experimento, el tiempo parecía ser influyente, con el grupo de látex de elásticos exhibiendo una marcada disminución en la fuerza dentro de las primeras 3 horas, independientemente del pH. ⁽³¹⁾

La frecuencia de disminución de la fuerza es menor en proporción para elásticos sin látex en varios porcentajes de estiramiento en varios intervalos de tiempo y diferentes niveles de pH en comparación con el grupo de látex de elásticos. La variedad de niveles de pH no influyó significativa en la degeneración de la fuerza en comparación con el intervalo de tiempo. ⁽³¹⁾

1.1.6.3. SALIVA ARTIFICIAL

La saliva artificial es un factor que puede afectar la fuerza de los elásticos. Santos et al (2018) compararon la cantidad de degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares sintéticos y de látex cuando distendidos en saliva artificial a las 24, 48, 72 y 120 horas a 37 °C, se observó que hubo una pérdida de fuerza mayor en las primeras 24 horas en ambos grupos (11 %) y después de 48 horas la pérdida fue mínima. ⁽³²⁾

Kardach et al (2017) evaluaron los efectos del estiramiento de las cadenas elastoméricas (de memoria y plásticas) sumergidas en saliva artificial a 37 ° C. Hubo una fuerte disminución de la fuerza en la cadena plástica, en la cual, después de solo siete días, la fuerza disminuyó casi a la mitad en comparación con el valor inicial, una tendencia descendente continua. ⁽³³⁾

La cadena de memoria, sin embargo, mostró una mayor elasticidad, y después de la primera semana de exposición, la disminución de la fuerza en el momento del desgarro fue de alrededor del 20 % del valor inicial. La mayor disminución en el valor de la fuerza necesaria para romper las cadenas de plástico se registró después de la 4ta semana, mientras que, en el caso de las cadenas de memoria, la mayor disminución fue después de la 1ra semana. ⁽³³⁾

Fraunhofer et al mostraron que la exposición de las cadenas elásticas a la saliva y al fluoruro superficial requiere un aumento en la longitud del alargamiento para generar 150 g y 300 g de fuerza. ⁽³³⁾

Montenegro-Moncayo et al (2018) evaluaron *in vitro* la disminución de la pérdida de energía en elásticos intermaxilares hechos de látex (n:20) y no látex (n:20)

del mismo creador, activados en ambientes similares en la zona bucal con saliva artificial en el primer día. La fuerza de los elásticos se midió a 0, 6, 12, 18 y 24 horas, permitiendo evaluar su comportamiento durante todo el tiempo que un paciente los mantiene en la boca como se recomienda por el ortodoncista, concluyendo que los de látex ofrecieron una fuerza significativamente mayor que los no látex durante todas las evaluaciones; así mismo, la pérdida mayor de fuerza se observó en las primeras seis horas. ⁽³⁴⁾

Por otra parte, López et al (2012) evaluaron *in vitro*, la fuerza de elásticos látex y no látex de dos fabricantes, a los 5 segundos, 8 horas y 24 horas después de someterse a estiramientos constantes tanto en ambiente húmedo como seco, reportando una mayor proporción de pérdida de fuerza en los dos tipos de elásticos en el ambiente húmedo comparado a un ambiente seco, y una desigualdad significativa entre dos tipos de elásticos en el ambiente seco. Esto pudiera explicarse por la estructura y composición de los elásticos no látex, los cuales contienen polímeros sintéticos con articulaciones moleculares que mantienen la integridad de la estructura, en comparación con los enlaces cruzados covalentes de los elásticos de látex, llevando a un comportamiento. ⁽³⁵⁾

1.1.6.4. ALCOHOL

Los enjuagues bucales deben usarse durante la ortodoncia. mecanoterapia para la actividad antimicrobiana, para disminuir la acumulación de placa y por lo tanto evitan la desmineralización. Se ha demostrado, que el contenido de alcohol de los enjuagues bucales causa modificaciones estructurales y moleculares, resultando en la descomposición de la cadena elastomérica. ⁽³⁶⁾

Ramachandraiah et al (2017) evaluaron el efecto de diferentes concentraciones de alcohol de varios enjuagues bucales comercialmente disponibles en la fuerza de descomposición de las cadenas elastoméricas en estado pre estiramiento y sin estirar. Inicialmente se registró una fuerza media más alta seguida de 24 horas > 7 días > 14 días > 21 días y 28 días respectivamente. Los resultados de este estudio evidenciaron que los componentes activos en los enjuagues bucales causan menos descomposición en la fuerza en las cadenas elastoméricas expuestas al 21,6% de alcohol. ⁽³⁶⁾

Larrabea et al (2012) verificaron el efecto del alcohol de dos enjuagues bucales (14 % vs 26,9 %) la descomposición forzada de cadenas elastoméricas *in vitro*, para determinar si el aumento de las concentraciones de alcohol producía una mayor cantidad de decadencia de la fuerza de la cadena elastomérica, de esta forma se concluyó que el alcohol tuvo un efecto estadísticamente significativo sobre la disminución de la fuerza de cadena elastomérica. Sin embargo, debido a que el alcohol no produjo la desintegración de la fuerza total de la cadena elastomérica durante 28 días, no está claro aún en entornos clínicos, cómo perjudica la cadena elastomérica cuando expuesta al alcohol. ⁽³⁷⁾

1.1.6.5. COLOR

El conocimiento sobre los cambios en el físico (ej, el color) y las propiedades mecánicas (ej, la fuerza) de los elastómeros es de gran interés para su aplicación clínica. Debido a que los elastómeros pueden permanecer en la cavidad oral durante un promedio de 30 días, es muy importante preservar sus

propiedades, incluida la consistencia de fuerza y la estabilidad del color y su relación durante este período. ⁽⁴⁾

Se asume que la variedad de colores de las cadenas elastoméricas deben expresarse de forma firme como las particularidades de energía creada entre ellas, ya que esto crearía mejores tratamientos y procedimientos de forma viable y confiable. Mora-Rodríguez et al (2015) compararon las energías y la disminución de las cadenas del polímero de diferentes colores (transparente, plata, púrpura, azul, rojo y rosa) alargadas al doble de su límite y expuestas al ambiente bucal en los primeros días, evidenciándose diferencias significativas entre las energías de decaimiento y finales entre el color transparente y el resto de los colores. ⁽³⁸⁾

Nakhaei et al (2017) evaluaron los cambios de color y la degradación de la fuerza de las ligaduras elastoméricas ortodónticas en diferentes patrones de estiramiento durante un período de ocho semanas. Todos los elastómeros mostraron cambios de color, pero, el grado de estabilidad del color fue significativamente diferente. La degradación de la fuerza media fue mayor en los grupos de estiramiento de 1 mm. Los elastómeros con fuerzas iniciales más altas exhibieron porcentajes más altos de pérdida de fuerza después de ocho semanas. Parece que existe una relación entre el color inicial y el cambio de color de los elastómeros. ⁽⁴⁾

1.1.6.6. LUZ ULTRAVIOLETA

Las características ópticas de los dientes naturales, como la fluorescencia, están determinadas por la interacción de la luz con la dentina, esmalte y pulpa

dental. Esta propiedad habilita la estructura, para absorber la energía de la radiación de la luz ultravioleta y ser visualmente diferenciada, lo que permite la detección, sin contacto, de diversos materiales. ⁽³⁹⁾

La mayoría de los elastómeros sintéticos actuales están hechos de poliuretano, que es un polímero orgánico. Muchos de ellos, se degradan fácilmente por la exposición a la radiación UV, por ejemplo, luz ambiental. Los materiales pueden agrietarse, desintegrarse y/o decolorarse dependiendo de la extensión y grado de exposición. Pigmentos y colorantes integrados en los elastómeros también pueden verse afectados. ⁽⁴⁰⁾

El proceso de la degradación UV implica la cadena de carbono terciaria que forma un radical libre, que reacciona con el oxígeno en la atmósfera, produciendo un grupo carbonilo. Intraoralmente, el producto envejece y se debilita aún más al exponerse a la saliva y su contenido mineral, fluctuaciones de pH y temperatura, ingreso de microorganismos y sus subproductos, formación de placa, alimentos, fuerzas de masticación y abrasión durante el cepillado de dientes. Los polímeros son muy sensibles al efecto de los radicales libres gracias a su sistema generador, especialmente la luz ultravioleta y el ozono. Ocasionando así que los fabricantes agreguen antiozonantes y antioxidantes en su producto elastomérico, para extender su vida útil. ⁽⁴⁰⁾

Wahab et al (2014) investigó el efecto de la exposición a la luz ultravioleta tipo A, sobre las propiedades DE tracción de la cadena elastomérica. ⁽⁴⁰⁾

Se midió la resistencia a la tracción (n: 60) después de exponer tres marcas de cadenas a la luz UVA por 0, 2, 3 y 4 semanas. La desintegración de la fuerza se midió (n:60) usando la cadena durante 5, 10 y 14 días. ⁽⁴⁰⁾

Las cadenas se estiraron posteriormente a una distancia constante y las fuerzas resultantes se midieron a 0, 1, 24 horas y 7, 14, 21 y 28 días. La resistencia a la tracción tuvo una diferencia estadísticamente significativa y se relacionó directamente con la duración de la exposición a la radiación ultravioleta (UV); así mismo, la decadencia de la fuerza también fue significativamente diferente, concluyendo que la exposición a la luz UVA puede usarse como modelo para el envejecimiento artificial, ya que reduce la entrega de fuerza y la tensión de fuerza de las cadenas expuestas. ⁽⁴⁰⁾

1.1.6.7. Temperatura

Algunos factores presentes en el entorno oral como el estrés intermitente de los elastómeros, el pH, el contenido de oxígeno y la variación de temperatura están relacionados con la relajación de ellos. Sin embargo, el aumento de la temperatura es el punto más significativo del mecanismo de degradación. De Genova et al, mostraron que la temperatura en la cavidad oral podría variar de 0 a 64 ° C. De esta manera, un importante aspecto de la degradación oral es la variación de la temperatura ambiental oral y depende de cada individuo. ⁽⁶⁾

El aumento de la temperatura ha sido considerado un factor agravante para reducir las fuerzas generadas por los módulos elastoméricos, porque las cadenas elastoméricas pierden su capacidad para recuperar sus propiedades originales después de generar las fuerzas de estiramiento (tensión). ⁽⁴¹⁾

El entorno oral puede disminuir las fuerzas elásticas debido a las alteraciones de la temperatura dentro de la cavidad bucal, que van desde el frío del hielo a muy caliente. Bahathiq et al (2019) evaluaron los efectos de los cambios de temperatura sobre las propiedades de tracción de los elásticos intra-arcos sin látex in vitro. Se utilizaron 24 elásticos (12 grupo control y 12 experimental), con tamaño y longitud uniformes. Las pruebas se realizaron sumergiéndolas en agua destilada a varias temperaturas (37°C, 15°C y 55°C) durante 8 min que es el tiempo promedio de tomar bebidas. La prueba de tracción se realizó semanalmente durante cuatro semanas, concluyendo que el grupo control exhibió consistentemente una mayor resistencia a la tracción que el grupo experimental, confirmando la asociación directa entre la resistencia a la tracción evaluada y la variación de la temperatura. ⁽⁴²⁾

1.1.6.8. BEBIDAS CARBONATADAS

Se cree que los efectos de degradación mecánica es el factor principal de la degradación de bandas elásticas de ortodoncia durante el uso clínico. ⁽⁴³⁾

Los pacientes reciben instrucciones rutinarias para usar las bandas elásticas durante 24 horas; sin embargo, durante este período de uso, estos pacientes consumen alimentos, practican algunas formas de higiene bucal y estresan físicamente el elástico, exponiéndolos a desafíos térmicos, químicos y mecánicos. ⁽⁴³⁾

Además, existen también factores locales que están involucrados, como variaciones de pH, pigmentos, influencia de saliva, de alimentos y bebidas en la dieta, y los efectos de movimientos mandibulares. Phyton et al (2014) detectaron la descomposición elástica de las cadenas elásticas de ortodoncia

cuando se sometieron al efecto de gaseosas, en un período de 28 días. Las cadenas se dividieron en seis grupos y se midieron al inicio, y en los días 1, 7, 14, 21 y 28 días del experimento. Las gaseosas demostraron menos capacidad de influencia sobre la disminución de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia. que evidenció el medio salival. En orden decreciente: Coca-cola®, Fanta®, Guaraná Antarctica® y Sprite® demostraron capacidad para influir en la descomposición de la cadena elastomérica; sin embargo, con menos influencia que el medio de saliva. El hecho de que la disminución de la fuerza en la saliva sea mayor de lo que está en los grupos de prueba, puede explicarse cuando se consideran otros estudios que han concluido que la solución básica induce una mayor reducción en los niveles de fuerza que la solución ácida. ⁽⁴⁴⁾

Kumar et al (2014) en su estudio comparan y evalúan el efecto de gaseosas como la Coca-Cola, té, Listerine® *in vitro* sobre la fuerza generada por las cadenas elastoméricas. Se evaluó la fuerza a la 1 h, 24 h, y en los días 7, 14, 21 y 28. En todos los grupos se produjo una disminución sustancial de la fuerza hasta 7 días. Después de 28 días, el grupo control tuvo una disminución de la fuerza del 22 %, mientras que los grupos de prueba, un 25-50 %. Ni el té, el enjuague bucal, Coca-Cola® dieron como resultado una disminución de la fuerza total durante 28 días. El uso de estas bebidas y líquidos no parece tener un efecto perjudicial sobre la cadena elastomérica. ⁽⁴⁵⁾

Achachao Almerco (2017) en su investigación tuvo como objetivo evaluar la degeneración de energía de las cadenas elastoméricas de marcas comerciales que ofrecen gaseosas o bebidas carbonatadas, entre estas tenemos a la Inka

Cola[®], Coca Cola[®] y Kola Real[®] en seis periodos de tiempo: inicial (0), y días 1, 7, 14, 21 y 28. Se dividieron en cuatros grupos: bebidas carbonatadas y agua destilada (grupo control). En todas estas bebidas incluidas se generó una descomposición o degeneración de la energía en mayor o menor nivel sobre las cadenas mencionadas en el elastómero; sin embargo, la Inka Kola[®] fue la que presente este problema en mayor proporción. Además, se observó en el primer día la mayor degradación de energía y la disminución se mostró hasta el día 21. ⁽⁴⁶⁾

Leão Filho et al (2013) evidenciaron *in vitro* las consecuencias de la ingestión frecuente de bebidas en la degeneración forzada de elásticos intermaxilares. Se sumergieron 180 elásticos intermaxilares de 1/4 de pulgada en seis bebidas diferentes: Coca-Cola[®]; bebidas alcohólicas hechas de cebada; jugo de naranja; vino tinto; café y saliva artificial (control). El período de inmersión fue de 15 minutos para el primer y segundo ciclos y 30 min para el tercer al quinto ciclo. Se observó mayor degeneración en los períodos iniciales, restándose gradualmente con el tiempo; sin embargo, no se evidenciaron diferencias significativas entre los grupos al mismo periodo de tiempo, concluyendo que la naturaleza química de las bebidas evaluadas no pudo influir en el grado de degradación de la fuerza en todos los periodos de observación. ⁽⁵⁾

1.1.7 COMPOSICIÓN DE LOS ELÁSTICOS

Los elastómeros son materiales que aumentan en longitud por la fuerza de tensión que se genera, disminuyendo su longitud cuando se elimina esta presión. Los hules sintéticos fueron introducidos en 1920; estos hules se conforman por cadenas firmes que se enrollan entre sí por enlaces tanto

secundarios como primarios, desenrollándose al momento de aplicarle una energía exterior y volviendo a su estado original al eliminar esta energía. A la larga, estos enlaces se degradan de manera que conlleva a que las cadenas integradas se sobrepongan una entre otras, generando una alteración plástica que incrementa el tamaño de su longitud. ⁽⁷⁾

Los elásticos sintéticos se producen a partir de materiales de poliuretano derivado del petróleo. Químicamente, son polímeros, compuestos por una variedad de moléculas que se repiten para formar una cadena lineal de unidades fundamentales, que son los monómeros. La estructura de los polímeros consta de enlaces con atracción primaria y secundaria de bajo peso molecular. Gracias a la aplicación de energía, estas cadenas se van haciendo firmes con enlaces entrecruzado en una cantidad mínima de puntos a lo largo de sus ejes. La deformación permanente ocurre solo cuando el polímero se estira más allá de su límite elástico, causando rotura de enlaces cruzados. ⁽¹⁰⁾

Como los elásticos son hechos de polímeros amorfos a base de poliuretano, las cadenas elastoméricas exhiben características tanto del caucho como del plástico, lo que explica su elasticidad. Los polímeros están compuestos de enlaces secundarios y primarios con atracción molecular débil que inicialmente muestran un patrón en espiral. Los enlaces secundarios permiten que el patrón en espiral se transforme en lineal, mientras se recupera la estructura inicial y esto se hace posible mediante reticulación. ⁽¹¹⁾

Sin embargo, ciertos factores influyen en el rendimiento de los elastómeros, como el decaimiento de la fuerza rápida, es decir, la incapacidad para desarrollar fuerzas constantes durante un período prolongado de tiempo, por lo tanto, va deteriorando su efectividad. Además, estas cadenas están influenciadas por las variaciones de temperatura, el pH salival y el grado de estiramiento al que son sometidos. En el entorno oral, absorben agua, saliva y pigmentos, eventualmente experimentando degradación química, que resulta en el debilitamiento de las fuerzas intermoleculares, desintegrándose así sus enlaces internos. Esto lleva al inicio de los procesos de descomposición de la fuerza. falta de estabilidad dimensional y deformación permanente, lo que dificulta determinar la magnitud de la fuerza real que se genera a un diente dado. ⁽¹¹⁾

Existen elastómeros hechos de caucho natural que forma una composición reticulada en 3 dimensiones mediante enlaces entrecruzados. Sus propiedades dependen de dispersiones retorcidas irregulares de largas cadenas moleculares unidas entre sí en una cantidad mínima de puntos por enlaces covalentes entre distintos átomos como el carbono y azufre. ⁽¹⁴⁾

Cuando el elástico de látex carga una cierta fuerza más allá de su estrés límite, comienza la fatiga en los puntos débiles traídos por su falta de homogeneidad interior o superficial. Simultáneamente, la fricción entre las cadenas moleculares también causa fatiga dinámica. Las propiedades físicas y químicas del látex hacen que los elásticos de ortodoncia sufran fatiga, y la relajación de

la fuerza, resulta en una degradación de la fuerza que es probable que se acentúe en condiciones ambientales adversas, como en la cavidad oral. ⁽¹⁴⁾

