

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TRUJILLO
BENEDICTO XVI**

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA DE ESTUDIOS DE ODONTOLOGÍA



**EFECTO *IN VITRO* DE DOS BEBIDAS ENERGÉTICAS SOBRE LA
MICRODUREZA SUPERFICIAL DEL ESMALTE**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
CIRUJANO DENTISTA**

AUTOR

Br. Moncada Gallardo, Gino Paolo Dante

ASESOR

Mg. Cerna Reyes, Francisco Tito

<https://orcid.org/0000-0002-2177-3892>

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Prevención de enfermedades bucales y promoción a la salud

TRUJILLO - PERÚ

2023

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD

Señora Decana de la Facultad de Ciencias de la Salud:

Yo, Cerna Reyes, Francisco Tito con DNI N° 19021556 como asesor del trabajo de investigación titulado “Efecto in vitro de dos bebidas energéticas sobre la microdureza superficial del esmalte dental”, desarrollado por el egresado Moncada Gallardo Gino Paolo Dante con DNI N° 71488707 del Programa de estudio de odontología; considero que dicho trabajo reúne las condiciones tanto técnicas como científicas, las cuales están alineadas a las normas establecidas en el reglamento de titulación de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI y en la normativa para la presentación de trabajos de graduación de la Facultad de Ciencias de la Salud. Por tanto, autorizo la presentación del mismo ante el organismo pertinente para que sea sometido a evaluación por los jurados designados por la mencionada facultad.



.....
Mg. Francisco Tito Cerna Reyes

Asesor

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

Exemo Mons. Dr. Héctor Miguel Cabrejos Vidarte, O.F.M.

Arzobispo Metropolitano de Trujillo

Fundador y Gran Canciller de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo

Rector de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI

Dra. Mariana Geraldine Silva Balarezo

Vicerrectora académica

Dra. Anita Jeanette Campos Marquez

Decana de la Facultad de Ciencias de la Salud

Dra. Ena Cecilia Obando Peralta

Vicerrectora de investigación

Dra. Teresa Sofía Reategui Marin

Secretario General



CONFORMIDAD DE ASESOR

Yo, Mg. Francisco Tito Cerna Reyes con DNI 19021556 en mi calidad de asesor de la Tesis de titulación “Efecto in vitro de dos bebidas energéticas sobre la microdureza superficial del esmalte dental”, presentado por el Br. Moncada Gallardo, Gino Paolo Dante con DNI 71488707 informo lo siguiente:

En cumplimiento de las normas establecidas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad Católica de Trujillo Benedicto XVI, en mi calidad de asesor, me permito conceptuar que la tesis reúne los requisitos técnicos, metodológicos y científicos de investigación exigidos por el programa de estudios de Odontología

Por lo tanto, el presente trabajo de investigación se encuentra en condiciones para su presentación y defensa ante un jurado.

Trujillo, 12 de Julio de 2023

.....

Mg. Francisco Tito Cerna Reyes

Asesor

DEDICATORIA

Agradezco a la divinidad por guiarme y estar a mi lado en cada etapa de mi trayectoria, por brindarme serenidad y fuerza a lo largo de este emocionante viaje que es la experiencia de vivir.

Agradezco a mis progenitores, Percy y Lila, por su incesante dedicación, respaldo y capacidad financiera que me han permitido alcanzar mis objetivos diarios.

A Alexa y Grechen, mis hermanas, y Rayza, mi sobrina, les agradezco por su afecto, respaldo y por brindar incesantes momentos de felicidad a mi existencia. Las tengo en mi corazón.

Moncada Gallardo, Gino

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por el don de la vida y por estar a mi lado durante los momentos difíciles, por guiar mi sendero y colmarme de favores para lograr los objetivos que me propuso.

Agradezco a mi familia por acompañarme en cada instante, por su comprensión y constante motivación, así como por su respaldo total durante mi proceso educativo.

A la Universidad Católica de Trujillo, por recibirme en su centro de estudios y permitirme obtener mis grados académicos.