Los elásticos de látex son elastómeros poliméricos; por lo tanto, las propiedades visco elásticas son de gran importancia. La viscoelasticidad, el comportamiento dependiente del tiempo, la carga y la temperatura provocan cambios en la conformación de la cadena del polímero. durante la carga de tracción. Debido a los puntos ligados químicamente entre las cadenas moleculares, el caucho de látex absorbe moléculas líquidas en su estructura tridimensional reticulada. Con el efecto simultáneo de mezclar la entropía, la energía libre del caucho de látex disminuye. Al mismo tiempo, las cadenas moleculares son alargadas, seguidas por la disminución de la elasticidad del caucho de látex. ⁽¹⁴⁾

1. 2. BEBIDAS ENERGÉTICAS

Estas bebidas se ofrecen de forma libre, promocionados como una forma de regenerar la energía caporal aliviando el cansancio, mejorando el rendimiento físico, manteniendo la vigilia y estimulando las actividades cognitivas ante ocasiones de estrés. ⁽⁴⁷⁾ La población de jóvenes y adolescentes son los que consumen en mayor frecuencia, por la necesidad de mejorar su rendimiento intelectual, vinculación social y mejorando el estado de resaca ocasionada por bebidas alcohólicas, creencias populares y motivaciones que genera el marketing. ⁽⁴⁷⁾

Su competencia en el mercado se encuentra influencia por las diversas campañas de marketing que se generan, definiéndolas como energizantes para

aumentar la resistencia física, generar bienestar y aumentar el metabolismo, capaces de almacenar electrolitos que generan energía gracias a la variedad de ingredientes que se incluyen, adicionado por sus efectos estimulantes posibles. ⁽⁴⁸⁾

En los últimos años se ha incrementado el consumo de bebidas energéticas sobre todo en adolescentes, a pesar de los efectos negativos para la salud que estas bebidas presentan, tales como: Anomalías cardiovasculares, dolor abdominal, insomnio. adicciones, ansiedad, nerviosismo, náuseas, trastornos del comportamiento, entre otros. Esto se da al bajo nivel de conocimiento de la población y la falta de regulaciones que presentan estas bebidas. Los efectos adversos se dan por los ingredientes que contienen estas bebidas y a la popularización del consumo a nivel mundial. ⁽⁴⁹⁾

1.2.1 COMPOSICIÓN DE BEBIDAS ENERGÉTICAS

Estas bebidas se componen por sustancias como los aminoácidos de taurina y L-carnitina, metilxantinas, y el carbohidrato glucuronolactona; ciertas bebidas cambian a la cafeína por guaraná y las presentan como más seguras, por ser un extracto hecho de vegetales; sin embargo, cada gramo de guaraná posee 36,8 ms de cafeína; 2,2 mg de teobromina y 1,1 mg de teofilina, por los cual sigue siendo tóxico. ⁽⁴⁷⁾

La glucosa es otro componente principal, presentado en altas concentraciones usualmente y la cual eleva el eleva el rendimiento intelectual, es especial la lógica, memoria de corto, largo y espacial, según estudios. Otras bebidas le añaden minerales, vitaminas y componentes no determinados, solo

presentando de manera genérica y sin especificar su concentración en las indicaciones de composición. ⁽⁴⁷⁾

1.2.1.1 TAURINA

Compuesto que deriva de la cisteína. En las personas, la dieta es su fuente principal (mejillones, almejas, crustáceos, entre otras), aunque un mínimo de sustancias se forma internamente en el hígado. Esta entra a las células del corazón, músculo esquelético y retina por un transportador específico. ⁽⁵⁰⁾

Esta sustancia se involucra en procesos fisiológicos como osmorregulador, antioxidante, estabilizador de membranas celulares, síntesis de ácidos biliares, excitabilidad neuronal y modulador del flujo de calcio celular. Además, se puede comportar como neurotransmisor ya que disminuye el calcio dentro de la célula inducido por glutamato, inhibiendo indirectamente la liberación de citocromo C y la cascada de la apoptosis, creyendo así que presenta efectos antioxidantes; además, tiene beneficios como el mejoramiento de la disfunción endotelial vascular que genera por el estrés oxidativo. ⁽⁵⁰⁾

Cabe destacar que la taurina no solo presenta efectos negativos, sino también positivos; entre estos tenemos: Resistencia física, resistencia aeróbica, mejoría en las respuestas psicomotrices, como ayuda para la insuficiencia cardiaca congestiva y complicaciones de la diabetes; además, de una mejor asimilación de grasa, considerándose como una sustancia normal que tiene la bilis. ⁽⁴⁹⁾

Su vida media es 30 a 45 minutos; además, mejora funciones cognitivas y favorece los tiempos de reacción con relación a la atención y memoria. ⁽⁵¹⁾

1.2.1.2 CAFEÍNA

Allcaloide que se produce por plantas, principalmente por *Coffea canephora* y la *Coffea arabica*, cacao, guaraná, yerba mate, y té como la *Camellia* síntesis. Gran parte de sus acciones terapéuticas se deben al antagonismo que ofrecen los receptores de adenosina A1, A2A, A2B y A3 (concentraciones de 10- 100 μM), estos impiden que se liberen neurotransmisores como el ácido γ amino butírico (GABA), acetilcolina, glutamato, dopamina, serotonina, noradrenalina y, por lo que la cafeína, por el contrario, ayuda su liberación. ⁽⁵⁰⁾

Durante este tiempo, la cafeína crea un proceso de cambios fisiológicos como el aumento en el ritmo cardiaco, vascularización cerebral, función respiratoria, función urinaria, y más. ⁽⁵¹⁾

Incrementa la percepción del estado vigilia/alerta; así como también, el bienestar y humor. Estudios indican que, de estas acciones, la vigilia es la más afectada; otros estudios evidencian concentraciones bajas (40-60 mg), aumentan el desempeño general y otros evidencian que cantidades superiores a los 200 mg evitan el sueño, dificultan la percepción del sueño y la acortan en tiempo, pero mantiene sus fases. Pocos estudios sugieren que la cafeína restaura o previene la pérdida de memoria y mejora la capacidad intelectual. ⁽⁵⁰⁾

La porción de cafeína en una bebida energizantes de 300 ml aproximadamente es equivalente a 72-50 mg de esta; es decir, cada botella puede contener entre

dos y tres porciones de cafeína, indicando así un total de 294 mg por envase, superando así de forma impresionante una taza de café. ⁽⁴⁹⁾

1.2.1.3 GLUCURONOLACTONA

Metabolito natural que se forma gracias a la glucosa del hígado. Su concentración esta entre los 250 a 2500 mg/L dentro de una botella. Presenta un metabolismo desconocido, ya que no se evidencia estudios acerca de su interacción con el alcohol; así mismo, su concentración en estas bebidas es muy cuestionada por su alta elevación. Es un carbohidrato natural en el vino tinto, que deriva de la glucosa. Además, se presenta en procesos de detoxificación. ⁽⁴⁹⁾

1.2.1.4 GUARANÁ

Guaraná (*Paullinia cupana*) es una planta cuyo contenido presenta cafeína, teobromina (un cronotropo) y teofilina (uninotropo). Cada gramo de guaraná presenta entre 40 a 80 mg de cafeína, y tiene una vida media potencialmente más larga por las interacciones con otros compuestos vegetales. Generalmente, considerado seguro por el Centro de Seguridad Alimentaria de la Food Drugs and Administration (FDA). ⁽⁵²⁾

1.2.1.5 GINSENG

Es una de las hierbas suplementarias más popular a nivel mundial y es usado para evitar y tratar dolencias de todo tipo. Este adaptó Geno puede tener acciones como el alivio del estrés, aumento de energía y aumento de la memoria gracias la estimulación de las glándulas pituitarias e hipotálamo. ⁽⁵³⁾

Los atletas usan el ginseng por sus supuestos atributos para mejorar el rendimiento.

(53)

Los efectos adversos asociados con el ginseng incluyen hipotensión, edema, palpitaciones, taquicardia, arteritis cerebral, vértigo, dolor de cabeza, insomnio, manía, sangrado vaginal, amenorrea, fiebre, supresión del apetito, prurito, hepatitis colestásica, mastalgia, euforia y muerte neonatal. Sin embargo, las cantidades de este compuesto presentados en las bebidas energéticas se encuentran muy por debajo de las cantidades que se esperan, para brindar beneficios terapéuticos o causar eventos adversos. (53)

1.2.1.6 L- CARNITINA

Este aminoácido es sintetizado en hígado y riñón. Sirve de transportador de ácidos grasos del citosol a la mitocondria. Mejora la resistencia muscular y al ejercicio. (47)

La captación de la L-carnitina por los eritrocitos pueden promover estimulación de la hematopoyesis, inhibición de agregación plaquetaria inducida por colágeno, y prevención de apoptosis programada en células inmunes. Existe evidencia de un efecto beneficioso de la suplementación con este aminoácido en el entrenamiento, la competencia y la recuperación de ejercicio extremo. (53)

1.2.2 TIPOS DE BEBIDAS ENERGÉTICAS

Entre las más reconocidas en Perú se encuentran:

1.2.2.1 RED BULL

Aporta 220 calorías, 54 g azúcar (sacarosa y glucosa), cafeína (160 mg), taurina (2000 mg), glucuronolactona (1200 mg), niacina (40 mg; 200 % RDA),

piridoxina (10 mg; 500 % RDA), B₁₂ (10 µg; 160 % RDA), ácido pantoténico (10 mg; 100 % RDA). ⁽⁵³⁾

1.2.2.2 VOLT

Aporte calórico (kcal por envase) (dado por contenido de azúcares) 199. Contiene agua, azúcar (49,8 g/envase), ácido cítrico, taurina (1892 mg/por envase), citrato de sodio, glucuronolactona (1135 mg/por envase), esencia de guaraná, cafeína (99,4 g/por envase), cafeína por 100 mL (21), riboflavina, niacina, ácido pantoténico, piridoxina y vit B12. Sodio por envase 326.0 mg. La lata contiene 473 ml. ⁽⁵⁴⁾

1.2.2.3 MONSTER ENERGY

Aporta 200 calorías, 54 g de azúcar (sacarosa, glucosa, sucralosa, maltodextrinas), sodio (360 mg; 16 % RDA), taurina (2000 mg), cafeína (listado como parte de una mezcla de energía de 5000 mg), glucuronolactona (listado como parte de una mezcla de energía de 5000 mg), niacina (40 mg; 200 % RDA), inositol (listado como parte de una mezcla de energía de 5000 mg), B₁₂ (12 µg; 200 % RDA), piridoxina (4 mg; 200 % RDA), riboflavina (3.4 mg; 200 % RDA); extracto de ginseng (400 mg), extracto de guaraná ((listado como parte de una mezcla de energía de 5000 mg), ácido cítrico, ácido sórbico. ⁽⁵³⁾

1.3. INVESTIGACIONES

Ramachandraiah, et al. (2017); evaluaron el efecto de las variaciones de las concentraciones del alcohol de los enjuagues bucales sobre la descomposición forzada de las cadenas elastoméricas pré-estiradas y sin estirar. La muestra total fue 180 cadenas elastoméricas, las cuales se dividieron en cinco grupos. Cada muestra tenía tres eslabones, de color transparente, las marcas utilizadas fueron 3M Unitek, Ortho Plus y Ortho organizar. El grupo control y de pruebas

se sumergieron en saliva artificial a 37°C para simular las condiciones orales. Los efectos de los diferentes grupos se evaluaron en diferentes tiempos (inicio, 1, 7, 14, 21 y 28 días) y fuerza sobre las tres cadenas elastoméricas. Se reportó que el promedio mayor de fuerza fue a las 24 horas > 7 días > 14 días > 21 días y 28 días respectivamente. con diferencia significativa ($p < 0.001$). Entre las diferentes soluciones, se registró una fuerza media más alta en una mezcla de alcohol al 21.6% > Listerine® 8.38% > Wokadine® > saliva artificial, entre las diferentes soluciones se registró una fuerza más alta en la de mezcla de alcohol (21.6 %) > Listerine® (8.38 %) > Wokadine® > mezcla de alcohol (8.38 %) > saliva artificial. Concluyeron que los enjuagues bucales que contienen alcohol causan el aumento en la descomposición de la fuerza de la cadena elástica con el tiempo. ⁽³⁶⁾

Achachao Almerco (2017); evaluó la degradación de fuerza de 48 segmentos de las cadenas elastoméricas American Orthodontic® expuestas a bebidas carbonatadas (Coca Cola®, Inka Cola® y Kola Real®) en seis intervalos de tiempo inicial (0), 1, 7, 14, 21 y 28 días. Se dividieron en cuatro grupos (n:12): tres grupos expuestos a las bebidas carbonatadas y un grupo control (agua destilada) y se sumergieron por 15 minutos dos veces al día durante 28 días; así mismo, la fuerza se midió en esos intervalos de tiempo. Se mostró que las cadenas elastoméricas expuestas a Inka Cola® tuvieron mayor degradación con diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$); se evidenció que la máxima degeneración de los días 1, 7 y 14, independientemente de la bebida. Las fuerzas se degeneraron hasta el día 21. Todas las bebidas incluidas provocaron degradación en menor o mayor nivel sobre las cadenas

elastoméricas. La mayor degradación de fuerza se mostró en las primeras 24h.

(46)

Lengua Calero (2017); comparó *in vitro* la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas de ortodoncia expuestas a bebidas carbonatadas. Se usaron 224 cadenas elastoméricas (GAC International[®]) distribuidas en 16 grupos según el tiempo evaluado, uno (para el inicial) y los 15 restantes para (1 h, 24 horas, 7, 14 y 21 días) y las bebidas usadas (saliva artificial, Inka Cola[®] y Coca Cola[®]). Las cadenas se estiraron a 25 mm y estuvieron expuestas a las bebidas carbonatadas dos veces al día por tres minutos y luego, se sumergieron en saliva artificial. Hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) al comparar la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas según el tiempo de exposición. La mayor pérdida de fuerza se produjo posterior a las 24 hs de exposición. (55)

Morales et al (2014); determinaron la cantidad de degradación de fuerza en las cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes *in vitro*. Evaluaron 15 muestras de cuatro eslabones color transparente tipo short, las marcas utilizadas fueron: American Orthodontics[®] y Denstly GAC[®]. Se confeccionaron bases acrílicas con pines con la finalidad de mantener la tracción constante a una distancia de 15 mm; luego fueron sumergidos en saliva artificial. En intervalos de 1, 7, 14 y 21 días. Encontraron al inicio que hubo una diferencia significativa ($p < 0.001$) así mismo a las 24h ($p < 0.024$); sin embargo, a los siete días no hubo diferencia significativa ($p > 0.299$), mientras que a los 14 y 21 días se observó ($p < 0.001$). Concluyeron que las dos marcas presentaron elevadas degradaciones de energía en el primer día. Sin embargo, La marca Denstly

GAC® comparado a la American Orthodontics® presentó mayor cantidad de energía remanente al final del estudio. ⁽¹²⁾

Kumar et al. (2014); evaluaron y compararon el efecto de la Coca Cola®, el té y el enjuague bucal (Listerine®) en la fuerza generada por la cadena elástica de forma *in vitro*. La muestra fueron 480 cadenas elásticas de color gris; se dividieron en cuatro grupos (agua destilada, Coca Cola®, té y Listerine®). Todas fueron estiradas a 25 mm constantemente y se sumergieron durante 60 segundos dos veces al día en seis tiempos (1h, 24h, 7, 14, 21 y 28 días). Hubo una diferencia significativa entre grupos de control, Coca-Cola®, Listerine® y té, en los períodos de tiempo ($p < 0.01$). En todos los grupos hubo una importante disminución de la fuerza hasta los 7 días. El grupo control grupo alcanzó la meseta entre 7 y 14 días y luego disminuyó de 14 días a 28 días. Todos los grupos de prueba causaron un aumento en la fuerza de degradación con el tiempo; sin embargo, el té causó mayor degradación seguida del Listerine® y CocaCola® cuando se comparan con el control. ⁽⁴⁵⁾

Losito et al (2014); evaluaron la disminución de la fuerza de las cadenas elastoméricas de ortodoncia después de la inmersión en soluciones de desinfección. 150 segmentos de cadenas elastoméricas se dividieron en tres grupos: control (sin desinfección); grupo clorhexidina (desinfección en solución de digluconato de clorhexidina al 0,12 %) y grupo de ácido peracético (desinfección en solución de ácido peracético al 0,2 %). Las cadenas elastoméricas de 14 mm se estiraron hasta 20 mm y se evaluó la fuerza generada (kgf) en los siguientes intervalos de tiempo: 1 h, 1 día, 7, 14, 21 y 28 días después de la inmersión en las soluciones desinfectantes. Los datos (kgf)

se analizaron a través de análisis estadísticos de varianza y la prueba de Tukey a un nivel de significancia del 95%. Ambos grupos presentaron descomposición de fuerza similares a lo largo de 7 días y permaneció estable hasta 28 días. Se observó degradación de la fuerza en las primeras horas de activación (~ 50%). Se concluyó que no presentó diferencias significativas entre los grupos investigados, en la mayoría de los intervalos de tiempo, lo que indica que se pueden utilizar ambas soluciones químicas para la desinfección previa de cadenas elastoméricas de ortodoncia. ⁽¹⁹⁾

Halimi et al (2013); reexaminaron las características mecánicas de las cadenas posterior al estiramiento elásticos en el aire y la saliva artificial. Evaluaron cinco marcas de cadenas elastoméricas fabricadas por diferentes compañías. Para cada marca, se probaron cuatro tipos en diferentes medios no naturales. Se requirió de un kit de prueba desmontable para el estiramiento de las cadenas presentes hasta la variedad de niveles de energías iniciales. luego se colocó en soluciones acuosas preparados previamente, comparadas con las muestras control expuestas al aire y al sol. La energía residual se midió en varios tiempos (1h, 12 h, 24 h; 2, 4, 6 días y a las 2, 3, 4, 5 y 6 semanas) en el que se usó dinamómetro de mano. Encontraron que la fuerza entregada por las diversas cadenas decayó rápida y continuamente con el tiempo, tanto en el aire como en la saliva artificial. Esta descomposición varía según el pH del medio de prueba: cuanto más ácido es el pH, mayor es la descomposición. En la saliva artificial con un pH 7 y una temperatura de 37 °C, la fuerza de la cadena transparente disminuyó más rápidamente que la gris. Concluyeron que la fuerza generada por las cadenas elastoméricas decayó rápidamente con el tiempo. Esta descomposición fue mayor en la saliva que en el aire, y dependió de la cadena. ⁽¹⁶⁾

Kochenborger et al (2011); evaluaron la degeneración de energía de las cadenas elásticas comercialmente más disponibles (Morelli®, Ormco®, Tp® y Unitek®). Evaluaron los elásticos sumergidos en saliva sintética a 37°C con una fuerza generada de 150 g en 30 min, 7, 14 y 21 días. Hubo una disminución de la fuerza entre 19 % a 26,67 % después de media hora, y 36,67 % a 57 % después de 21 días de activación. Se concluyó que las cadenas elastoméricas Tp® exhibieron la menor proporción de desintegración de la fuerza, con una mayor estabilidad en todos los intervalos de tiempo probados; mientras tanto, las cadenas Unitek® presentaron el mayor porcentaje de degradación de la energía, sin diferencias estadísticamente significativas en la disminución de la energía entre las cadenas elastoméricas Ormco® y Morelli® durante el tiempo de estudio. ⁽⁴¹⁾

Martins et al (2008); evaluaron las alteraciones de las fuerzas iniciales de las cadenas elásticas tipo abiertas y cerradas (American Orthodontics®, Unitek® y Morelli®) posterior a la inmersión en dos soluciones de glutaraldehído al 2 % (Anti-GPlus® y Cidex®) para desinfección (30 minutos) y esterilización (10 horas); las cadenas se extendieron a 21 mm a través de la máquina de prueba. Esta inmersión produjo la caída de la liberación de la fuerza inicial, siendo con mayor intensidad con la esterilización, solo hubo diferencia significativa en las American Orthodontics®. La solución de glutaraldehído Cidex® ocasionó un efecto menor de degradación en la liberación inicial de las fuerzas. ⁽¹⁵⁾

Sánchez et al (2006); analizaron el deterioro de la fuerza de las cadenas elásticas a causa de un alargamiento constante que provocan la descomposición de sus enlaces moleculares y diversos factores ambientales. Se evaluaron 10 muestras de diferente marca comercial de cadena elastomérica

(GAC®, TP® y 3M UNITEK®) de cinco módulos individualmente y se sometieron a tensión, midiendo la energía al comienzo, a la media hora, 24 horas y al mes. Encontraron que en el tiempo inicial y 30 minutos no hubo diferencia estadísticamente significativa (p: 0,407), pero, a las 24 horas y al mes hubo diferencia significativa (p: 0,001), Analizando los cuatro tiempos de evaluación con la prueba de Friedman se mostró diferencia estadística significativa (p: 0,000). Se concluyó que la marca que presentó un comportamiento más uniforme tanto en las pruebas de energía como en las de alargamiento fue la GAC®, mientras que TP® tuvo valores altos de energía y menores de crecimiento longitudinal, mientras que la marca 3M UNITEK® perdió mayor cantidad de energía y tuvo mayor aumento de longitud. ⁽⁷⁾

1.4. MARCO CONCEPTUAL

- **Arco Dentario:**

Curva que se forma gracias a la fila dentaria en su ubicación normal en los maxilares. El arco inferior se forma por los dientes que se encuentran en las mandíbulas; mientras que el superior, por los dientes maxilares.

⁽⁵⁶⁾

- **Bebidas Energéticas:**

Son bebidas creadas para el aumento de la resistencia física, estimulación del metabolismo, proporciona sensación de bienestar, capaces de generar un alto nivel de energía proveniente de diversas sustancias compuestas en estas, entre estas tenemos a la cafeína, glucuronolactona y vitaminas. Algunas atribuyen sus acciones estimulantes a los aminoácidos presentes como taurina o a los extractos

de vegetales como ginseng o guaraná; mientras que en otras ocasiones se agregan inositol, carnitina y minerales. ⁽⁴⁸⁾

- **Cadenas Elásticas:**

Son aditamentos derivados del hule y otros materiales plásticos empleados como elementos productores de fuerzas durante el tratamiento ortodóntico para el movimiento los dientes en todas las direcciones a lo largo de un arco rígido. ⁽⁵⁷⁾

- **Deformación Elástica:**

Es el cambio presentado en las dimensiones o en la forma de un compuesto como respuesta de la aplicación de una energía y es elástica ya que la estructura molecular del objeto no se modifica y desaparece la deformación una vez eliminada la tracción, es reversible. ⁽⁵⁷⁾

- **Diastema:**

Espacio libre entre dientes vecinos cuyo origen no es por pérdida dentaria. ⁽⁵⁸⁾

- **Dinamómetro:**

Instrumento para medir fuerzas, basado en la deformación elástica de un muelle calibrado. ⁽⁵⁹⁾

- **Elastómero:**

Polímeros elásticos con elevada elongación de 200% a 100 % sin sufrir deformación. Es decir, una vez que cesa la fuerza retornan a su dimensión original. ⁽⁶⁰⁾

- **Ortodoncia:**

Rama de la estomatología que supervisa, cuida y corrige las estructuras dentofaciales en proceso de crecimiento o en estado permanente, incluyendo

condiciones que necesite de movimiento dentario o a la corrección óseas afines. ⁽⁶¹⁾

- **Resistencia a la Tracción:**

Esfuerzo interno que se encuentra sometido a un compuesto por la adherencia de 2 energías que actúan en sentido contrario, y tienden a alargarlo. ⁽⁶²⁾

- **Mesialización:**

Es el movimiento de los dientes hacia la línea media en la arcada dental. ⁽⁶³⁾

- **Extrusión:**

Es el movimiento que ocasiona tracción en las fibras periodontales. Las fibras periodontales se alargan y se deposita hueso nuevo en la zona de la cresta alveolar. ⁽⁶⁴⁾

- **Uniformidad de elásticos:**

Es cuando sus propiedades mecánicas son similares tanto por el material como la compañía de producción. ⁽²⁷⁾

- **Poliuretano:**

Productos de polímeros termoendurecibles de un proceso de polimerización por reacción escalonada, que posee una unidad (NH) - (C = O)- O. ⁽⁶⁵⁾

- **Plasticidad:**

Es la propiedad por la cual un material pierde su forma inicial es decir hay una deformación plástica que se mantiene incluso cuando cesa la fuerza. ⁽⁶⁶⁾

- **Degradación:**

Consecuencia del estiramiento del elástico. La fatiga se inicia en puntos débiles internos o por la falta de homogeneidad en la cara exterior; las cadenas de moléculas sobrepuestas, lo que genera una alteración indefinida del material y provoca la disminución de la energía que se genera por el elástico. ⁽¹⁸⁾

- **Esfuerzo o tensión**

Nivel de energía ejercida sobre un compuesto dividido por el área transversa de este. Esta área es la sección transversa del compuesto en un plano perpendicular a donde se dirige la energía. ⁽⁶⁷⁾

- **Deformación permanente:**

Es la incapacidad de los materiales elásticos para volver a su tamaño real después de sufrir una alteración sustancial y liberando las fuerzas de tracción aplicadas a ellos. Ocurre cuando el polímero se estira más allá de su límite elástico, causando la interrupción de los enlaces cruzados. ⁽¹¹⁾

- **Tracción y compresión:**

Tracción es el esfuerzo interno a que está sujeto a un cuerpo por la aplicación de dos fuerzas contrarias que tienden a estirarlo; mientras que compresión es cuando las fuerzas externas, se hacen desde afuera hacia el centro. ⁽⁶⁸⁾

CAPÍTULO II

EL PROBLEMA, OBJETIVOS, HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Durante el tratamiento de ortodoncia con brackets, las cadenas elásticas cumplen un rol muy importante ya que ellas ayudan al desplazamiento de las piezas dentarias, para lograr un óptimo resultado, teniendo en cuenta que existen elementos que pueden ser favorables o no durante el tratamiento ortodóntico.

Aunado a esto, el alto consumo de bebidas energéticas en la población joven pudiese alterar la estructura de estas cadenas por la presencia de sustancias nocivas en su contenido. Es por ello que esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto de la exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de Ortodoncia de comercialización local, así mismo, también la posibilidad de haber sufrido una degradación de las mismas, trayendo consecuencias adversas, por lo que esto impediría un tratamiento eficaz y no culminaría con buen pronóstico ni en el tiempo deseado y se tendría que reiniciar el tratamiento.

2.1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1.2.1. PROBLEMA PRINCIPAL

¿Cómo la exposición de bebidas energéticas afecta la resistencia de tracción de las cadenas elásticas de ortodoncia de comercialización local?

2.1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Existe diferencia en los efectos del tipo de bebida energética en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia?
- ¿Existe diferencia en los efectos del tiempo de exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia?
- ¿Existe diferencia en los efectos de interacción tipo y tiempo de exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia?

2.2. FINALIDAD Y OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

2.2.1.FINALIDAD

La presente investigación tuvo por finalidad determinar el efecto de la exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de ortodoncia, identificando así los diversos cambios que pudieran sufrir estas y establecer el riesgo que tienen los pacientes consumidores de dichas bebidas, para garantizar un adecuado tratamiento ortodóntico.

2.2.2. OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS

2.2.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar el efecto de la exposición a bebidas energéticas en la resistencia de tracción de las cadenas elásticas de ortodoncia de comercialización local.

2.2.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar la diferencia en los efectos del tipo de bebida energética en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia.
- Identificar la diferencia en los efectos del tiempo de exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia.
- Establecer la diferencia en los efectos de Interacción tipo y tiempo de exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia.

2.2.3. DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

La presente investigación fue llevada a cabo en el periodo comprendido entre los meses de enero a abril de 2019, constituyéndose así los límites temporales del estudio. El estudio se llevó a cabo bajo un modelo experimental *in vitro* mediante el análisis de los elásticos de ortodoncia.

2.2.4. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA DEL ESTUDIO

Las bebidas energéticas son utilizadas para disminuir el cansancio aumentando la resistencia física y tener más energía, para realizar ejercicios intensos,

principalmente en deportistas con la finalidad de incrementar su rendimiento. Debido al auge de su consumo a nivel mundial, sobre todo en adolescentes y jóvenes y siendo estos los que más necesitan de tratamiento ortodóncico, es importante investigar el comportamiento de las cadenas elásticas en cuanto a su fuerza de tracción cuando expuestas a ellas, lo que pudiera permitir evaluar los posibles daños que pueden producirse en estas cadenas y las consecuencias durante el tratamiento.

2.3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.3.1. HIPÓTESIS PRINCIPAL Y ESPECÍFICAS

2.3.1.1. HIPÓTESIS PRINCIPAL

El tipo de bebida energética y el tiempo de exposición a las mismas afectan significativamente la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.

2.3.1.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- El tipo de bebida energética afecta significativamente la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.
- El tiempo de exposición afecta significativamente la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.
- La interacción del tipo de bebida energética y el tiempo de exposición afecta significativamente la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.

2.3.2. VARIABLES E INDICADORES

A. Variables de Estudio:

- **Variable Independiente:**
 - Tipo de bebidas energéticas
 - **Indicadores:**
 - Red Bull.
 - Volt.
 - Monster Energy.
 - Saliva artificial.
- **Variable Dependiente:**
 - El Tiempo.
 - **Indicadores:**
 - Inicial.
 - 5 Minutos.
 - 10 Minutos.
 - 15 Minutos.
 - 30 Minutos.

La evaluación de las variables se llevó a cabo mediante la definición operacional de las variables, en la cual se estableció la descomposición de las variables en sus dimensiones, indicadores y escalas de medición. (Ver Anexo 01)

CAPÍTULO III

MÉTODO, TÉCNICA E INSTRUMENTO

3.1. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.1.1. POBLACIÓN

La población de estudio estuvo constituida por cadenas elásticas de ortodoncia marca Morelli® color transparente de tramo corto de comercialización local en la ciudad de Lima en el año 2019. El cual se estimó un valor infinito.

3.1.2. MUESTRA

La muestra de la presente investigación fueron cinco cadenas elásticas de comercialización local en la ciudad de Lima en el año 2019. Las cinco cadenas se sumergieron en tres bebidas energéticas y saliva artificial, totalizando 20 muestras.

3.1.3. UNIDAD DE MUESTREO

Las unidades de muestreo de esta investigación, estuvo constituido por una marca de cadena elástica y tres marcas de bebidas energéticas de comercialización local procedentes de la compra directa del investigador a tiendas y/o supermercados, las cuales fueron obtenidas durante el periodo 2019, que cumplieron los criterios de elegibilidad planteadas por la autora.

3.1.4. UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis empleada en la presente investigación fue constituida por la ficha de recolección de datos *ad-hoc* correspondientes a cada una de las unidades de muestreo.

3.1.5. TIPO DE MUESTREO

El muestreo que se utilizó en el estudio fue de tipo no probabilístico consecutivo, ya que se seleccionaron a las bebidas energéticas más comunes en el mercado de comercialización local y que cumplieron con los criterios de selección establecidos por el investigador.

3.1.6. SELECCIÓN DE LA MUESTRA

Las unidades muestrales en el estudio se evaluaron en base a los siguientes criterios de elegibilidad:

3.1.6.1. CRITERIOS DE INCLUSIÓN

- Bebidas energéticas: Red Bull®, Volt® y Monster Energy®.
- Cadenas elásticas Morelli® convencional tramo corto, transparente.
- Que tuvieran control sanitario.

3.1.6.2. CRITERIOS DE EXCLUSIÓN

- Cadenas elásticas ya usadas.
- Cadenas elásticas de tipo cerrada o larga.
- Bebidas energéticas no selladas.
- Cadenas elásticas con falla de fabricante.

3.2 DISEÑO UTILIZADO EN EL ESTUDIO

3.2.1 PROPÓSITO

APLICADA. - Debido a que buscó emplear el conocimiento experimental para dar explicación a fenómenos de manera fundamental, determinando que efecto producen las bebidas energéticas sobre la resistencia de tracción de cadenas elásticas de comercialización local.

3.2.2 ENFOQUE

CUANTITATIVO - El investigador centró su evaluación en aspectos objetivos puntuales, los cuales fueron obtenidos en base a una muestra representativa de la población, lo que permitió llevar a cabo la contrastación de las hipótesis del estudio.

3.2.3 SECUENCIA TEMPORAL

LONGITUDINAL- La recolección de los datos del estudio se llevó a cabo mediante varias mediciones, por lo cual el investigador tuvo contacto con las unidades muestrales en varios momentos de tiempo.

3.2.4 TEMPORALIDAD

RETROSPECTIVO- Porque la información del estudio fue obtenida posterior a los hechos estudiados para la investigación y son datos que se tomaron en el pasado.

3.2.5 ASIGNACIÓN DE FACTORES

EXPERIMENTAL. - El factor de estudio que se evaluó se presentó de manera experimental, por lo que el investigador manipuló su exposición, y reportó las características de los eventos que se observó.

3.2.6 FINALIDAD

ANALÍTICO

3.2.7 DISEÑO ESPECÍFICO

ENSAYO PRE-CLINICO IN VITRO

3.2.8 NIVEL

APLICADA. - La investigación estuvo orientada a establecer la asociación entre las variables de estudio, mediante la evaluación planificada de la muestra seleccionada.

3.2.9 ASPECTOS ÉTICOS

Para el desarrollo del presente estudio, el investigador solicitó la evaluación de cada una de las muestras, para lo cual debió brindar información a la investigación. Las muestras que formaron parte de dicho estudio estuvieron debidamente selladas.

3.3 TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.3.1 TÉCNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de los datos en el presente estudio se llevó a cabo por medio de la técnica de observación estructurada, individual, no participante de laboratorio; por lo cual el investigador realizó la evaluación clínica de las unidades de análisis que conformaron la muestra de estudio y los datos obtenidos fueron registrados en el instrumento de investigación.

3.3.2 INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

El instrumento de recolección de datos utilizado en la presente investigación fue una ficha de observación *ad-hoc* (Ver Anexo 02), elaborada para los fines específicos de la investigación, por el investigador, la cual estuvo conformada por ítems abiertos y cerrados, acorde a los indicadores de las variables operacionalizadas. La mencionada ficha fue aplicada únicamente por el investigador, todas las mediciones fueron llevadas a cabo bajo las mismas circunstancias (físicas, emocionales y procedimentales).

3.3.3 PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para lograr los objetivos planificados se llevó a cabo los siguientes pasos de manera secuencial:

1-Se realizó la adquisición de las tres marcas de bebidas energéticas de comercialización local en el año 2019 y cadena elástica Morelli. Para la selección de las bebidas energéticas, se tomó en cuenta el estudio de mercado proporcionado por el Datum Internacional, el cual indica que las bebidas energizantes más consumidas por los peruanos son: Red Bull, Volt y Monster.

2-Al obtener dichas bebidas energéticas y las cadenas elásticas se enviaron al laboratorio para el respectivo estudio.

3- En el laboratorio se utilizó una máquina digital de ensayos universales CMT-5L, marca LG con aproximación 0.001 N y un vernier digital de 200 mm, marca Mitutoyo con aproximación 0.01 mm.

4- A todas las cadenas elásticas se les estiró a 20 mm de su fuerza inicial. Luego se sumergieron en cada bebida energética en los siguientes intervalos de tiempo: inicial, 5, 10, 15 y 30 min. Al inicio y después de cada intervalo de tiempo, se les midió la fuerza; estas se registraron en gramos de fuerza (gf) y posteriormente, en saliva artificial, para recrear en lo posible el medio oral, durante 10 seg, a los 5, 10, 15 y 30 min, midiendo también la fuerza posterior a cada intervalo de tiempo. Después de cada medición, la lectura de la fuerza tensional, se reestableció a cero "0", antes de realizar la siguiente medición.

3.3.4 CAPACITACIÓN Y CALIBRACIÓN

Se llevó a cabo la adecuada medición de las variables de estudio, la investigadora recibió capacitación por parte de un experto en el área; en el cual emitió un reporte que garantizó el proceso de evaluación, lo que permitió respaldar la calidad de los resultados. Adicionalmente, el capacitador realizó la medición de las unidades muestrales a través de la aplicación del instrumento,

cuyos resultados obtenidos se usaron como patrón de comparación o calibración a las mediciones de la investigadora.

3.3.5 VALIDACIÓN DEL INSTRUMENTO

El instrumento que se empleó, al ser una ficha *ad-hoc*, requirió de validación previa a su aplicación final, la cual se estableció en base a la determinación de su viabilidad, sensibilidad al cambio, confiabilidad y validez. La viabilidad del instrumento se estableció en base a su sencillez, ya que, al constar de solo una cara, y de no requerir procedimientos complejos, la recolección de datos no supuso esfuerzos excesivos por parte del investigador. El instrumento tuvo sensibilidad al cambio ya que los resultados obtenidos defirieron entre las unidades muestrales analizadas. La determinación de la confiabilidad del instrumento se obtuvo, por medio de la realización de una prueba piloto en un momento de tiempo por parte del investigador; además, se contrastó los resultados de la evaluación del investigador con las del calibrador (fiabilidad inter-observador). Tanto la repetitividad como la fiabilidad inter-observador se evaluó por medio de la prueba estadística Kappa de Cohen para variables cualitativas y Coeficiente de correlación intraclass derivado del análisis de varianza en el caso de variables cuantitativas; la magnitud de las variaciones en la medición se estableció por medio del error de medición (Fórmula de Dahlberg) y error sistemático (t de Student para muestras pareadas); el tiempo de blanqueo previsto fue de una semana.