Moncada Gallardo, Gino

ÍNDICE

DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD.....	ii
AUTORIDADES UNIVERSITARIAS.....	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE.....	vii
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT.....	xii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. METODOLOGÍA.....	20
2.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación.....	20
2.2. Población y muestra.....	21
2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	23
2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de la información:.....	23
2.5. Aspectos éticos en investigación.....	30
III. RESULTADOS.....	31
IV. DISCUSIÓN.....	35
V. CONCLUSIONES.....	39
ANEXOS.....	47
Anexo 1: Instrumentos de recolección de la información.....	47
Anexo 2: Ficha técnica.....	48
Anexo 3: Operacionalización de variables.....	49

Anexo 4: Matriz de consistencia.....	50
Anexo 5: Datos Recolectados	51
Anexo 6: Análisis de los resultados.....	52
Anexo 7: Evidencia fotográfica	53
Anexo 8: Informe de originalidad	57

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Cuadro comparativo de los componentes de la bebida energética Red Bull® y Volt®	17
Cuadro 2. Clasificación de dureza de Mohs.....	18

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Fórmula para determinar la dureza vickers	18
Gráfico 2. Diagrama de ensayo de dureza Vickers	19
Gráfico 3. Comparación de las medias de microdureza inicial y final del esmalte dental de origen bovino expuesto a las bebidas energéticas Red Bull® y Volt®	32
Gráfico 4. Porcentaje de reducción de la microdureza superficial del esmalte de origen bovino expuesto a las bebidas energéticas Red Bull® y Volt®.....	34

RESUMEN

Este estudio se realizó con el objetivo de comparar el efecto *in vitro* de dos bebidas energéticas sobre la microdureza superficial del esmalte dental de origen bovino, a través de un estudio experimental y comparativo. Las bebidas seleccionadas fueron Volt® y Red Bull®, debido a su alto consumo en el Perú. Se seleccionaron 30 muestras de esmalte dental de origen bovino, con los cuales se confeccionaron probetas y se dividieron de manera aleatoria en tres grupos (Grupo Control, Grupo Red Bull® y Grupo Volt®). Para determinar la pérdida de dureza del esmalte se realizó la prueba de dureza Vickers con el durómetro “INDENTEC”, la cual se programó con una carga de 5 kgf y un tiempo de 15 segundos. Se realizó la toma inicial de microdureza del esmalte en todas las muestras, para luego ser sumergidas en la bebida del grupo correspondiente durante 15 minutos al día en un periodo de una semana; al finalizar el séptimo día se determinó la microdureza final y se recolectaron los datos. El efecto se determinó con los valores de diferencia de microdureza, a través de la prueba T de Student, con un nivel de significancia <0.05 , por lo que se determinó que existe una discrepancia significativa entre los valores de microdureza inicial y finales correspondientes al grupo Red Bull® 72.8 Kgf/mm^2 y al grupo Volt® 42.5 Kgf/mm^2 . Se concluyó que ambas bebidas energéticas Red Bull® y Volt® disminuyen significativamente *in vitro* la microdureza superficial del esmalte bovino, pero no existe diferencia significativa de la disminución de microdureza entre ambas bebidas.

Palabras clave: Bebida energética, esmalte dental, microdureza.

ABSTRACT

The objective of the study was to compare the *in vitro* effect of two energy drinks on the superficial microhardness of bovine dental enamel. It was an experimental and comparative study. The selected beverages were Volt® and Red Bull®, due to their high consumption in Peru. 30 samples of bovine dental enamel were selected, with which specimens were made and randomly divided into three equivalent groups (Control Group, Red Bull® Group and Volt® Group). To determine the loss of enamel hardness, the Vickers hardness test was performed with the “INDENTEC” durometer, which was programmed with a load of 5 kgf and a time of 15 seconds. The initial enamel microhardness was taken in all the samples, and then they were immersed in the drink of the corresponding group for 15 minutes a day in a period of one week; At the end of the seventh day, the final microhardness was determined and the data were collected. The effect was determined with the microhardness difference values, through the Student's T test, with a significance level of <0.05 , so it was determined that there is a significant discrepancy between the initial and final microhardness values corresponding to the group. Red Bull® 72.8 Kgf / mm² and the group Volt® 42.5 Kgf / mm². It was concluded that both Red Bull® and Volt® energy drinks significantly *in vitro* decrease the superficial microhardness of bovine enamel, but there is no significant difference in the decrease in microhardness between both drinks.

Keywords: Energy drink, dental enamel, microhardness.