La consistencia interna de la confiabilidad del instrumento se evaluó por medio del análisis estadístico alfa de R de Kuder Richardson para variables dicotómicas y Alfa (α) de Cronbach para variables politómicas, llevándose a cabo en una única aplicación del instrumento. La validez total del instrumento se estableció a cuatro niveles; a nivel lógico los reactivos del instrumento se consideraron válidos si su construcción siguió una secuencia ordenada y una comprensión gramatical adecuada; la validez de contenido se estableció mediante la evaluación por juicio de tres expertos, los cuales

fueron invitados a realizar la valoración del instrumento mediante una carta (Ver Anexo 07), a fin de calificar sus características a través de una ficha de validación por expertos (Ver Anexo 02), para lo que se les debió entregar la matriz de consistencia interna del estudio (Ver Anexo 04). La puntuación obtenida por la evaluación de cada uno de los jueces validadores fue integrada en la matriz de validación (Ver Anexo 05), lo que permitió obtener la validez de contenido global. Por su parte cada uno de los reactivos fue validado por medio de la prueba estadística V de Aiken (Ver Anexo 06). La validez de criterio que se llevó a cabo fue de tipo predictiva, en la cual se correlacionaron la sumatoria de los reactivos totales de cada unidad de análisis en las dos aplicaciones piloto del instrumento, evaluado por la correlación de Pearson. A nivel de constructo, la validez fue establecida una vez que se alcanzó previamente validez lógica, de contenido y de criterio.

3.4 PROCESAMIENTO DE DATOS

Posterior a la recolección de datos se procedió a organizar las fichas destinadas para este fin, se enumeraron y fueron vaciadas en la base de datos en el programa de Microsoft Excel bajo las modificaciones planteadas por el investigador.

El procesamiento de los datos se llevó a cabo en una laptop de marca Toshiba, modelo Satellite P50-A, de 8GB de memoria RAM con sistema operativo Windows 8.1. La información recolectada fue analizada con el paquete estadístico SPSS (Statistical Package for the Social Science) en su versión de acceso; en la cual se llevó a cabo la aplicación de estadística descriptiva, para establecer la distribución de los datos recolectados a través de medidas de tendencia central, dispersión, forma y posición. Se verificó la distribución de la normalidad de las variables mediante la prueba de Shapiro-Wilk; también se

utilizó estadística inferencial para la docimasia de las hipótesis de la investigación, a través de la prueba estadística paramétrica Chi Cuadrado de Pearson para la comprobación de las hipótesis bivariadas con dos variables cualitativas. Los supuestos bivariados que fueron comprobados a través de la prueba T de Student para muestras independientes o la prueba U de Mann-Whitney. Así mismo, se realizó la prueba H de Kruskal-Wallis, los signos rangos de Wilcoxon, signos rangos de Friedman. Tanto los resultados de las pruebas estadísticas descriptivas como inferenciales fueron expresadas mediante tablas y figuras.

Los resultados muestrales fueron inferidos a la población mediante estimación por intervalo a un 95% de confianza ($p < 0.05$).

CAPITULO IV

PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

La Ortodoncia y Ortopedia tiene como objetivo adecuar las piezas dentarias y los maxilares que por diferentes causas se encuentran en mala posición, corrigiéndola mediante el uso de diferentes accesorios, entre estos se encuentran una gran variedad de elásticos ortodónticos como las cadenas elásticas, los cuales ayudan al cierre de pequeños espacios. Debido al aumento del consumo de bebidas energéticas que existe actualmente, principalmente en los adolescentes y jóvenes, se determinó si la exposición a estas bebidas afecta la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de ortodoncia. Después de haber sumergido las muestras (n:20) en las tres bebidas energéticas y saliva artificial, se obtuvieron los siguientes resultados.

TABLA 01. Distribución de frecuencia del tipo de bebidas.

TIPO DE BEBIDA	N	%	IC 95%
Red Bull	5	25	9.91; 50.26
Volt	5	25	9.91; 50.26
Monster Energy	5	25	9.91; 50.26
Saliva artificial	5	25	9.91; 50.26
TOTAL	20	100	

Fuente: datos obtenidos en la investigación
Luna Cochachi A (2020)

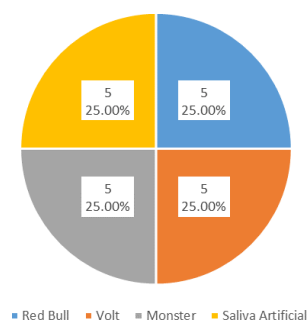


Figura 01. Sectores de frecuencias del tipo de bebidas.
Fuente: datos obtenidos en la investigación
Luna Cochachi A (2020)

Tabla 02. Valores promedios de fuerza inicial de las cadenas de elásticos y después de inmersión en Red Bull según intervalo de tiempo

	Fuerza inicial gf (N)	Bebida Red Bull Fuerza después de 5 minutos gf (N)	Bebida Red Bull Fuerza después de 10 minutos gf (N)	Bebida Red Bull Fuerza después de 15 minutos gf (N)	Bebida Red Bull Fuerza después de 30 minutos gf (N)
1	456.83 (4.48)	448.68 (4.40)	438.48 (4.30)	436.44 (4.28)	417.06 (4.09)
2	458.87 (4.50)	447.66 (4.39)	437.46 (4.29)	430.32 (4.22)	426.24 (4.18)
3	457.85 (4.49)	430.32 (4.22)	443.58 (4.35)	431.34 (4.23)	427.26 (4.19)
4	458.87 (4.50)	451.73 (4.43)	442.56 (4.34)	443.58 (4.35)	428.28 (4.20)
5	459.89 (4.51)	436.44 (4.28)	435.42 (4.27)	438.48 (4.30)	426.24 (4.18)

Fuente: datos obtenidos en el laboratorio gf: gramos de fuerza
Luna Cochachi A (2020)

En la tabla 02 se observó los valores de las fuerzas iniciales de las cadenas elásticas y después de su inmersión en la bebida Red Bull según intervalo de tiempo. Todas las cadenas tuvieron valores promedios de fuerza inicial similares; sin embargo, el grupo de cadenas 5 mostró un ligero aumento. Los grupos de cadenas 1 y 2 disminuyeron su fuerza en todos los tiempos evaluados. La mayor degradación de fuerzas se observó a los 5 y 30 minutos.

Tabla 03. Valores promedios de fuerzas de las cadenas elásticas después de inmersión en Volt según intervalo de tiempo

	Bebida Volt Fuerza después de 5 minutos gf (N)	Bebida Volt Fuerza después de 10 minutos gf (N)	Bebida Volt Fuerza después de 15 minutos gf (N)	Bebida Volt Fuerza después de 30 minutos gf (N)
1	438.48 (4.30)	444.60 (4.36)	418.08 (4.10)	420.12 (4.12)
2	426.24 (4.18)	432.36 (4.24)	430.32 (4.22)	427.26 (4.19)
3	436.44 (4.28)	434.40 (4.26)	433.38 (4.25)	428.28 (4.20)
4	445.62 (4.37)	425.22 (4.17)	423.18 (4.15)	424.20 (4.16)
5	432.36 (4.24)	424.20 (4.16)	426.24 (4.18)	423.18 (4.15)

Fuente: datos obtenidos en el laboratorio
Luna Cochachi A (2020)

gf: gramos de fuerza

La tabla 03 reportó los valores promedios de fuerzas de las cadenas elásticas después de inmersión en Volt según intervalo de tiempo. Todas las cadenas presentaron degradación de la fuerza a los 5 minutos comparadas con la fuerza inicial, siendo el grupo de la cadena 2 la que tuvo mayor degradación; mientras que se observó que los grupos 1 y 5 fueron los que exhibieron mayor degradación de

fuerza (456.83;459.89 vs 420.12;423.18 gf) respectivamente, comparadas con la fuerza inicial a los 30 minutos

Tabla 04. Valores promedios de fuerza de las cadenas elásticas después de inmersión en Monster Energy según intervalo de tiempo

	Bebida Monster Energy Fuerza después de 5 minutos gf (N)	Bebida Monster Energy Fuerza después de 10 minutos gf (N)	Bebida Monster Energy Fuerza después de 15 minutos gf (N)	Bebida Monster Energy Fuerza después de 30 minutos gf (N)
1	426.24 (4.18)	426.24 (4.15)	433.38 (4.25)	429.30 (4.21)
2	426.24 (4.18)	430.32 (4.22)	441.54 (4.33)	428.28 (4.20)
3	436.44 (4.28)	426.24 (4.18)	430.32 (4.22)	430.32 (4.22)
4	432.36 (4.24)	446.64 (4.38)	426.24 (4.18)	427.26 (4.19)
5	437.46 (4.29)	428.28 (4.20)	430.32 (4.22)	423.18 (4.15)

Fuente: datos obtenidos en el laboratorio Luna Cochachi A (2020) gf: gramos de fuerza

Se observó que todas las cadenas de elásticos sufrieron degradación de su fuerza a los 5 minutos comparadas con la fuerza inicial al sumergirse en la bebida energética Monster Energy. Hubo mayor aumento de fuerza en el grupo de las cadenas 4 a los 10 minutos (14 gf); sin embargo, mostro la mayor degradación de fuerza a los 15 minutos (20 gf).

Tabla 05. Valores promedios de fuerza de las cadenas elásticas después de inmersión en saliva artificial según intervalo de tiempo

	Saliva artificial Fuerza después de 5 minutos gf (N)	Saliva artificial Fuerza después de 10 minutos gf (N)	Saliva artificial Fuerza después de 15 minutos gf (N)	Saliva artificial Fuerza después de 30 minutos gf (N)
1	425.22 (4.17)	443.58 (4.35)	438.48 (4.30)	439.50 (4.31)
2	429.30 (4.21)	446.64 (4.38)	443.58 (4.35)	427.26 (4.19)
3	447.66 (4.39)	423.18 (4.15)	423.18 (4.15)	428.28 (4.20)
4	431.34 (4.23)	433.38 (4.25)	436.44 (4.28)	435.42 (4.27)
5	437.46 (4.29)	433.38 (4.25)	428.28 (4.20)	430.32 (4.22)

Fuente: datos obtenidos en el laboratorio Luna Cochachi A (2020) gf: gramos de fuerza

Las cadenas de elásticos al sumergirse en saliva artificial degradaron su fuerza a los 5 min al compararse con los valores de la fuerza inicial. Se observó que el grupo 3 es el que evidencia mayor degradación a los 10 minutos, mientras que el grupo 2 a los 30 minutos.

4.2. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

En este apartado se realizó la docimasia de las hipótesis planteadas para la ejecución de la presente investigación, considerando que la hipótesis principal correspondió a:

“El tipo de bebida energética y el tiempo de exposición afectan significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”

Debido a la complejidad de las variables de medición, esta se subdividió en hipótesis específicas.

4.2.1. Contrastación de Hipótesis Específicas

Para poder entender de manera precisa el evento de estudio, se debió analizar de manera separada sus hipótesis específicas, las cuales fueron:

1. *“El tipo de bebida energética afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”*
2. *“El tiempo de exposición afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”*
3. *“La interacción del tipo de bebida energética y el tiempo de exposición afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”*

4.2.1.1. Contrastación de Hipótesis Específica 1

La hipótesis específica 1 correspondió a:

“El tipo de bebida energética afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”

Debido a la complejidad de esta hipótesis, para realizar un mejor análisis de la misma, se la subdividió en las siguientes hipótesis secundarias.

1. *“La resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local difiere significativamente entre la exposición a saliva artificial y Red Bull en los momentos de evaluación.”*
2. *“La resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local difiere significativamente entre la exposición a saliva artificial y Volt en los momentos de evaluación”*
3. *“La resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local difiere significativamente entre la exposición a saliva artificial y Monster Energy en los momentos de evaluación.”*
4. *“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre todas las bebidas energéticas de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”*

4.2.1.1.1. Contrastación de Hipótesis Secundaria 1

La hipótesis secundaria 1 correspondió a:

“La resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local difiere significativamente entre la exposición a saliva artificial y Red Bull en los momentos de evaluación.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se debió realizar el procedimiento de significancia estadística, para lo cual se siguió una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La resistencia a la tracción entre la saliva artificial y la bebida energética red bull son iguales.*

H₁: *La resistencia a la tracción entre la saliva artificial y la bebida energética red bull son diferentes.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se consideró un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Estimación del p-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba **T de Student para muestras independiente con varianzas iguales**, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 06. Distribución de medias de la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de comercialización local según medio de inmersión (saliva artificial y Red Bull)

MEDIO DE INMERSIÓN	N	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			P-VALOR†
		DIFERENCIA			
		MEDIA ± DE	(%)	IC 95%	
Saliva Artificial	25	436.19 ±9.08	-1.43 (-0.33)	-0.10, 0.04	0.007
Red Bull	25	437.62 ±9.72			

Fuente: datos obtenidos de la investigación

Luna Cochachi A (2020)

†Prueba T de Student para Muestras Independientes con Varianzas Homogéneas.

Diferencia Estadísticamente No Significativa al 95% de Confianza. ($p > 0.05$)

DE: desviación estándar

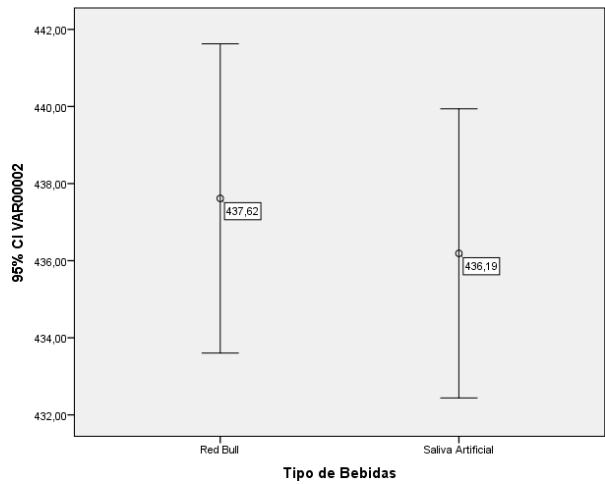


Figura 02.- Dispersión de medias de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local según el tipo de bebida (red bull) y saliva artificial.

IV.-Toma de Decisión

Al encontrarse un $p > 0.05$, se acepta la hipótesis nula, por lo que se ha establecido la independendencia de las variables; es decir, que el tipo de bebida no está asociada con la resistencia a la tracción.

4.2.1.1.2. Contrastación de Hipótesis Secundaria 2

La hipótesis secundaria 2 correspondió a:

“La resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local difiere significativamente entre la exposición a saliva artificial y Volt en los momentos de evaluación.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se debió realizar el procedimiento de significancia estadística, para lo cual se siguió una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La resistencia a la tracción entre la saliva artificial y el tipo de bebida energética Volt son iguales.*

H₁: *La resistencia a la tracción entre la saliva artificial y el tipo de bebida energética Volt son diferentes.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se consideró un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Estimación del p-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba **T de Student para muestras independiente con varianzas iguales**, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 07.- Distribución de medias de la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de comercialización local según medio de inmersión (saliva artificial y Volt)

TIPO DE BEBIDA	N	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN			P- VALOR†
		DIFERENCIA			
		MEDIA ± DE	(%)	IC 95%	
Saliva Artificial	25	436.19 ± 10.00	-3.51	-1.94; 8.96	0.202
Volt	25	432.68 ± 10.07	(-0.8)		

Fuente: datos obtenidos de la investigación

Luna Cochachi A (2020)

†Prueba T de Student para Muestras Independientes con Varianzas Homogéneas.

Diferencia Estadísticamente No Significativa al 95% de Confianza. (p:>0.05)

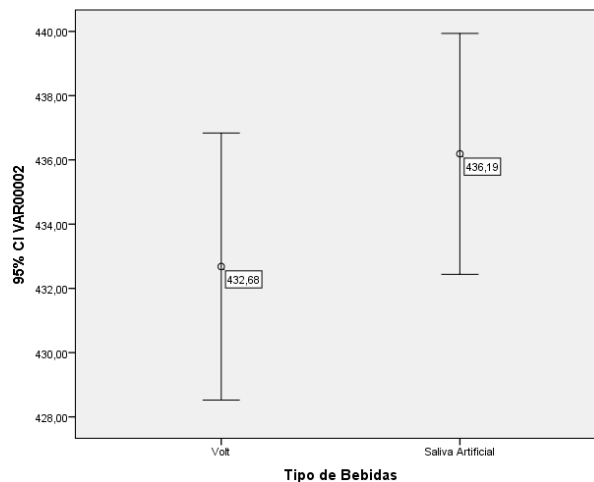


Figura 03.- Dispersión de medias de la resistencia a la tracción cadenas elásticas de comercialización local según el tipo de bebida (Volt) y saliva artificial.

IV.-Toma de Decisión

Al encontrarse un p-Valor mayor a 0.05, se pudo aceptar la hipótesis nula, por lo que declararemos que se ha establecido la independencia de las variables; es decir, que el tipo de bebida no está asociada con la resistencia a la tracción.

4.2.1.1.3. Contrastación de Hipótesis Secundaria 3

La hipótesis secundaria 3 correspondió a:

“La resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local difiere significativamente entre la exposición a saliva artificial y Monster Energy en los momentos de evaluación.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se realizó el procedimiento de significancia estadística, para lo cual se siguió una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La resistencia a la tracción entre el tipo bebida energética Monster Energy y saliva artificial son iguales.*

H₁: *La resistencia a la tracción entre el tipo bebida energética Monster Energy y saliva artificial son diferentes.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se consideró un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Estimación del P-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba **U de Mann-Whitney**, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 08.- Distribución de medianas de la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de comercialización local. según medio de inmersión (saliva artificial y Monster Energy)

MEDIO DE INMERSIÓN	N	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		
		DIFERENCIA		P-VALOR†
		MEDIANA (RIQ)	(%)	
Saliva Artificial	25	435.42 (14.79)	-5.10	0.220
Monster Energy	25	430.32 (9.69)	(-1.17)	

Fuente: datos obtenidos de la investigación

Luna Cochachi A (2020)

†Prueba U de Mann-Whitney.

*Diferencia Estadísticamente No Significativa al 95% de Confianza. (p: >0.05)

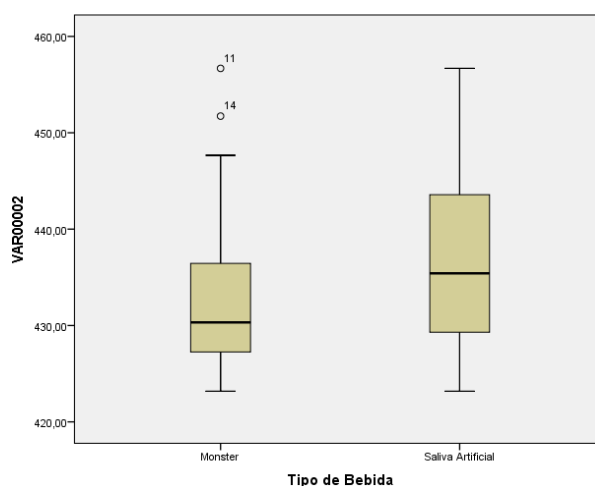


Figura 04.- Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local según el tipo de bebida (Monster Energy) y saliva artificial

IV.-Toma de Decisión

Al encontrarse un $p > 0.05$, se aceptó la hipótesis nula, por lo que se ha establecido la independencia de las variables; es decir, que el tipo de bebida no está asociada con la resistencia a la tracción.

4.2.1.1.4. Contratación de Hipótesis Secundaria 4

La hipótesis secundaria 4 correspondió a:

“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre todas las bebidas energéticas de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se realizó el procedimiento de significancia estadística, para lo cual siguió una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *Las medidas de la resistencia a la tracción son iguales entre todas las bebidas evaluadas.*

H₁: *Las medidas de la resistencia a la tracción son diferentes entre todas las bebidas evaluadas.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se consideró un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de $5\% = 0.05$.

III.- Estimación del p-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba **H de Kruskal-Wallis**, a fin de poner a prueba la hipótesis secundaria planteada.

TABLA 09.- Distribución de medianas de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local. según medio de inmersión

MEDIO DE INMERSIÓN	n	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		P-VALOR†
		Mediana (RIQ)		
Red Bull	25	436.44 (15.3)		0.122
Volt	25	430.32 (12.75)		
Monster Energy	25	430.32 (9.69)		
Saliva Artificial	25	435.42 (14.79)		

Fuente: datos obtenidos de la investigación

Luna Cochachi A (2020)

†Prueba H de Kruskal-Wallis.

*Diferencia Estadísticamente No Significativo al 95% de Confianza. (p:>0.05)

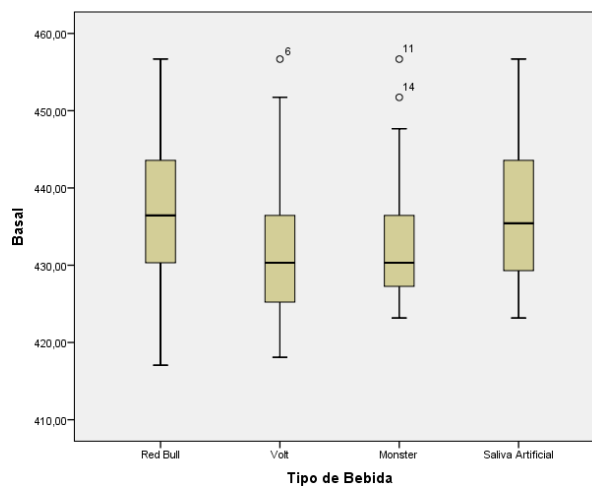


Figura 05. Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local según bebidas evaluadas y saliva artificial

IV.-Toma de Decisión

Al encontrarse un $p > 0.05$, se aceptó la hipótesis nula, por lo que se ha establecido la independencia de las variables; es decir, que la magnitud de la corrosión no está asociada el con el tipo de bebida de exposición.

4.2.1.1.5. Evaluación de la Validez de la Hipótesis Específica 1

Tal como ya se había mencionado previamente, la hipótesis específica 1: *“el tipo de bebida energética afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local”*, solo se podría considerar verdadera por inducción, al establecerse la veracidad de las hipótesis secundarias que la conforman, se pudo agrupar las hipótesis secundarias y sus resultados en la siguiente tabla:

TABLA 10.- Análisis de la aceptación de la hipótesis específica como respuesta inductiva a los resultados estadísticos de sus hipótesis secundarias.

HIPÓTESIS SECUNDARIAS	RESULTADO ESTADÍSTICO
<i>“La resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local difiere significativamente entre la exposición a saliva artificial y Red Bull en los momentos de evaluación”</i>	SE RECHAZA

<i>“La resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local difiere significativamente entre la exposición a saliva artificial y Volt en los momentos de evaluación.”</i>	SE RECHAZA
<i>“La resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local difiere significativamente entre la exposición a saliva artificial y Monster Energy en los momentos de evaluación.”</i>	SE RECHAZA
<i>“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre todas las bebidas energéticas de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”</i>	SE RECHAZA
HIPÓTESIS ESPECÍFICA 1	RESULTADO INDUCTIVO
<i>“El tipo de bebida energética afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”</i>	SE RECHAZA

4.2.1.2. Contrastación de Hipótesis Específica 2

La hipótesis específica 2 correspondió a:

“El tiempo de exposición afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”

Debido a la complejidad de esta hipótesis, para realizar un mejor análisis de la misma, se la subdividió en las siguientes hipótesis secundarias.

1. *“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación inicial y los 5 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”*
2. *“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación a los 5 y 10 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”*
3. *“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación a los 10 y 15 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”*
4. *“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación a los 15 y 30 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”*
5. *“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre todas las mediciones del tiempo de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”*

4.2.1.2.1. Contrastación de Hipótesis Secundaria 1

La hipótesis secundaria 1 correspondió a:

“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación inicial y los 5 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se realizó el procedimiento de significancia estadística, para lo cual siguió una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La media de la resistencia a la tracción antes de la exposición es igual a la media a los 5 minutos.*

H₁: *La media de la resistencia a la tracción antes de la exposición es diferente a la media a los 5 minutos.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se consideró un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Estimación del p-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba **Signos Rangos de Wilcoxon**, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 11.- Distribución de medianas de la resistencia a la tracción inicial y a los 5 minutos de exposición en la cadena elástica de comercialización local.

VARIABLE	MOMENTO DE EVALUACIÓN						P- VALOR†
	Antes de la Exposición		5 minutos de Exposición		DIFERENCIA		
	n	Mediana (RIQ)	n	Mediana (RIQ)	Mediana	Variación (%)	
Resistencia a la tracción	20	447.66 (15.29)	20	436.44 (14.28)	-11.22	-2.51	0.017*

Fuente: datos obtenidos de la investigación

Luna Cochachi A (2020)

†Prueba Signos Rangos de Wilcoxon.

*Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de confianza. ($P < 0.05$)

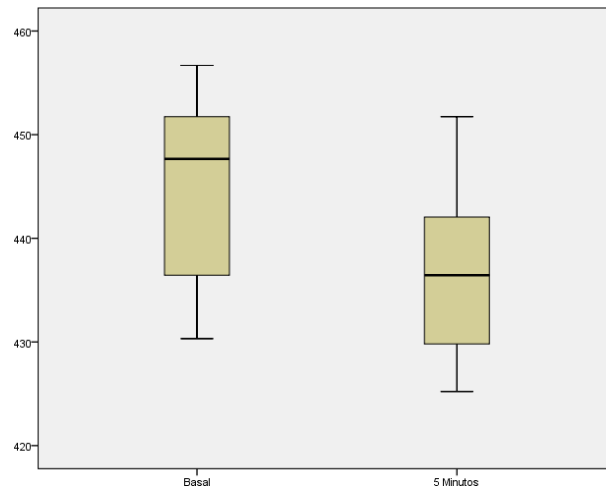


Figura 06.- Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local al nivel inicial y los 5 minutos de exposición.

IV.-Toma de Decisión

Al encontrarse un p-Valor < 0.05, se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la dependencia de las variables; es decir, que la resistencia a la tracción varía con el tiempo de exposición.

4.2.1.2.2. Contrastación de Hipótesis Secundaria 2

La hipótesis secundaria 2 correspondió a:

“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación 5 y los 10 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se realizó el procedimiento de significancia estadística, para lo cual se siguió una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La media de la resistencia a la tracción a los 5 minutos de exposición es igual a la media de 10 minutos de exposición.*

H₁: *La media de la resistencia a la tracción a los 5 minutos de exposición es diferente a la media de 10 minutos de exposición.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se decidió trabajar con un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Estimación del p-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba **T de Student para muestras relacionadas**, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 12.- Distribución de medias de la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de comercialización local a los 5 y 10 minutos de exposición.

VARIABLE	MOMENTO DE EVALUACIÓN							P-VALOR†
	5 minutos de exposición		10 minutos de exposición		DIFERENCIA			
	n	Media \pm DE	n	Media \pm DE	Media \pm DE	IC 95%	Variación (%)	
Resistencia a la tracción	20	436.24 \pm 8.24	20	434.81 \pm 7.85	-1.43 \pm 11.81	-6.95; 4.10	-0.33	0.595*

Fuente: datos obtenidos de la investigación

Luna Cochachi A (2020)

†Prueba T de Student Para Muestras Relacionadas.

*Diferencia Estadísticamente No Significativa al 95% de confianza. ($P > 0.05$)

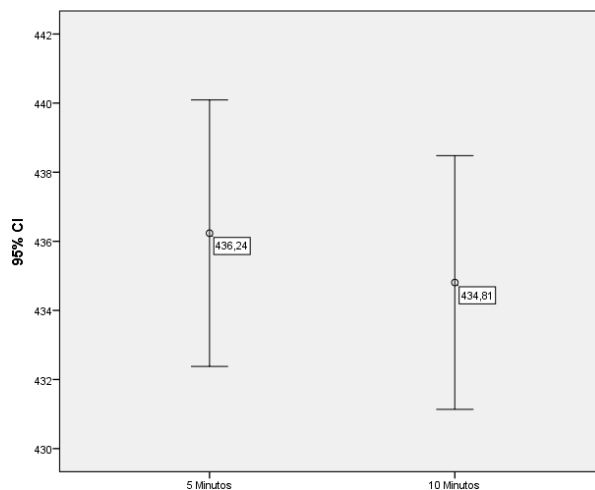


Figura 07.- Resistencia a la Tracción de las cadenas elásticas de comercialización local a los 5 y 10 minutos de exposición

IV.-Toma de Decisión

Al encontrarse un p-Valor > 0.05, se aceptó la hipótesis nula, por lo que se estableció la independencia de las variables; es decir, que la resistencia a la tracción no varía con el tiempo de exposición.

4.2.1.2.3. Contrastación de Hipótesis Secundaria 3

La hipótesis secundaria 3 correspondió a:

“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación 10 y los 15 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se realizó el procedimiento de significancia estadística, para lo cual se siguió una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La media de la resistencia a la tracción a los 10 minutos de exposición es igual a la media de 15 minutos de exposición.*

H₁: *La media de la resistencia a la tracción a los 10 minutos de exposición es diferente a la media de 15 minutos de exposición.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se consideró un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Estimación del p-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba **T de Student para muestras relacionadas**, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 13.- Distribución de medias de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local a los 10 y 15 minutos de exposición

VARIABLE	MOMENTO DE EVALUACIÓN							P-VALOR†
	10 minutos de exposición		15 minutos de exposición		DIFERENCIA			
	n	Media \pm DE	N	Media \pm DE	Media \pm DE	IC 95%	Variación (%)	
Resistencia a la tracción	20	434.81 \pm 7.85	20	432.16 \pm 6.99	-2.65 \pm 8.81	-6.78; 1.47	-0.61	0.194*

Fuente: datos obtenidos de la investigación

Luna Cochachi A (2020)

†Prueba T de Student Para Muestras Relacionadas.

*Diferencia Estadísticamente No Significativa al 95% de Confianza. ($P > 0.05$)

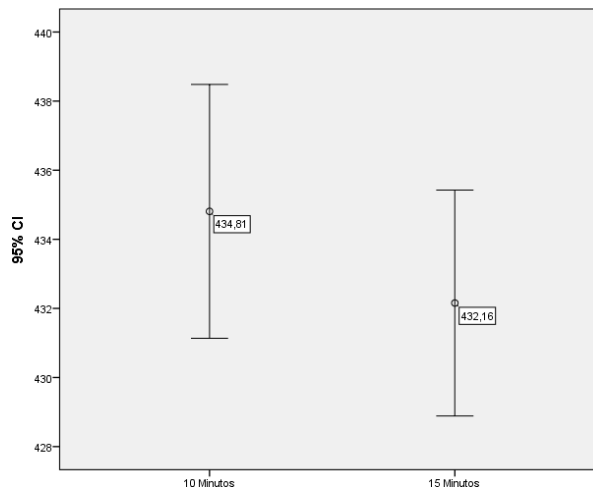


Figura 08.- Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local a los 10 y 15 minutos de exposición

IV.-Toma de Decisión

Al encontrarse un p-Valor mayor a 0.05, se aceptó la hipótesis nula, por lo que se estableció la independencia de las variables; es decir, que la resistencia a la tracción no varía con el tiempo de exposición.

4.2.1.2.4. Contrastación de Hipótesis Secundaria 4

La hipótesis secundaria 4 correspondió a:

“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación 15 y los 30 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se realizó el procedimiento de significancia estadística, para lo cual se siguió una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La media de la resistencia a la tracción a los 15 minutos de exposición es igual a la media de 30 minutos de exposición.*

H₁: *La media de la resistencia a la tracción a los 15 minutos de exposición es diferente a la media de 30 minutos de exposición.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se consideró un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Estimación del p-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba **T de Student para muestras relacionadas**, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 14.- Distribución de medias de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local a los 15 y 30 minutos de exposición.

VARIABLE	MOMENTO DE EVALUACIÓN							P-VALOR†
	15 minutos de exposición		30 minutos de exposición		DIFERENCIA			
	N	Media \pm DE	N	Media \pm DE	Media \pm DE	IC 95%	Variación (%)	
Resistencia a la tracción	20	432.16 \pm 6.99	20	427.36 \pm 4.83	-4.79 \pm 6.98	-8.06; -1.53	-1.11	0.006*

Fuente: datos obtenidos de la investigación

Luna Cochachi A (2020)

†Prueba T de Student Para Muestras Relacionadas.

*Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. (P<0.05)

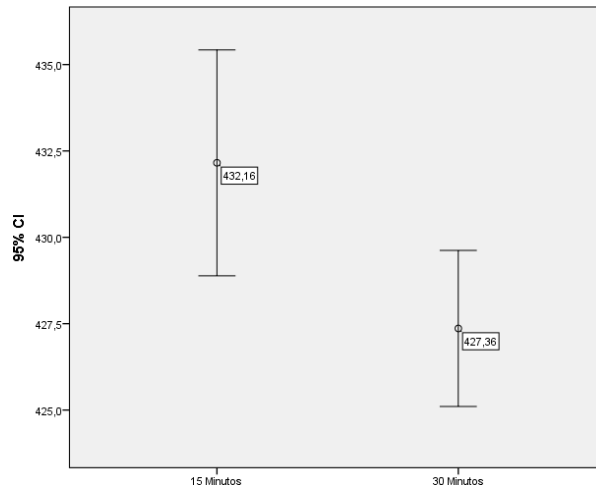


Figura 09.- Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local a los 15 y 30 minutos de exposición

IV.-Toma de Decisión

Al encontrarse un p-Valor < 0.05, se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la dependencia de las variables; es decir, que la resistencia a la tracción varía con el tiempo de exposición.

4.2.1.2.5. Contrastación de Hipótesis Secundaria 5

La hipótesis secundaria 5 correspondió a:

“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre todas las mediciones del tiempo de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se realizó el procedimiento de significancia estadística, para lo cual se siguió una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *La resistencia a la tracción es igual en todos los momentos de evaluación.*

H₁: *La Resistencia a la tracción es diferente en todos los momentos de evaluación.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se consideró un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Estimación del p-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba **Signos Rangos de Friedman**, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 15.- Distribución de medianas de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas según tiempo de exposición.

TIEMPO DE EXPOSICIÓN	n	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN		P-VALOR†
		Mediana (RIQ)		
Basal	20	447.66 (15.29)		
5 minutos	20	436.44 (14.28)		
10 minutos	20	433.89 (16.58)		<0.001*
15 minutos	20	430.83 (11.22)		
30 minutos	20	427.26 (4.34)		

Fuente: datos obtenidos de la investigación

Luna Cochachi A (2020)

† Prueba Signos Rangos de Friedman.

*Diferencia Estadísticamente Significativo al 95% de Confianza. (P<0.05)

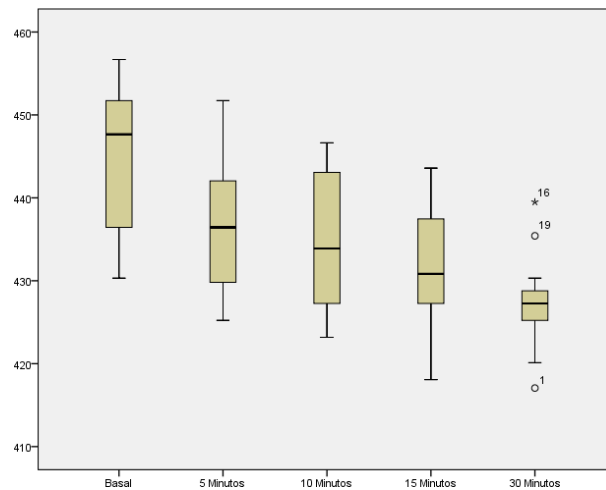


Figura 10. Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local. según tiempo de exposición

IV.-Toma de Decisión

Al encontrarse un p-Valor < 0.05, se rechazó la hipótesis nula, por lo que se estableció la dependencia de las variables; es decir, que la resistencia a la tracción varía con la exposición.

4.2.1.2.6. Evaluación de la Validez de la Hipótesis Específica 2

Tal como ya se había mencionado previamente, la hipótesis específica 2:

“El tiempo de exposición afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local”, solo se podría considerar verdadera por inducción, al establecerse la veracidad de las hipótesis secundarias que la conforman, así se pueden agrupar las hipótesis secundarias y sus resultados en la siguiente tabla:

TABLA 16.- Análisis de la aceptación de la hipótesis específica como respuesta inductiva a los resultados estadísticos de sus hipótesis secundarias.