I. INTRODUCCIÓN

El tejido dental conocido como esmalte es reconocido como la sustancia más resistente dentro del cuerpo humano, dado que está formado mayoritariamente por un 95% de minerales, principalmente hidroxiapatita, acompañado por un 5% de contenido acuoso y elementos orgánicos. Los cristales de hidroxiapatita se encuentran organizados de manera compacta, conformando una estructura extremadamente duradera¹.

Sin embargo, a pesar de que el esmalte dental presenta una alta dureza se sabe que este puede llegar a ser deteriorado por diversas alteraciones de manera intrínsecas o extrínsecas, entre las alteraciones más frecuentes se encuentra la erosión dental, la cual se describe como la eliminación superficial e irreversible del tejido dental provocada por la reacción química de ácidos, sin la participación de microorganismos^{2,3}.

Debido al contenido elevado de ácido cítrico en las bebidas energéticas estas presentan un pH ácido, por lo que el consumo de estas bebidas interviene de forma extrínseca a la pérdida de estructura dentaria no cariosa, pudiendo dejar al diente en situación vulnerable^{3,4}.

A pesar de ello estas bebidas son comercializadas libremente, ya que se asumen como alimento para deportistas o suplementos alimenticios⁵.

El presente estudio describe los cambios en la dureza superficial del esmalte dental expuesto a dos bebidas energéticas. La base de esta idea surge debido al incremento en el consumo de estas bebidas en el territorio peruano, principalmente entre la población joven y de adultos jóvenes. A diferencia de las bebidas deportivas convencionales, las bebidas

energéticas son promocionadas como una forma de mejorar el rendimiento tanto físico como mental ⁶.

A nivel mundial una de las bebidas energéticas más consumida es Red Bull® sin embargo en el Perú la bebida energética que más se consume se llama Volt®, esto se debe a que esta bebida se encuentra más accesible económicamente a la población peruana, ya que pertenece a una empresa de origen nacional, es por ello que ambas bebidas Red Bull® y Volt® son consideradas en el estudio para comparar su influencia sobre el esmalte dental ⁷.

Por lo tanto, debido al aumento significativo del consumo de bebidas energéticas y la diferencia de uno de los productos que más se consume a nivel mundial (Red Bull®) con el más consumido en Perú (Volt®). ⁷ se plantea la siguiente pregunta: ¿Cuál es el efecto *in vitro* sobre la microdureza superficial del esmalte dental expuesto a dos bebidas energéticas?

Para poder dar respuesta al problema se planteó el objetivo general de comparar el efecto *in vitro* de dos bebidas energéticas sobre la microdureza superficial del esmalte dental y los objetivos específicos de determinar el efecto *in vitro* sobre la microdureza superficial del esmalte dental expuesto a Red Bull® y determinar el efecto *in vitro* sobre la microdureza superficial del esmalte dental expuesto a Volt®.

Collazos⁹ Se investigó el impacto erosivo de tres bebidas procesadas en el esmalte dental mediante un estudio comparativo in vitro llevado a cabo en el laboratorio de sputtering en el año 2018. El análisis fue realizado en 32 piezas dentales completamente íntegras, sin restauraciones y extraídas en un lapso menor a un mes. Estas muestras fueron sometidas a la acción de Inca Kola, Gatorade, Volt® y suero fisiológico como grupo de control, siguiendo un protocolo predefinido. Los resultados indican que la microdureza del esmalte dental disminuyó en un 12% debido a la exposición a Inca Kola, un 38,66% debido a Gatorade, un 40,91% debido a Volt® y un 9,15% debido a suero fisiológico. Se concluyó que todas las bebidas procesadas causan pérdida de dureza en el esmalte dental, siendo Volt® la más perjudicial en este aspecto.