HIPÓTESIS SECUNDARIAS	RESULTADO ESTADÍSTICO
<i>“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación inicial y los 5 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”</i>	SE ACEPTA
<i>“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación 5 y los 10 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”</i>	SE RECHAZA
<i>“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación 10 y los 15 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”</i>	SE RECHAZA
<i>“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre la evaluación 15 y los 30 minutos de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local.”</i>	SE ACEPTA
<i>“La resistencia a la tracción difiere significativamente entre todas las mediciones del tiempo de exposición en las cadenas elásticas de comercialización local”</i>	SE ACEPTA
HIPÓTESIS ESPECÍFICA 2	RESULTADO INDUCTIVO

<p><i>“El tiempo de exposición afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”</i></p>	<p>SE RECHAZA</p>
---	-------------------

4.2.1.3. Contratación de Hipótesis Específica 3

La hipótesis específica 3 correspondió a:

“La interacción del tipo de bebida energética y el tiempo de exposición afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”

A fin de poder realizar la docimasia de esta hipótesis, se realizó el procedimiento de significancia estadística, para lo cual se siguió una secuencia ordenada de pasos:

I.- Formulación de Hipótesis Estadística

H₀: *El modelo de interacción no explica las diferencias en las medidas en la resistencia a la tracción.*

H₁: *El modelo de interacción si explica las diferencias en las medidas en la resistencia a la tracción.*

II.- Establecer el Nivel de Significancia

Para la presente investigación se consideró un nivel de confianza del 95%, correspondiente a un nivel de significancia (α) de 5% = 0.05.

III.- Determinación del Estadígrafo a Emplear

Al tratarse de una variable independiente cualitativa y una variable dependiente cuantitativa que se desarrollaron en un diseño experimental, la cual actuó como una variable independiente cualitativa se planteó seguir la vía de los análisis multivariados; por estos motivos, se estableció la necesidad de emplear el análisis de Varianza (ANOVA) de medidas repetidas de dos factores.

IV.- Estimación del P-Valor

Se llevó a cabo la ejecución de la prueba análisis de varianza (ANOVA) de medidas repetidas de dos factores, a fin de poner a prueba la hipótesis específica planteada.

TABLA 17. Análisis de Varianza (ANOVA) de medidas repetidas de dos factores de la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.

FACTORES	Grados de Libertad	F	P-VALOR†
Tipo de Bebida	3	2.08	0.144*
Tiempo	4	13.63	<0.001**
Interacción	12	0.86	0.589*

Fuente: datos obtenidos de la investigación

Luna Cochachi A (2020)

†Análisis de la Significancia de cada Factor.

*Diferencia Estadísticamente No Significativa al 95% de Confianza. ($p>0.05$)

**Diferencia Estadísticamente Significativa al 95% de Confianza. ($p<0.05$)

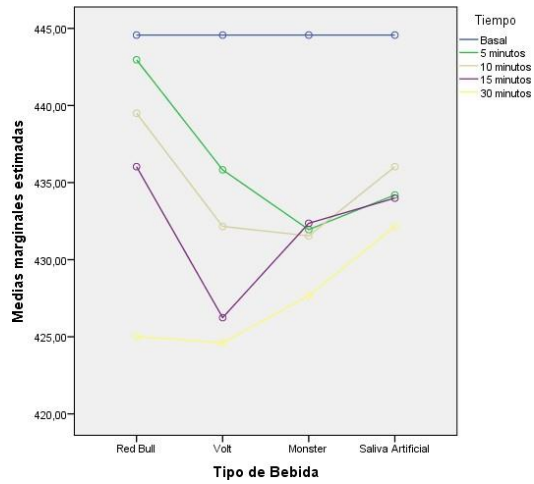


Figura 11. Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local entre la interacción del tiempo de exposición con tipo de bebidas energéticas y saliva artificial.

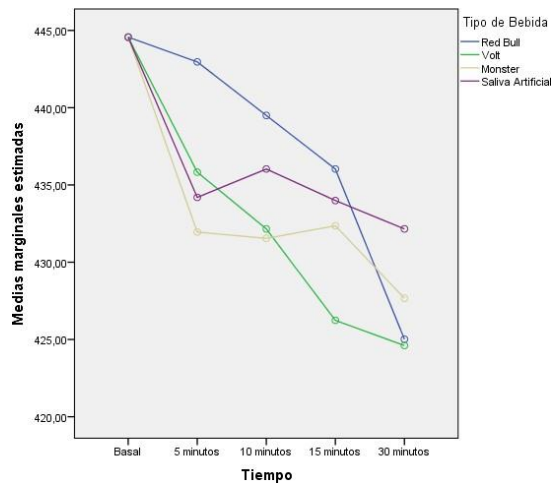


Figura 12. Resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local entre tipo de bebida energizante y tiempo de exposición.

V.-Toma de Decisión

Al encontrarse un p-Valor < 0.05 solo con el tiempo de la exposición, no se aceptó la hipótesis nula, por lo que se estableció la dependencia de las variables; es decir, que la resistencia a la tracción estuvo asociada con esta variable, pero, no con el tipo de bebida energética. Se asume que este modelo de interacción no es efectivo en el análisis de la resistencia a la tracción.

4.2.2. Evaluación de la Validez de la Hipótesis General

De la misma manera que con las hipótesis específicas, la hipótesis general: *“El tipo de bebida energética y el tiempo de exposición afectan significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”*, solo se podría considerar verdadera por inducción, al establecerse la veracidad de las hipótesis específicas que la conforman, por lo que se pueden agrupar las hipótesis específicas y sus resultados en la siguiente tabla:

Tabla 18.- Análisis de la aceptación de la hipótesis general como respuesta Inductiva a los resultados estadísticos de sus hipótesis específicas.

HIPÓTESIS ESPECÍFICAS	RESULTADO ESTADÍSTICO
<i>“El tipo de bebida energética afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”</i>	SE RECHAZA

<i>“el tiempo de exposición afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”</i>	SE RECHAZA
<i>“la interacción del tipo de bebida energética y el tiempo de exposición afecta significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”</i>	SE RECHAZA
HIPÓTESIS GENERAL	RESULTADO INDUCTIVO
<i>“El tipo de bebida energética y el tiempo de exposición afectan significativamente en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas de comercialización local.”</i>	SE RECHAZA

4.3. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Las cadenas elásticas o elastómeros, elementos suplementarios de los tratamientos ortodónticos, además de sus propiedades como la flexibilidad y la elasticidad, reducen el riesgo de traumatismo intraoral, no requieren la cooperación de los pacientes y son económicas, poseen ciertas desventajas, las cuales incluyen una disminución de la fuerza que se observa con el tiempo, dificultades en la higiene bucal, aumento de la retención de la placa dental en comparación con los elementos metálicos, siendo que la pérdida de la fuerza inicial generada constituye el mayor problema clínico, debido que poseen

fuerzas inestables, se alteran por diversos factores, tales como, el medio oral y el medio ambiente. ⁽³³⁾

En el presente estudio se evaluó de forma *in vitro* el efecto de las bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas. Las bebidas elegidas fueron las de mayor consumo en el Perú: Volt, Red Bull y Monster. ⁽⁶⁹⁾

Se observa que la mayor degradación de la fuerza tensional residual *in vitro* de las cadenas elastoméricas de ortodoncia de la marca MORELLI® al ser expuestas ante todas las bebidas energéticas y la saliva artificial (grupo control), fue en el período de inicio (T0 a T1: a los 5 min), siendo que con la exposición a la bebida Monster se mostró el mayor promedio de disminución de fuerza (431.4/ 26.2 gf), seguida de la saliva artificial (433.8/23.8 gf), Volt (435.4/22.2 gf) y Red Bull (442.4/ 15.2 gf) respectivamente (Tablas 2,3,4 y 5). Para este estudio se usó la saliva artificial y no natural, porque su composición varía en cada individuo dependiendo de diferentes situaciones y horas del día. Las cadenas al estar en contacto con la saliva artificial, se esperaría una mayor absorción de humedad, produciendo destrucción molecular y deformación permanente del material; ⁽⁷⁰⁾, además, que es el único medio que afecta significativamente todos los elastómeros con alto o bajo módulo de elasticidad. ⁽⁷¹⁾

En los siguientes intervalos de tiempo (10 y 15 min), al estar en contacto con todas las bebidas energéticas, la degradación de fuerza de los elásticos fue muy poca y casi similar entre ellas; sin embargo, a los 30 min (T3 a T4), se

observó que con la bebida Red Bull la fuerza disminuyó en 10.8 gf, luego, Monster (4,8 gf), seguido de la, saliva artificial (3.4 gf) y Volt (2.2 gf); estas tres últimas bebidas tuvieron el mismo comportamiento presentando un ligero aumento de fuerzas.

El efecto del consumo de las bebidas energéticas en odontología ha sido ampliamente investigado, siendo la Red Bull una de las más estudiadas por su alto consumo a nivel mundial, a la vez considerada un factor etiológico causante de la erosión dental debido a su pH ácido (3.26-3.30), como lo menciona Fresno et al, ⁽⁷²⁾ aunque en este estudio el pH no fue objeto de estudio.

Al sumar todos los valores promedios obtenidos a los 30 min (T4), comparado con el promedio de la fuerza inicial (457.6 gf).se mostró que el grupo Volt mostró la mayor degradación de la fuerza (424.4 gf), seguido de Red Bull (424.8 gf), Monster (427.4 gf) y saliva artificial (431.8 gf).

Santos et al (2018) ⁽³²⁾, compararon la degradación de la fuerza de elásticos ortodónticos intermaxilares de látex y sintéticos, marca Morelli, sumergidos en saliva artificial, concluyendo que en las primeras 24 horas ocurrió la mayor disminución de fuerza y después de 48 horas, esta pérdida de fuerza no fue significativa.

La fuerza inicial de los elastómeros de este estudio fue mayor a la reportada por Lengua Calero (2017) ⁽⁵⁵⁾ que resultó ser 408.72 gf. En esta investigación, las cadenas usadas fueron marca Morelli®, mientras que Lengua Calero usó

la marca GAC International®. La marca Morelli® fue seleccionada en base al estudio de Lopes et al, al evidenciar que estas tuvieron el mejor comportamiento clínico, cuando fueron sometidas al contacto con glurataldehído en periodos de 30 minutos por 21 días, para medir la degradación de fuerzas ⁽¹⁰⁾; además, estos elásticos Morelli® poseen un patrón bajo de degradación elástica, cuando comparados con las marcas American Orthodontics® y TP® ⁽²⁹⁾. Por otro lado, la cantidad de pre estiramiento que se realizó en este estudio fue 20 mm de su longitud original, es decir, se duplicó su diámetro inicial como lo sugieren algunos estudios. ⁽⁷¹⁾

Las cadenas elastoméricas al ser estiradas más del 50 % de su longitud, comienzan a perder fuerza de una manera más rápida y la deformación se vuelve permanente tan pronto se supera este estiramiento, esto es debido a que en este nivel se rompen los enlaces intermoleculares y se pierde la capacidad que el polímero pueda retornar su forma inicial. ⁽⁶⁵⁾

Así mismo, Andrade et al (2014) ⁽⁷¹⁾ en su estudio *in vitro* evaluó la tracción de tres marcas comerciales de cadenas elásticas (Morelli®, Tp Orthodontic® y Ormco®) las cuales fueron sometidas a un medio seco y húmedo con saliva artificial durante 28 días, concluyendo que las marca Ormco® y Tp Orthodontic® fueron las que sufrieron mayor degradación en la fuerza, mientras que la marca Morelli® fue la que tuvo menor deformación elástica.

Shailaja et al ⁽³¹⁾ en su estudio reportó que la disminución de la fuerza fue significativamente diferente entre los elásticos látex y no látex sobre el período de tiempo de 24 horas, independientemente del pH de la saliva artificial; es

decir, los diversos niveles de pH no tuvieron influencia significativa en la degradación de la fuerza en comparación con el intervalo de tiempo.

Por otra parte, al comparar los resultados de resistencia a la tracción entre la exposición de las cadenas ante la saliva artificial y cada una de las bebidas usadas, mediante las pruebas estadísticas T-student, y Mann-Whitney, estos indicaron que las interacciones de las cadenas elásticas con las bebidas energéticas no produjeron alteración en la resistencia a la tracción, lo que significa que no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$), es decir, la resistencia a la tracción de las cadenas elastoméricas fue similar con todas las bebidas sin ser afectada (Tablas 6,7 y 8).

Con la prueba de Kruskal-Wallis se mostró que entre todas las bebidas y la saliva artificial no hubo diferencia significativa ($p > 0.05$) en cuanto a la resistencia a la tracción, lo que se acepta la independencia de las variables (Tabla 9).

En cuanto al intervalo de tiempo de exposición, se mostró diferencia significativa ($p: 0.017$) entre la resistencia a la tracción del tiempo inicial y a los 5 min, a través de la prueba de signos rangos de Wilcoxon, estableciéndose la dependencia de las variables, por lo que significa que la resistencia a la tracción varió con el tiempo de exposición (Tabla 11); así mismo, la resistencia a la tracción varió entre los 15 y 30 min ($p: 0.006$) (Tabla 14).

En este estudio el mayor porcentaje de disminución de la resistencia a la tracción en todos los grupos, después de los 30 min (tiempo final del experimento *in vitro*) se observó en orden decreciente en el grupo de Volt (28.5 %), luego, el grupo de Red Bull (28.1 %), con la bebida Monster Energy (25,9 %) y con la saliva artificial fue 17.5 % (Figura 12).

Estos valores de pérdida de resistencia a la tracción fueron menores a los reportados al estudio de Achachao, ⁽⁴⁶⁾ en el cual se utilizaron cadenas elásticas American Orthodontic ® y fueron sumergidas en bebidas carbonatadas: Coca Cola® (42.51 %), Inka Kola® (47.39 %), Kola Real® (42.84%) y agua destilada (35.46 %) durante 28 días; estas diferencias pudieran ser inferidas a que las bebidas carbonatadas producen mayor pérdida de resistencia a la tracción por el contenido de ácidos cítrico y fosfórico y debido a su valor de pH, el cual osciló entre 2.67. 3.38 y 2.69 para Coca Cola, Inka Kola y Kola Real, respectivamente.

La prueba Análisis de Varianza (ANOVA) de medidas repetidas mostró que existen diferencias significativas al comparar los valores promedios de las fuerzas de las cadenas elastoméricas en cuanto al factor tiempo de exposición; sin embargo, no hubo diferencias según el tipo de bebidas y la interacción entre estas variables (Tabla 17).

Las características de decaimiento de la fuerza y patrones de relajación de fuerza de los materiales elastoméricos están influenciados por diversos factores, como las técnicas de fabricación, condiciones ambientales y

composición química, así como la morfología y dimensiones de las cadenas. Es bien conocido que la temperatura y la humedad aumenten la pérdida de fuerza. A medida que aumenta la temperatura, la relajación del estrés se vuelve más pronunciado. Esto puede atribuirse a un movimiento que ocurre hacia el extremo fluido viscoso del extremo viscoelástico. ⁽⁷³⁾

En este estudio, todas las muestras se sumergieron tanto en las bebidas energéticas como en la saliva artificial a temperatura ambiente (27 °C); sin embargo, la degradación de las fuerzas no fue más acentuada, tal vez porque el tiempo de exposición (intervalos de tiempo) fue corto hasta los 30 min. Esto pudiera ser la diferencia al compararse con otros estudios experimentales in vitro donde la mayoría de los estudios comprenden periodos más largos de 28 días, lo que podría ser una limitación del estudio.

Aunado a esto, otra limitación sería el hecho que las cadenas elásticas no estuvieron a la temperatura oral de 37 °C, lo que podría haber cambiado los resultados; sin embargo, la variación se redujo ya que en todos los grupos se realizó la evaluación de igual forma. Una de las limitaciones de los estudios in vitro es que las fluctuaciones en la temperatura intraoral en el consumo de diferentes alimentos y bebidas son imposibles de estimular; no obstante, el comportamiento exacto de las cadenas elastoméricas al cambio de temperatura es complejo debido a los diferentes procesos, como la inversión termoelástica. ⁽⁷³⁾.

Una fortaleza del presente estudio fue realizar las mediciones con la máquina digital de ensayos universales CMT-5L, por lo tanto, las muestras estuvieron estiradas durante el momento de prueba, para evitar la recuperación del elástico y de esta manera, obtener con precisión los datos, por ende, menor error en las mediciones garantizando los resultados. Además, se trató de adaptar el ambiente a las condiciones orales con la saliva artificial. Finalmente, todo el trabajo de investigación se realizó bajo los protocolos estandarizados.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El valor promedio de fuerza inicial de las cadenas elásticas Morelli® fue 457.6 gf.
- La mayor degradación de la resistencia a la tracción de todas las cadenas elastoméricas inmersas en todas las bebidas energizantes y la saliva artificial se observó a los 5 min (T1).
- Al comparar el valor promedio de la resistencia a la tracción de la saliva artificial con cada una de las bebidas energéticas, se mostró que no hubo diferencia significativa ($p:>0.05$), por lo que se estableció la independencia de las variables; es decir, el tipo de bebida no está asociada con la resistencia a la tracción.
- Solo hubo diferencia significativa ($p:<0.017$) entre el tiempo inicial (T0) vs 5 minutos (T1) en la resistencia a la tracción; así mismo, entre los 15 min (T3) vs 30 min (T4) ($p:<0.006$), es decir, la resistencia a la tracción de las cadenas elastoméricas varió en estos tiempos de exposición.
- Según la prueba ANOVA, ni el tipo de bebida energética ni la interacción mostraron diferencia significativa ($p:>0.05$), solo el tiempo de exposición ($p:<0.001$).

- Se obtuvo degradación de la resistencia a la tracción hasta los 30 min (T4), en todos los grupos, siendo mayor las del grupo de la bebida energética Red Bull.
- Con la bebida energética Volt se presentó la mayor degradación de la fuerza inicial (424.4 gf/28,5 %), seguida del grupo de Red Bull (424.8 gf/28.1 %), Monster Energy (427.4 gf/ 25,9 %) y la saliva artificial (431.8 gf/17.5 %).
- A pesar que hubo degradación en la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas con el tiempo de exposición, los resultados de la muestra no evidenciaron interacción entre la resistencia a la tracción de las cadenas elásticas y el tipo de bebidas energéticas.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios utilizando un tamaño más amplio de muestra con otras marcas comerciales disponibles en el mercado odontológico y con un mayor periodo de exposición.
- Se recomienda evaluar cadenas de diferentes colores para observar si producen cambios en la pérdida de la resistencia a la tracción.
- Se recomienda evaluar la resistencia a la tracción de los elastómeros sometidos a otros medios de inmersión, tales como, bebidas alcohólicas, gaseosas, colutorios con periodo de exposición más prolongados.
- Se recomienda realizar otros estudios tomando en cuenta condiciones de la cavidad bucal como pH, temperatura, si estas influyen sobre la resistencia a la tracción de las cadenas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Motta AFJ, Cury-Saramago AA, Nojima LI. Avaliação in vitro da força liberada por elásticos em cadeia [internet] 2011[citado 15 de diciembre de 2019];16(6):[cerca de 8 p.]. Disponible en: URL:
<https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S2176-9452011000600007&script>
2. López Ronquillo N. Estudio in vitro de la pérdida de fuerza de elásticos de ortodoncia con látex y libres de látex [tesis de maestría de ortodoncia y ortopedia facial]. España: Universidad de Oviedo; 2015.
3. Notaroberto DFC, Martins e Martins M, Goldner MTA, Mendes AM, Quintão CCA. Force decay evaluation of latex and non-latex orthodontic intraoral elastics: in vivo study [internet] 2018 [citado 16 dic de 2019]; 23 (6): [cerca de 5 p.]. Disponible en: URL:
<https://www.scielo.br/pdf/dpjo/v236/2176-9451-dpjo-23-06-00042.pdf>
4. Nakhael S, Habib Agahi R, Aminian A, Rezaeizadeh M. Discoloration and force degradation of orthodontic elastomeric ligatures [internet] 2017 [citado 18 de diciembre de 2019]; 22(2):[cerca de 9 p.].Disponible en: URL:
<http://www.scielo.br/pdf/dpjo/v22n2/2176-9451-dpjo-22-02-00045.pdf>
5. Leão Filho JC, Gallo DB, Santana RM, Guariza-Filho O, Camargo ES, Tanaka O, Influence of different beverages on the force degradation of intermaxillary elastics: an in vitro study [internet] 2013 [citado 21 de diciembre de 2019]; (2):[cerca de 4 p.] Disponible en: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3881875/pdf/jaos-21-02-0145.pdf>
6. Guimarães GS, Morais LS, Souza MMG, Elias CN. Superficial morphology

- and mechanical properties and of in vivo aged orthodontic ligatures [internet] 2013 [citado 22 de diciembre de 2019]; 18(3):[cerca de 5 p.]. Disponible en:URL: <https://doi.org/10.1590/S2176-94512013000300017>
7. Sánchez Herrera ML, Katagiri Katagiri M, Álvarez Gayoso C. Estudio in vitro del deterioro de las propiedades elásticas de las cadenas elastoméricas [internet] 2006 [citado 24 de diciembre de 2019]; 10(2):[cerca de 3 p.]. Disponible en: URL: https://www.medigraphic.com/pdfs/odon_/uo2006/uo062e.pdf
8. Gangurde PV, Hazarey PV, Vadgaonkar VD. A study of force extension and force degradation of orthodontic latex elastics. An in vitro study [internet] 2013 [citado 24 de diciembre de 2019]; 3(6):[cerca de 5 p.].Disponible en: URL: https://www.researchgate.net/publication/307783355_A_study_of_force_extension_and_force_degradation_of_orthodontic_latex_elastics_An_in_vitro_study
9. Barragán Ordóñez A, Cazar Almache M, Carrión Sarmiento MV, González Yaguana JJ. Estudio comparativo del grado de deformación de elásticos intermaxilares 3/16 fuerza mediana de varias marcas comerciales "in vitro" [internet] 2018 [citado 24 de diciembre de 2019]. Disponible en: URL: <https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2018/art-27/>
10. Lopes da Silva D, Kochenborger C, Menezes Marchioro. Force degradation in orthodontic elastic chains [internet] 2009 [citado 26 de diciembre de 2019]; 24 (3):[cerca 4 p,]. Disponible en: URL: https://www.researchgate.net/publication/277116106_Force_degradation_in_orthodontic_elastic_chains.

11. Yagura D, Baggio PE, Carreiro LS, Takahashi R. Deformation of elastomeric chains related to the amount and time of stretching [Internet] 2013 [citado 29 de diciembre de 2019];18(3):[cerca 6 p.]. Disponible en:URL: <http://www.scielo.br/pdf/dpjo/v18n3/22.pdf>.
12. Morales-Pulachet EC, Lavado-Torres A, Quea-Cahuana E. Degradación de fuerzas en cadenas elastoméricas de dos marcas diferentes. Estudio in vitro [internet] 2014 [citado 3 de enero de 2020]; 11(2):[cerca 4 p.]. Disponible en: URL: https://www.usmp.edu.pe/odonto/servicio/2014/kiru_v11/FINAL-Kiru-11-2-v-p8-12.pdf.
13. Torres Reyes P, Villarreal Sandoval N, Ortiz Díaz J, Méndez González L, Aguilar González M, Cavazos López E. Evaluación del desgaste superficial de las cadenas elastoméricas de ortodoncia [internet] 2017 [citado 8 de enero de 2020]; 10(20):[cerca 3 p.]. Disponible en: URL: <http://168.197.71.227/index.php/joc/article/view/356>
14. Wang T, Zhou G, Tan X, Dong Y. Evaluation of force degradation characteristics of orthodontic latex elastics in vitro and in vivo [internet] 2007 [citado 10 de enero de 2020]; 77(4):[cerca 5 p.].Disponible en: URL: <https://www.angle.org/doi/pdf/10.2319/022306-76>
15. Martins MM, Lima TA, Soares CMO. Influência do pré-estiramento nas forças geradas por elásticos ortodônticos em cadeia [internet] 2008 [citado 12 enero de 2020]; 11 (3):[cerca 8 p.]. Disponible en: URL: <https://bds.ict.unesp.br/index.php/cob/article/view/505/424>

16. [Halimi A](#), [Benyahia H](#), [Doukkali A](#), [Azeroual MF](#), [Zaoui F](#). A systematic review of force decay in orthodontic elastomeric power chains [Internet] 2012 [citado 15 enero de 2020]; 10(3)[cerca 7 p.]. Disponible en: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/22906378>
17. Ortega Cornejo S. Estudio in vitro comparativo de la pérdida de fuerza de cadenas elásticas cerradas de cinco marcas comerciales sometidas a fuerza de tracción que se encuentran inmersas en un medio salival artificial [tesis de especialista en ortodoncia]. Ecuador: Universidad San Francisco de Quito; 2015.
18. Singh V, Pokharel P, Pariekh K, Roy D, Singla A, Biswas K. Elastics in orthodontics: a review [internet] 2012 [citado 18 enero.2020]; 10(1):[cerca 7 p.]. Disponible en: URL: <https://www.nepjol.info/index.php/HREN/article/view/6008>.
19. Losito KAB, Lucato AS, Tubel CAM, Correa CA, dos Santos JC. Force decay in orthodontic elastomeric chains after immersion in disinfection solutions [Internet] 2014 [citado 20 enero 2020]; 13(4):[cerca 3 p.]. Disponible en: URL: <http://www.scielo.br/pdf/bjos/v13n4/1677-3225-bjos-13-04-00266.pdf>
20. Farfán RML, Mattos-Vela M A, Soldevilla GLC. Degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y no látex [internet] 2017 [citado 22 enero 2020]; 11(3):[cerca 5 p.] Disponible en: URL: <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijodontos/v11n3/0718-381X-ijodontos-11-03-00363.pdf>
21. Vieira CIV, de Oliveira CV, Ribeiro AA, Rabelo Caldas SG, Parsekian Martins L, Gandini Jr. LG, dos Santos-Pinto A. In vitro comparison of the

force degradation of orthodontic intraoral elastics from different compositions [internet] 2013[citado 26 de enero de 2020]; 10(1):[cerca 8 p.]. Disponible en: URL:

<http://revodonto.bvsalud.org/pdf/rsbo/v10n1/a08v10n1.pdf>

22. Weissheimer A, Locks A, Menezes LM, Borgatto AF, Derech CA. In vitro evaluation of force degradation of elastomeric chains used in orthodontics [internet] 2013 [citado 29 de enero de 2020]; 18(1):[cerca 7 p.]. Disponible en: URL: <http://www.scielo.br/pdf/dpjo/v18n1/14.pdf>.
23. Alavi S, Rahnama Tabatabaie A, Hajizadeh F, Haerian Ardekani A. An in vitro comparison of force loss of orthodontic non-latex elastics [internet] 2014 [citado 1 de marzo de 2020]; 11(1):[cerca 6 p.]. Disponible en: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4037257/pdf/jod-1110.pdf>
24. Dos [Santos RL](#), [Pithon M M](#), [Martins F O](#), [Romanos MTV](#). **In vitro cytotoxicity of latex orthodontic elastics** [internet] 2010 [citado 3 de marzo de 2020]; 4 (1):[cerca 4 p.]. Disponible en: URL: <https://scielo.conycit.cl/pdf/ijodontos/v4n1/art13.pdf>.
25. Cara Araujo FB, Silva Ursi WJ. Estudo da degradação da força gerada por elásticos ortodônticos sintéticos [internet] 2006 [citado 10 de marzo de 2020]; 11 (6):[cerca 9 p.]. Disponible en: URL: <http://www.scielo.br/pdf/dpress/v11n6/a08v11n6>
26. Henriques JFC, Hayasaki SM, Henriques RP. Elásticos ortodônticos: como selecioná-los e utilizá-los de maneira eficaz [internet] 2003 [citado 15 de marzo de 2020]; 8(48)[cerca 4 p.]. Disponible en: URL: <https://www.dtscience.com/wpcontent/uploads/2015/10/EI%C3%A1sticos>

[-Ortod%C3%B4nticos-como-seleccion%C3%A1los-e-Utiliz%C3%A1los-de-Maneira-Eficaz.pdf.](#)

27. Farfán Rodríguez ML. Degradación de la fuerza de los elásticos intermaxilares de látex y no látex [tesis de bachiller de cirujano dentista]. Lima (PER): Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.
28. Ferat Mesa JR, Ruiz Pérez H. Elásticos intermaxilares [internet] 2002 [citado 18 de marzo de 2020]; 3 (11): [cerca 2 p.]. Disponible en: URL: <http://www.cmd.buap.mx/oral/10%20Año%2003%20%Numero2011/01%20Elásticos%20intermaxilares.pdf>.
29. [Pithon](#) MM, [Mendes](#) JL, [Silva](#) CA, [Lacerda Dos Santos](#) R, [Silva Coqueiro](#) R. Force decay of latex and non-latex intermaxillary elastics: a clinical study [internet] 2016 [citado 20 de marzo de 2020]; 38 (1):[cerca 4 p.]. Disponible en: URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25740601-force-decay-of-latex-and-non-latex-intermaxillary-elastics-a-clinical-study/>
30. Fernández Palomino MT. Degradación de la magnitud de la fuerza de los elásticos de látex según el tiempo de uso empleado en Ortodoncia. Estudio in vitro [tesis de bachiller de cirujano dentista]. Lima (PER): Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.
31. Shailaja AM, Santosh R, Vedhavathi HK, Keerthi NV, Shashank P Kumar. Assessment of the force decay and the influence of pH levels on three different brands of latex and non-latex orthodontic elastics: an in vitro study [internet] 2016 [citado 22 de marzo de 2020]; (2):[cerca 6 p.]. Disponible en: URL: <http://www.oraljournal.com/pdf/2016/vol2issue2/PartA/1-5-16.pdf>.

32. Santos JLS, Ferreira Conti ACC, de Almeida-Pedrin RR, de Mendonça DL, Valarelli DP. Comparação da degradação da força de elásticos ortodônticos intermaxilares de látex e sintéticos quando submetidos à distensão em saliva artificial [internet] 2018 [citado 26 de enero de 2020]; 37 (1):[cerca 9 p.]. Disponible en: URL: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/biblio-1050140>.
33. 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 [Internet] 2017 [citado 29 de marzo de 2020]; 26(3):[cerca 5 p.]. Disponible en: URL: <http://www.advances.umed.wroc.pl/pdf/2017/26/3/373.pdf>
34. Montenegro-Moncayo ÓA, Mosquera-Hurtado JA, González-Colmenares G, Thomas-Alvarado YI. Differential in vitro force degradation of intermaxillary latex and non-latex elastics [Internet] 2018 [citado 1 de abril de 2020]; 30 (1):[cerca 7 p.]. Disponible en: URL: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121=246X2018000200024
35. López N, Vicente A, Bravo LA, Calvo JL, Canteras M. In vitro study of force decay of latex and non-latex orthodontic elastics [internet] 2012 [citado 02 de abril de 2020]; 34(2):[cerca 5 p.]. Disponible en: URL: <https://academic.oup.com/ejo/article/34/2/202/632517>
36. Ramachandraiah S, Sridharan K, Nishad A, Manjusha KK, Abraham EA, Ramees MM. Force decay characteristics of commonly used elastomeric chains on exposure to various mouth rinses with different alcohol

concentration:an in vitro study [internet] 2017 [citado 3 de abril de 2020];18(9):[cerca 8 p.]. Disponible en: URL:

<https://www.thejcdp.com/doi/pdf/10.5005/jp-journals-10024-2132>.

37. Larrabeea T, Liub SS, Torres-Gorena A, Soto-Rojas A, Eckerte GJ, Stewart KT. The effects of varying alcohol concentrations commonly found in mouth rinses on the force decay of elastomeric chain [internet] 2012 [citado 5 de abril de 2020]; 82 (5). [cerca 5 p.]. Disponible en: URL: <https://www.angle.org/doi/pdf/10.2319/062211-407.1>

38. Mora-Rodríguez CE, Zamarripa-Díaz E, Oliver-Parra R, Luna-Domínguez JH. Estudio comparativo in vivo de las propiedades elásticas de cadenas elastoméricas sintéticas en relación a su color [internet] 2015 [citado 7 de abril de 2020]; 4 (11): [cerca 7 p.]. Disponible en: URL: http://www.uan.edu.mx/d/a/publicaciones/revista_tame/numero_11/Tam1511-02i.pdf.

39. Rossato PH, Kaneshima EN, Domingues F, Freire Fernandes TM, Berger SB, Pedron Oltramar PV. Do fluorescent agents alter the mechanical strength of orthodontic adhesives? an in vitro and clinical study [internet] 2020 [citado 8 de abril de 2020]; 21:4.[cerca 6 p.]. Disponible en: URL: <https://progressinorthodontics.springeropen.com/track/pdf/10.1186/s40510-020-0304-y>.

40. Wahab SW, Bister D, Sherriff M. An investigation into UV light exposure as an experimental model for artificial aging on tensile strength and force delivery of elastomeric chain [internet] 2014 [citado 10 de abril de 2020]; (36):1[cerca 7 p.]. Disponible en: URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23397056/>

41. Kochenborger C, Silva DL, Marchioro EM, Vargas DA, Hahn L. Assessment of force decay in orthodontic elastomeric chains: an in vitro study [internet] 2011 [citado 10 de abril de 2020]; 16(6):[cerca 6 p.]. Disponible en: URL: http://www.scielo.br/pdf/dpjo/v16n6/en_a15v16n6.pdf:
42. Bahathiq A, Taju W, Bukhari O, Ahmed R. Effects of temperature changes on the tensile property of nonlatex intra-arch elastics (power chains): an in vitro study [internet] 2019 [citado 14 de abril de 2020]18.12:[cerca 4 p.]. Disponible en: URL: <https://www.econicon.com/ecde/pdf/ECDE-18-01245.pdf>
43. Beattie S, Monaghan P. An in vitro study simulating effects of daily diet and patient elastic band change compliance on orthodontic latex elastics [internet] 2004 [citado 16 de abril de 2020]; 74:[cerca 5 p.]. Disponible en: URL: <https://www.angle.org/doi/pdf/10.1043/0003-3219%282004%3C0234%3AAIVSSE%3E2.0.CO%3B2>.
44. Pithon MM, Lacerda-Santos R, Santana LR, Rocha M, Leal RO, Santos MM. Does acidic drinks vs controls differents interfere with the force of orthodontic chain elastics? [internet] 2014 [citado 18 de 2020]; 30 (6):[cerca 6 p.]. Disponible en: URL: http://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/11/948733/does-acidic-drinks-vs-controls-differents-interfere-with-the-fo_7cbaumQ.pdf
45. Kumar K, Shetty S, Krithika MJ, Cyriac B. Effect of commonly used beverage, soft drink, and mouthwash on force delivered by elastomeric chain: a comparative in vitro study [internet] 2014 [citado 22 de abril de 2020]; 6(3); [cerca 3 p.]. Disponible en: URL:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4109247/pdf/JIOH-06-03-007.pdf>.

46. Achachao Almerco KK. Evaluación *in vitro* de la degradación de fuerzas de las cadenas elastoméricas expuestas a bebidas carbonatadas [tesis de maestría en estomatología]. Lima (PER): Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2017.
47. Sánchez JC, Romero CR, Arroyave CD, García AM, Giraldo FD, Sánchez LV. Bebidas energizantes: efectos benéficos y perjudiciales para la salud [internet] 2015 [citado 24 de abril de 2020]; 17:[cerca 12 p.]. Disponible en: URL:
<http://www.scielo.org.co/pdf/penh/v17n1/v17n1a7.pdf>
48. Sánchez-Socarrás V, Blanco M, Bosch C, Vaqué C. Conocimientos sobre las bebidas energéticas: una experiencia educativa con estudiantes de secundaria básica de barcelona, españa [internet] 2016 [citado 25 de abril de 2020]; 20(4): [cerca 9 p.]. Disponible en: URL:
<http://scielo.isciii.es/pdf/renhyd/v20n4/original1.pdf>
49. Parra Álvarez D. Efecto del consumo de las bebidas energizantes en la salud: revisión de la literatura [tesis de bachiller en nutrición y dietética]. Colombia: Pontificia Universidad Javeriana; 2018.
50. Manrique CI, Arroyave-Hoyos CL, Galvis-Pareja D. Bebidas cafeinadas energizantes: efectos neurológicos y cardiovasculares [internet] 2018 [citado 25 de abril de 2020];31(1):[cerca 10 p.]. Disponible en: URL:
<http://www.scielo.org.co/pdf/iat/v31n1/0121-0793-iat-31-01-00065.pdf>
51. Aguilar Mejía O, Galvis Pedrosa C, Heredia Mazuera H, Restrepo Pinzón A. Efecto de las bebidas energizantes con base en taurina y cafeína sobre

la atención sostenida y selectiva entre un grupo de jóvenes entre 18 y 22 años [internet] 2008 [citado 27 de abril de 2020]; 1(1):[cerca 12 p.].

Disponible en: URL:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4905157>

52. Seifert SM, Schaechter JL, Hershorin ER, Lipshultz SE. Health effects of energy drinks on children, adolescents, and young adults [internet] 2011 [citado 30 de abril de 2020]; 127 (3):[cerca 17 p.]. Disponible en: URL:

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3065144/pdf/zpe511.pdf>

53. Higgins JP, Tuttle TD, Higgins CL. Energy beverages: content and safety [internet] 2010 [citado 02 de mayo de 2020]; 85(11): [cerca 8]. Disponible

en: URL:

https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2966367/pdf/mayoclinproc_85_1_009.pdf.

54. Bebidas con cafeína y taurina y otros ingredientes [internet] 2015 [citado 4 de mayo de 2020]. Disponible en: URL:

https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/100355/RC460_Bebidas_con_Cafeina_Taurina.pdf

55. Lengua Calero A. Efecto in vitro de las bebidas carbonatadas en la degradación de la fuerza tensional residual de las cadenas elastoméricas de ortodoncia [tesis de bachiller en cirujano dentista]. Lima (PER): Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2017.