Villavicencio, et al.¹⁰ en su trabajo sobre el nivel de erosión del esmalte dentario expuesto a bebidas procesadas de mayor consumo en Cajamarca el 2018. Utilizó 49 premolares y formaron 7 grupos con ellos, 2 grupos fueron de control y dureza inicial y los otros 5 grupos se expusieron a las bebidas mayor comercializadas, bebidas usadas fueron: Coca Cola, Inca Kola, Volt®, Cerveza Pilsen Callao y Chicha de Jora. Los resultados indicaron que la microdureza superficial inicial de los premolares fue de 360,4 Kg/mm². Tras la exposición a las bebidas, se demostró que Volt® ocasionó una disminución en la microdureza superficial, llegando a 229,2 Kg/mm². Le siguieron Inca Kola y Coca Cola, con valores de microdureza superficial de 252,0 Kg/mm² y 249,6 Kg/mm², respectivamente. La chicha de jora y la cerveza Pilsen Trujillo causaron una microdureza en el esmalte dentario de 331,8 Kg/mm² y 269,5 Kg/mm², respectivamente. se concluyó que las bebidas procesadas más consumidas en Cajamarca provocaron un

elevado nivel de erosión en el esmalte dental, destacando que la bebida energética Volt® causó la mayor pérdida de dureza superficial en el esmalte.

Huarhuachi Y, et al.¹¹ en su estudio “Efecto del grado de acidez de bebidas energizantes como erosivo en el esmalte de dientes de bovino, Huancayo 2018.” tuvo como objetivo principal evaluar cómo el nivel de acidez en las bebidas energéticas podría actuar como agente erosivo en el esmalte dental de dientes de bovino. Para llevar a cabo este, se dispusieron 24 muestras de esmalte bovino y se seleccionaron dos bebidas para examinar su estudio potencial erosivo (Volt® coca y Sporade Azul). Se realizó la medición del pH de las bebidas y se produjo la variación en el peso de las muestras antes y después de la exposición a las bebidas energéticas. Los resultados obtenidos indicaron que no se observó una diferencia significativa en los valores de peso de los dientes, independientemente del nivel de pH de las bebidas. No obstante, se concluyó que las bebidas energéticas poseen un potencial erosivo elevado en el esmalte dental, y esta capacidad está influenciada por el grado de acidez presente en las mismas.

Matumoto M, et al.¹² “In vitro effect of energy drinks on human enamel surface” llevó a cabo una evaluación del pH promedio y la acidez titulable en bebidas energéticas comerciales y su efecto en la microdureza superficial del esmalte. En este estudio, se eligieron dos bebidas energéticas comerciales (Red Bull® y Red Bull® Light) y se utilizaron dieciocho muestras de esmalte humano. Estas muestras se organizan en tres grupos (N = 6): Red Bull® (RB), Red Bull® Light (RBL) y agua destilada. Las muestras se sumergieron en las bebidas energéticas en seis ocasiones, con intervalos de 12 horas, durante tres días. Al final del estudio, se demostró que las muestras de esmalte humano en los grupos RB y RBL presentaron una disminución significativa en la microdureza. En el

grupo RB, la microdureza llegó de 434,62 kg/mm² a 156,90 kg/mm², mientras que en el grupo RBL, llegó de 394,85 kg/mm² a 129,65 kg/mm². Se concluyó que las bebidas energéticas examinadas tienen el potencial de inducir la pérdida de minerales debido a su bajo pH y alta acidez titulable, lo que resulta en una pérdida significativa de minerales en la superficie del esmalte dental.

Santos A.¹³ “Evaluación in vitro del efecto erosivo de tres bebidas hipertónicas disponibles en el Perú “Red Bull®, Volt® , Monster Energy” frente a grupo control, sobre la superficie del esmalte dental, Lima-Ica 2017” tuvo de propósito establecer las disparidades en los efectos erosivos en el esmalte dental causados por tres bebidas hipertónicas (Red Bull®, Volt® yellow®, Monster Energy®), en contraste con un conjunto de control. El estudio se realizó con la participación de 48 muestras de esmalte, distribuidas en cuatro grupos de 12. En cada uno de estos grupos, se midieron 4 bloques el primer día, otros 4 el segundo día y 4 adicionales el tercer día. El instrumento de evaluación utilizado fue el Durómetro Vickers, y las mediciones se llevaron a cabo en las instalaciones de la Universidad de Ingeniería de Lima. Los resultados obtenidos en el estudio indicaron que la bebida hipertónica Red Bull® tuvo una reducción significativa en la microdureza superficial en el primer día a 248,84 Kg/mm², en el segundo día a 233,49 y en el tercer día a 208,09 En el caso de Volt®, la microdureza llegó a 250,55 Kg/mm² en el primer día, a 233,53 en el segundo día ya 230,60 en el tercer día. Respecto a Monster Energy®, la microdureza fue de 239,57 Kg/mm² en el primer día, se mantuvo en 243,1 en el segundo día y acabó en 227,80 en el tercer día. Por lo tanto, se concluyó que existen diferencias significativas en el impacto erosivo sobre la superficie del esmalte dental al

exponerse a las tres bebidas hipertónicas: Red Bull®, Volt® yellow® y Monster Energy®, en comparación con el grupo de control.