56. BIREME/OPS/OMS. Descriptores en Ciencias de la Salud: DeCS [internet] 2017 [citado 06 de mayo de 2020]. Disponible en: URL:

<http://decs.bvsalud.org/E/homepagee.htm>.

57. Ito Aray J. Alternativas mecánicas en ortodoncia: aplicación práctica. México: Editorial Manual Moderno; 2011.
58. Ustrell JM. Durán Von Arx J. Ortodoncia. 2da ed. Barcelona (ESP): Ediciones Universitat; 2002.
59. RAE.org [internet] España: Real Academia Española [citado 12 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.rae.es/>
60. Uribe Restrepo GA. Ortodoncia teórica y clínica. Fundamentos de odontología. Colombia: Ediciones Corporación para Investigaciones Biológicas; 2010.
61. Canut Brusola JA. Ortodoncia clínica y terapéutica. 2da ed. Barcelona (ESP): Masson; 2000.
62. Wikipedia.org [internet] España: Wikipedia [citado 14 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://es.wikipedia.org/>
63. Rosensthal S, Land, M, Fujimoto J. Prótesis fija contemporánea. 5ta ed. Barcelona (ESP): Elsevier; 2009.
64. Thomas G, Vanarsdall R, Vig K. Ortodoncia principios e interpretación. Madrid (ESP): Elsevier; 2006.
65. Eliades T, Eliades G, Siliakas N, Watts DC. Tensile properties of orthodontic elastomeric chains [internet] 2004 [citado 15 de mayo de 2020]; 26 (2): [cerca 5 p.]. Disponible en: URL: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>
66. Guede D, González P, Caeiro JR. Biomecánica y hueso (I): Conceptos básicos y ensayos mecánicos clásicos [internet] 2013 [citado 15 de mayo

- de 2020]; 5(1):[cerca 7 p.]. Disponible en: URL:
<http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci.arttext&pid=S1889836X2013000100008&Ing=es>.
67. Uca.edu.sv.org [internet] El Salvador: Universidad Centroamericana [citado 15 de mayo de 2020]. Disponible en: URL: <http://www.uca.edu.sv/>
68. Tracción, compresión y flexión [internet] [citado 17 de mayo de 2020]. Disponible en: <https://www.feandalucia.ccoo.es/>
69. Llaque Salazar MF, Neyra Sedano EG, Peña Salas PS, Rodríguez Quevedo MJ. Análisis comparativo del ciclo de vida de dos productos volt y red bull [tesis de bachiller en administración]. Lima (PER): Universidad de Lima; 2019.
70. Ferrabone A. Estudio in vitro de la magnitud de fuerza inicial de cinco diferentes marcas de cadenas elastoméricas sumergidas en saliva artificial según intervalos de tiempo [tesis de maestría en ortodoncia]. Panamá: Universidad de Panamá; 2018.
71. Andrade Solís MD, Cedillo Chica FP, Bravo Calderón ME. Estudio in vitro de la durabilidad, deformación elástica y plástica de tres tipos de módulos elastoméricos [internet] 2014 [citado 20 de mayo de 2020]; [cerca 12 p.]. Disponible en: URL:
<https://www.ortodoncia.ws/publicaciones/2014/art-5/>
72. Fresno MC, Angel P, Arias R, Muñoz A. Grado de acidez y potencial erosivo de las bebidas energizantes disponibles en Chile [internet] 2014 [citado 20 de mayo de 2020]; 7(1):[cerca 2 p.]. Disponible en: URL:
<https://scielo.conicyt.cl/pdf/piro/v7n1/art01.pdf>

73. Mirhashemi AH, Saffarshahroudi A, Sodagar A, Atai M. Force degradation pattern of six different orthodontic elastomeric chains[internet] 2012 [citado 22 de mayo de 2020]; 9(4):[cerca 11 p.]. Disponible en: URL: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3536455/pdf/jod-9204.pdf>.

ANEXOS

ANEXO 01. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

	VARIABLE	DIMENSIÓN	INDICADOR	ESCALA	TIPO DE ESCALA
V A R I A B L	Variable Independiente Exposición a Bebidas Energéticas	Alimentaria	Tipo de Bebidas Energéticas Evaluadas	1.Saliva Artificial 2.Volt 3.Red Bull 4.Monster	Nominal
	Variable Dependiente Resistencia a la tracción de las cadenas Elásticas	Física	Distancia Necesaria para generar la distensión	20mm	De Razón

E		Temporalidad	Tiempo de Exposición	I- Basal II- 5 minutos III- 10 minutos IV- 15 minutos V- 30 minutos	De Razón
----------	--	--------------	----------------------	---	----------

ANEXO 02. INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

FICHA DE OBSERVACIÓN AD-HOC DE RECOLECCIÓN DE DATOS

EFFECTO DE LA EXPOSICIÓN A BEBIDAS ENERGÉTICAS EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CADENAS ELÁSTICAS DE ORTODONCIA DE COMERCIALIZACIÓN LOCAL. AÑO 2019.

INSTRUCCIONES

Antes de iniciar con la evaluación, procure encontrarse en un espacio de equilibrio emocional y somático.
Si se siente cansado, estresado o enfermo, suspenda la observación.
Procure realizar todas las mediciones bajo las mismas condiciones de comodidad.
En el caso de no tener certeza sobre la medición de alguna unidad de análisis, descarte su evaluación.
Registre los datos sin borrones ni enmendaduras.
Los espacios en los que no pueda registrar información, táchelos con una línea.

A) DATOS GENERALES:

- Fecha de Evaluación: _____
- Numero de Muestra: _____
- Tipo de Bebida:
Red Bull Blue Volt Yellow Monster Green Saliva Artificial
- Tipo de Cadena Elástica: Convencional, Marca Morelli, color transparente
Y de tramo corto (3.3mm).

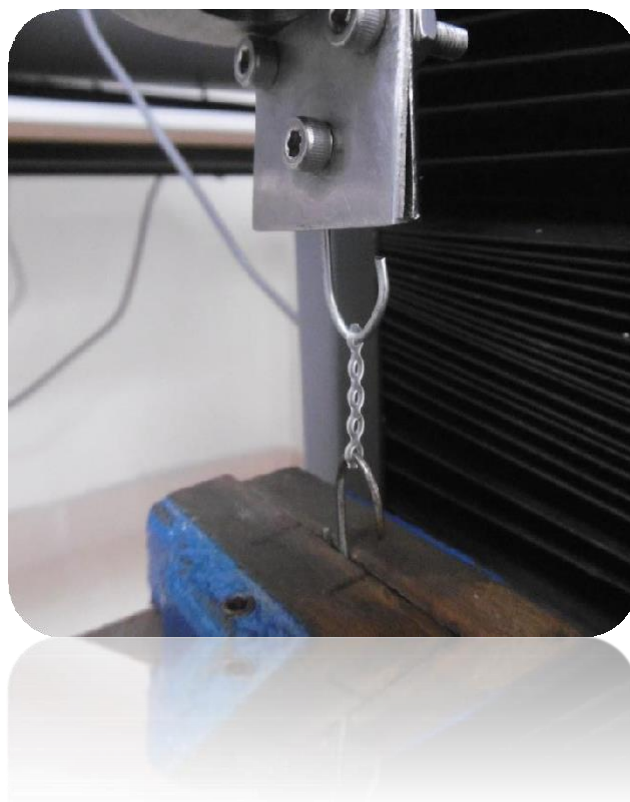
B) DATOS ESPECIFICOS:

Momento de Evaluación	Resistencia a la tracción
Basal/Inicial	
5 Minutos	
10 Minutos	
15 Minutos	
30 Minutos	

ANEXO 03. REGISTRO FOTOGRÁFICO



Marcas de Bebidas Energéticas y saliva Artificial



Máquina de Ensayo Universal



Cadenas Elásticas Sumergida en Red Bull



Investigadora realizando el experimento

ANEXO 04. MATRIZ DE CONSISTENCIA INTERNA



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA
Bach. Luna Cochachi, Andrea Nicole
MATRIZ DE CONSISTENCIA INTERNA

TÍTULO	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	FORMULACIÓN DE HIPÓTESIS	CLASIFICACIÓN DE VARIABLES	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES	METODOLOGIA	POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO	INSTRUMENTO
"Efecto de la exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia de comercialización local. Año 2019."	Problema General: ¿Cómo se asocia el efecto de exposición a bebidas energéticas en resistencia de Tracción en las cadenas elásticas de ortodoncia de comercialización local en el año 2019?	Objetivo General: Determinar el efecto de la exposición a bebidas energéticas en la resistencia de tracción de las cadenas elásticas de ortodoncia de comercialización local en el año 2019.	Hipótesis Principal: "El Tipo de Bebida Energética y el tiempo de Exposición Afectan significativamente en la Resistencia a la Tracción en las Cadenas Elásticas de Comercialización Local en el año 2019."	Variable Independiente: a) Bebidas Energéticas.	Comercial Marca de Bebidas Energéticas: - Red Bull blue - Volt green - Monster green	PROPÓSITO: Aplicado. ENFOQUE: Cuantitativo. SECUENCIA TEMPORAL: Longitudinal. TEMPORALIDAD: Retrospectivo.	POBLACION: Cadenas Elásticas de Ortodoncia MUESTRA: 05 Muestras por cada grupo 01 Marca de Cadena elástica (Morelli) 03 Tipos de Bebidas Energéticas de comercialización local. Año 2019	La técnica a ser empleada en esta investigación será la observación estructurada, no participante individual, de laboratorio, el instrumento a ser empleado será una ficha de observación Ad-Hoc, elaborada por el investigador y debidamente validado, para los fines específicos de este estudio.
	Problemas Específicos: • ¿Existe diferencia en los efectos del tipo de bebida energética en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia?	Objetivos Específicos: • Determinar la diferencia en los efectos del tipo de bebida energética en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia.	Hipótesis Específicas: • "El Tipo de Bebida Energética Afecta significativamente en la Resistencia a la Tracción de las Cadenas Elásticas de Comercialización Local en el año 2019."	Variable Dependiente: b) Resistencia de tracción de las cadenas elásticas.	Ortodontico • Resistencia de Tracción en las cadenas elásticas. - Marca: Morelli Temporal • Tiempo de exposición: - Basal - 5 Minutos - 10 Minutos - 15 Minutos - 30 Minutos	ASIGNACIÓN DE FACTORES: Experimental. FINALIDAD: Analítico. DISEÑO ESPECÍFICO: Ensayo Pre-Clinico in vitro.	MUESTREO: No Probabilístico Consecutivo.	

	<ul style="list-style-type: none"> •¿Existe diferencia en los efectos del tiempo de exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia? •¿Existe diferencia en los efectos de interacción tipo y tiempo de exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia? 	<ul style="list-style-type: none"> •Identificar la diferencia en los efectos del tiempo de exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia. •Establecer la diferencia en los efectos de interacción tipo y tiempo de exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia. 	<ul style="list-style-type: none"> •"El tiempo de Exposición Afecta significativamente en la Resistencia a la Tracción de las Cadenas Elásticas de Comercialización Local en el año 2019." •"La interacción del Tipo de Bebida Energética y el tiempo de Exposición Afecta significativamente en la Resistencia a la Tracción de las Cadenas Elásticas de Comercialización Local en el año 2019." 			<p>NIVEL: Aplicativo.</p>		
--	--	---	---	--	--	--------------------------------------	--	--

ANEXO 05. MATRIZ DE VALIDACIÓN



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

Matriz de Validación de Contenido por Juicio de Expertos del Cuestionario Ad-Hoc para la Recolección de Datos

"EFECTO DE LA EXPOSICIÓN A BEBIDAS ENERGÉTICAS EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE CADENAS ELÁSTICAS DE ORTODONCIA DE COMERCIALIZACIÓN LOCAL. AÑO 2019."

JUEZ VALIDADOR	Efectividad	Pertinencia	Suficiencia	Comprensión	Secuencialidad	Repetitividad	
Infantes Varga, Jorge	80	80	80	80	80	80	80
Palacios Alva, Elmo	100	100	100	100	100	100	100
Málaga Rivera, Jimmy	100	100	100	100	100	90	98.3
	93.3	93.3	93.3	93.3	93.3	90	92.77

*Instrumento Válido (>70%)

ANEXO 06. ANÁLISIS DE JUICIO DE EXPERTOS POR V DE AIKEN



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

**Evaluación de la Validez de Contenido del Cuestionario
Ad-Hoc para la Recolección de Datos por Prueba V de Aiken**
*"EFECTO DE LA EXPOSICIÓN A BEBIDAS ENERGÉTICAS EN LA RESISTENCIA A LA TRACCIÓN DE
CADENAS ELÁSTICAS DE ORTODONCIA DE COMERCIALIZACIÓN LOCAL. AÑO 2019."*

REACTIVO	Juez 1	Juez 2	Juez 3	Puntaje	V
1	2	2	2	2	1.00
2	2	2	2	2	1.00
3	2	2	2	2	1.00
					3.00

0=Reactivo que debe ser eliminado

1= reactivo que debe ser modificado

2=reactivo que no necesita modificación.

*Reactivo Válido ($V \geq 0.80$)

**Instrumento Válido ($V \geq 0.80$)

ANEXO 07. VALIDEZ DE CRITERIO



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

HOJA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CUESTIONARIO HAD-HOC DE RECOLECCION DE DATOS

Efecto de la exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia de comercialización local. Año 2019.

Después de revisado el instrumento es valiosa su opinión acerca de lo siguiente:

	MENOS DE 50 - 60 - 70 - 80 - 90 - 100
1. ¿En qué porcentaje estima que con este instrumento se lograrán los objetivos propuestos?.....	() () () <input checked="" type="checkbox"/> () ()
2. ¿En qué porcentaje considera que las preguntas están definidas a los conceptos del tema?.....	() () () <input checked="" type="checkbox"/> () ()
3. ¿Qué porcentaje de las interrogantes planteadas cree que son suficientes para lograr los objetivos?	() () () <input checked="" type="checkbox"/> () ()
4. ¿En qué porcentaje estima que las preguntas del instrumento son de fácil comprensión?	() () () <input checked="" type="checkbox"/> () ()
5. ¿Qué porcentaje de las preguntas considera usted que siguen una secuencia lógica?.....	() () () <input checked="" type="checkbox"/> () ()
6. ¿En qué porcentaje valora usted que con este instrumento se obtendrían datos similares si se aplicaría en otras muestras?	() () () () <input checked="" type="checkbox"/> ()

SUGERENCIAS

1. ¿Qué preguntas considera usted que deberían agregarse?

Informar referida al tipo de cadena elástica según su composición y tipo de tiora o perfluoro. Sin unirse

2. ¿Qué preguntas estima que deberían eliminarse?

Ninguna

3. ¿Qué preguntas considera que deberían reformularse o precisarse mejor?

Las referidas al tipo de resinas de debida precisión, por ej. Pod Blue Blue.

Fecha: 16/8/19

Firma: *[Firma manuscrita]*

Validado por: Infantes Vazjo, Jorge
Mg. Jorge Infantes Vargas
CIRUJANO DENTISTA
Ortodoncia y Ortopedia Maxilar
COP 15224 - RNE 01796

ANEXO 08. VALIDEZ DE CRITERIO



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

HOJA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CUESTIONARIO HAD-HOC DE RECOLECCION DE DATOS

Efecto de la exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia de comercialización local. Año 2019.

Después de revisado el instrumento es valiosa su opinión acerca de lo siguiente:

MENOS DE
50 - 60 - 70 - 80 - 90 - 100

- | | |
|--|---------------------------|
| 1. ¿En qué porcentaje estima que con este instrumento se logran los objetivos propuestos?..... | () () () () () () ✓ |
| 2. ¿En qué porcentaje considera que las preguntas están definidas a los conceptos del tema?..... | () () () () () () ✓ |
| 3. ¿Qué porcentaje de las interrogantes planteadas cree que son suficientes para lograr los objetivos? | () () () () () () ✓ |
| 4. ¿En qué porcentaje estima que las preguntas del instrumento son de fácil comprensión? | () () () () () () ✓ |
| 5. ¿Qué porcentaje de las preguntas considera usted que siguen una secuencia lógica? | () () () () () () ✓ |
| 6. ¿En qué porcentaje valora usted que con este instrumento se obtendrían datos similares si se aplicaría en otras muestras? | () () () () () () ✓ |

SUGERENCIAS

1. ¿Qué preguntas considera usted que deberían agregarse?

.....
.....
.....

2. ¿Qué preguntas estima que deberían eliminarse?

.....
.....
.....

3. ¿Qué preguntas considera que deberían reformularse o precisarse mejor?

.....
.....
.....

Fecha: 8 / 07 / 19

Firma:

Validado por:

Mg Farita Huamán Torres
COP 16968 RNE465

ANEXO 09. VALIDEZ DE CRITERIO



UNIVERSIDAD INCA GARCILASO DE LA VEGA FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

HOJA DE VALIDACION DEL INSTRUMENTO

CUESTIONARIO HAD-HOC DE RECOLECCION DE DATOS

Efecto de la exposición a bebidas energéticas en la resistencia a la tracción de cadenas elásticas de ortodoncia de comercialización local. Año 2019.

Después de revisado el instrumento es valiosa su opinión acerca de lo siguiente:

MENOS DE
50 - 60 - 70 - 80 - 90 - 100

- | | |
|--|---|
| 1. ¿En qué porcentaje estima que con este instrumento se logran los objetivos propuestos?..... | () () () () () <input checked="" type="checkbox"/> |
| 2. ¿En qué porcentaje considera que las preguntas están definidas a los conceptos del tema?..... | () () () () () <input checked="" type="checkbox"/> |
| 3. ¿Qué porcentaje de las interrogantes planteadas cree que son suficientes para lograr los objetivos? | () () () () () <input checked="" type="checkbox"/> |
| 4. ¿En qué porcentaje estima que las preguntas del instrumento son de fácil comprensión? | () () () () () <input checked="" type="checkbox"/> |
| 5. ¿Qué porcentaje de las preguntas considera usted que siguen una secuencia lógica? | () () () () () <input checked="" type="checkbox"/> |
| 6. ¿En qué porcentaje valora usted que con este instrumento se obtendrían datos similares si se aplicaría en otras muestras? | () () () () <input checked="" type="checkbox"/> () |

SUGERENCIAS

1. ¿Qué preguntas considera usted que deberían agregarse?

Debería agregarse unidad de medida

2. ¿Qué preguntas estima que deberían eliminarse?

Ninguna

3. ¿Qué preguntas considera que deberían reformularse o precisarse mejor?

Con respecto a la consistencia a la tracción (Kg-t, Mpa etc).

Fecha: 03/06/19

Firma: JAMR

Validado por:

Jimmy A. Malaga Rivera
CRIBIANO - DENTISTA
COP. 10578