Vásquez M.¹⁴ “Efecto erosivo de dos bebidas energéticas en piezas dentales anteriores: estudio in vitro” El objetivo de esta investigación fue demostrar el impacto erosivo ocasionado por el consumo de bebidas energéticas en el esmalte de dientes anteriores, utilizando un enfoque "in vitro". Para este estudio, se confeccionaron 48 muestras de esmalte dental, las cuales se distribuyeron en cuatro grupos (Grupo A: Red Bull® junto a saliva artificial, Grupo B: V220® junto a saliva artificial, Grupo C: Red Bull® sin saliva artificial y Grupo D: V220® sin saliva artificial). Estas muestras fueron sometidas a pruebas de microdureza en un microdurómetro Rockwell, revelando valores iniciales entre 216,28 kg/mm² y 359,45 kg/mm² según la escala Knoop. Cada grupo fue expuesto a la acción de las bebidas energéticas durante 10 minutos al día, durante un período de 7 días, y en el octavo día se midió nuevamente la microdureza para obtener el valor final. Los resultados mostraron que en el Grupo A hubo una disminución de microdureza de -168,14 kg/mm², en el Grupo B de -216,45 kg/mm², en el Grupo C de -226,25 kg/mm² y en el Grupo D de -188,29 kg/mm². Los datos recopilados se analizaron mediante pruebas estadísticas de T Student, análisis de varianza ANOVA y prueba de TUKEY HSD. En conclusión, se prolonga que la microdureza superficial del esmalte dental disminuye significativamente después de la exposición a las bebidas ácidas estudiadas, en ambos protocolos. Esta disminución fue más pronunciada cuando se agregó saliva, siendo la bebida V220® (pH: 2,73) más erosiva que Red Bull® (pH: 3,32), con valores de microdureza entre 15,20 kg/mm² y 90,40 kg/mm². Además, se establece que la erosión

dental se relaciona con la composición y efervescencia de los productos, siendo V220 el que presentó la mayor erosión.

Cruces L, et al.¹⁵ “Efecto de las bebidas energizantes y deportivas en el desgaste físico y químico del esmalte dentario estudio in vitro” La investigación se llevó a cabo utilizando una muestra compuesta por 40 dientes naturales, los cuales se distribuyeron en grupos de 10 especímenes cada uno: el grupo de la bebida energizante "E", el grupo de la bebida deportiva "D", y los grupos de control "E1" y "D1". Los grupos "E" y "D" se sumergieron en soluciones de las respectivas bebidas, mientras que los grupos "E1" y "D1" se sumergieron en una solución de agua destilada con glicerina durante un período de 30 días. Se evaluaron las muestras utilizando la prueba de dureza superficial Vickers antes y después del proceso, obteniendo una media inicial entre 301,2 kg/mm² y 307,7 kg/mm² para ambas bebidas, y una media posterior a la exposición de las soluciones de 209 kg/mm² para el grupo "E" y 280,4 kg/mm² para el grupo "D". Se concluyó que tanto la microdureza superficial como el grosor del esmalte dental se ven afectados por el efecto de ambas bebidas, siendo mayor la influencia en el caso de las bebidas energizantes. Cabe destacar que el autor no proporciona los nombres específicos de las bebidas utilizadas en el estudio.

Coronado G, et al.¹⁶ “Comparación in vitro del efecto erosivo de tres bebidas energizantes en el esmalte dentario permanente, Puno-2016” El propósito del estudio fue comparar, en un entorno de laboratorio, el efecto erosivo in vitro de tres bebidas energéticas en el esmalte de los dientes permanentes. Se extrajeron 54 cortes de coronas de dientes extraídos y en estado intacto, que posteriormente se dividieron en tres grupos experimentales y un grupo de control. Estas muestras fueron expuestas a las bebidas

energéticas correspondientes a cada grupo experimental, que fueron Sporade® con un pH de 2,79, Powerade® con un pH de 3,98, Red Bull® con un pH de 3,32 y agua destilada para el grupo de control. Las muestras se sometieron a estas sustancias durante 15, 30 y 60 minutos a temperatura ambiente. Durante estos períodos de exposición, se demostró la liberación de calcio de los dientes en todos los intervalos de tiempo. Para cuantificar el efecto erosivo, se empleó la espectrofotometría de absorción atómica ICP-OES. Los resultados revelaron que la bebida Sporade® mostró los valores promedio más altos de calcio en los tres intervalos de tiempo: 10,645 mg/L, 12,780 mg/L y 12,131 mg/L, respectivamente. La bebida Red Bull® se ubicó en segundo lugar, con valores de calcio intermedios: 8.988 mg/L, 10.230 mg/L y 10.649 mg/L. Por otro lado, la bebida Powerade® exhibió los valores más bajos de calcio, siendo de 5.106 mg/L, 5.604 mg/L y 7.789 mg/L. En conclusión, la evidencia que bajo condiciones in vitro y en función del contenido de calcio estudio, la bebida que presentó el efecto erosivo más significativo sobre los dientes fue Sporade®, seguida por Red Bull®, mientras que Powerade® despertó el menor efecto erosivo de los tres.

Moon J, et al.¹⁷ en su estudio titulado “A Study on the Enamel Erosion Caused by Energy Drinks.” analizaron el efecto de bebidas energéticas sobre la erosión del esmalte, para el estudio se seleccionaron cuatro tipos de bebidas energéticas las cuales se analizó la acidez, la capacidad de amortiguación y el contenido del componente inorgánico principal, En lo que respecta el estudio de la microdureza superficial del esmalte el método usado fue la de realizar tres indentaciones de un diente, previo a ser sumergido en la bebida energética y tres indentaciones en regiones adyacentes a la indentación inicial luego de la exposición de los esmaltes a las bebidas energéticas luego de 30 minutos transcurrido. Los

resultados respecto al análisis de dureza del esmalte dieron que después de sumergirse en una bebida energética durante 30 minutos, la dureza de la superficie del esmalte disminuye significativamente, siendo los valores de dureza que más disminuyeron los de Red Bull®, de 307.9 VHN a 241.3 VHN con un cambio de – 66.6 VHN, seguido de Volt®, de 303.5 VHN a 242.0 VHN con un cambio de – 61.5.

Amambal J.¹⁸ “Estudio In Vitro del efecto erosivo de las bebidas industrializadas en el esmalte de dientes permanente humanos” Se procedió a medir la microdureza Vickers del esmalte dental después de someterlo a la exposición de tres bebidas industriales más consumidas en la ciudad de Lima, junto con una bebida control. El objetivo era examinar el efecto erosivo de estas bebidas ácidas y su coincidencia con su nivel de acidez titulable, pH y su capacidad de amortiguación. Se crearon 60 muestras deacrílico, cada una con un bloque de esmalte superficial, que luego se dividieron en cuatro grupos según la bebida a la que estarían expuestas (Grupo I: bebida carbonatada, Grupo II: bebida rehidratante, Grupo III: bebida aromatizada, Grupo control: suero fisiológico). Estas muestras se expusieron a las bebidas correspondientes durante 10 minutos al día, a temperatura ambiente, durante 5 días. Los resultados iniciales y finales de la microdureza del esmalte revelaron una reducción de 160 VHN en la bebida carbonatada (pH 3.30), 167 VHN en la bebida isotónica (pH 3.16) y 146 VHN en la bebida aromatizada (pH 3.13). Los datos recopilados se sometieron a análisis estadísticos diversos, los cuales demostraron que la bebida isotónica resultó ser más erosiva en comparación con las otras bebidas. En última instancia, se concluyó que no existe una relación evidente entre el efecto erosivo y los valores de pH, acidez titulable y capacidad de amortiguación de las bebidas estudiadas.

El esmalte dental estructura también es conocida como sustancia o tejido adamantino y se sitúa en la parte visible de la corona dental, recubriendo la dentina. Es renombrado como el tejido más resistente del cuerpo humano, debido a su formación de prismas de hidroxiapatita, que están altamente mineralizados. ^{19, 20}.

La hidroxiapatita está constituida principalmente por fosfato de calcio ($\text{Ca}_{10} [\text{PO}_4]_6 [\text{OH}]_2$) y representa a la matriz inorgánica, la cual conforma un 95% del esmalte, el otro 5% que conforma el esmalte dental es la matriz orgánica, la cual está representada por un 1% de proteínas y un 4% de agua ^{19, 20}.

La hidroxiapatita presenta un espesor de 25 nm y un ancho de 100 nm, que se van a combinar de manera sistemática dando forma a una fibra de unos 4 a 8 nm de diámetro denominada prisma, la cual se va a extender desde la unión amelodentinaria hacia la superficie del esmalte, este mineral está compuesto principalmente por calcio y fósforo, sin embargo estudios basados en el análisis químico muestran que este mineral en el esmalte no se encuentra de forma pura, ya que presenta impurezas como sodio, magnesio y cloro en su composición química, también se sabe que la concentración de estas sustancias disminuye a medida que se acerca a la superficie del diente y aumenta a medida que se encuentra más próximo a la unión amelodentinaria ^{20, 22}.

La hidroxiapatita químicamente está compuesta por iones como calcio (Ca^{+2}), fosfato (PO_4^{-3}) e hidroxilo (OH^-), los cuales están unidos mediante enlaces iónicos debido a sus elevadas cargas eléctricas que se repelen. Estos iones pueden interactuar con las moléculas de agua, que también portan carga eléctrica. Cuando el pH disminuye, se liberan iones H^+ que migran hacia el esmalte, donde interactúan con los iones PO_4^{-3} y OH^- para generar

compuestos como fosfatos primarios (HPO_4^{-2}), fosfatos secundarios ($\text{H}_2\text{PO}_4^{-1}$), ácido fosfórico y agua. Esta disminución en la concentración de los iones PO_4^{-3} y OH^- contribuye a una mayor pérdida de iones de los cristales de hidroxiapatita que componen el esmalte ²³.

En la escala de dureza de Mohs el esmalte presenta una dureza en de cinco, siendo equivalente a la apatita, esta dureza va en decrecimiento a medida que se acerca a la unión amelodentinaria, debido a la distribución de los prismas del esmalte y el grado de mineralización que presenta, el esmalte dental presenta una dureza entre los 3 GPa y 6 GPa dependiendo la zona ^{22, 24}.

El grosor del esmalte varía dependiendo la zona cubierta siendo la de mayor espesor las zonas de las cúspides de los molares y premolares, llegando a tener 2 a 2.5 mm de grosor y disminuyendo el espesor a medida que se acerca al cuello dental, pero al ser una estructura compuesta de tan solo 5% de material orgánico y agua, presenta una escasa elasticidad, teniendo una tendencia a formar macro y micro fracturas, por lo tanto, hacia las zonas más profundas del esmalte y en las zonas de los cuellos del diente presenta mayor elasticidad debido al mayor contenido de matriz orgánica. Los valores de elasticidad del esmalte oscilan entre los 70 y 120 GPa, en ocasiones superando al circonio (95 GPa), el oro (77 GPa) y la Plata (76 GPa) ^{21, 24}.

Existe una vía microscópica de transporte molecular en el esmalte, esto se debe a que ese 1% de agua en la matriz orgánica del esmalte, se encarga de transportar los iones desde la superficie del esmalte hacia su interior, haciendo posible el aporte de sustancias al

esmalte como el flúor, ya que tiene la capacidad de captación de iones; se tiene que tener en cuenta que esta capacidad se verá reducida en dientes de personas de avanzada edad ²⁴.

Debido a su alta concentración mineral, el esmalte dental se convierte en la parte más densa a los rayos X en el cuerpo humano, lo que lo hace altamente radiopaco. tanto así que cuando existe un área descalcificada debido a presencia de caries dental se torna radiolucida dando a conocer la presencia de dicha alteración o patología en la estructura del esmalte ²⁴.

La utilización de los dientes de procedencia bovina está siendo altamente fomentado por los comités de ética, para su uso en investigaciones *in vitro*, debido a su mayor disponibilidad y gran tamaño, ya que las extracciones dentales por tendencia a los tratamientos conservadores ya no se realizan con frecuencia, a menos que el sustrato se encuentre perdido, por lo que no podrían ser parte de un estudio ^{25, 26}.

Los dientes bovinos que en su mayoría abarcan los estudios son los incisivos, ya que estos presentan una similitud anatómica y estructural al diente humano, estos dientes también se componen de una corona y una raíz con un estrechamiento entre la unión de ambas estructuras, y se encuentran conformadas por esmalte, dentina y cemento ²⁷.

Al igual que los dientes humanos los incisivos bovinos presentan una corona dental de forma trapezoidal, con una longitud aproximada de su largo mesiodistal en su tercio incisal de 14 mm, tercio medio de 12 mm, tercio cervical de 10 mm y una altura cérvico-incisal de 21 mm aproximadamente ²⁷.

Si bien existen un gran número de estudios que cuestionan su uso para la realización de estudios por diferencias mínimas que pueden representar algunas estructuras específicas, siempre se debe tener en cuenta las propiedades de la estructura dental a estudiar ²⁸.

Es reconocido que el esmalte de origen bovino contiene una cantidad superior de material interprismático, atribuible a sus dimensiones mayores, sin embargo, estudios histológicos afirman que los dientes bovinos tienen similitud a los dientes humanos en las técnicas por desgaste ⁸.

Es por ello que estudios que evaluaron la dureza del esmalte humano con el esmalte bovino expuestos a sustancias ácidas muestran valores de dureza indistinguibles entre ambos tipos de esmalte, dejando en claro la idoneidad y justificación del uso de esmalte bovino es este tipo de estudio ²⁹.

Las bebidas energéticas son un producto de venta libre, mayormente consumida por la población joven y adulto joven, buscando aumentar su capacidad mental y física, esto es debido a que el producto se promociona como una bebida creada para incrementar la resistencia física, brindar una sensación de bienestar y estimular las capacidades cognitivas ^{30, 31}.

En Latinoamérica estudios revelan que más de un 64% de la población a ingerido este tipo de bebidas siendo en su mayoría de forma recreacional, mezclándolo con bebidas alcohólicas; la edad de los consumidores en esta población va desde personas entre 14 y 25 años de edad ³¹.

Las bebidas deportivas tienen la función principal de brindar una mayor hidratación y remplazo de los electrolitos para poder mantener el rendimiento físico, este tipo de bebidas está compuesto por pequeñas cantidades de carbohidratos y electrolitos como sodio, potasio, calcio y magnesio. Por otra parte, las bebidas energéticas no son consideradas bebidas deportivas debido a que contienen una elevada cantidad de carbohidratos junto con nutrientes que intervienen en el rendimiento físico y mental ³².

Las bebidas energéticas están compuestas por cafeína, este ingrediente es el más utilizado para este tipo de bebidas, presenta una rápida absorción y un aumento en su concentración plasmática alrededor de los 30 minutos, este componente que estimula el sistema cardiaco aumentando considerablemente la producción de epinefrina en el cuerpo cuando es consumida por medio de bebidas ³².

El carbohidrato es otro ingrediente esencial de estas bebidas es la de una fuente de carbohidratos como por ejemplo la glucosa, sacarosa, maltodextrina, glururonolactona y otros, la importancia del contenido de glucosa es que antes y durante La práctica de ejercicios físicos contribuye a mantener los niveles de glucosa en la sangre y el almacenamiento de glucógeno en los músculos ³².

A estas bebidas también se les suelen agregar electrolitos a su composición y también adicionarles una pequeña cantidad de vitaminas (riboflavina, vitamina B6, vitamina B12 y vitamina C). Sin embargo, no existe evidencia de que la concentración de estas vitaminas influya en el estado físico. Como se sabe estas bebidas también se promocionan como una mejora del estado mental, debido a que presenta taurina y otros nutrientes enfocados a ese propósito, también se les agrega estimulantes como guaraná y té verde ³².

Es importante considerar que las bebidas energéticas contienen ácidos cítricos y fosfóricos en su composición, los cuales provocan la eliminación de iones de calcio del esmalte dental, descomponiendo su estructura, si bien este fenómeno se da por interacción de varios factores en la boca el pH de estas bebidas debido al contenido de sus ácidos es el factor que más predispone a esta condición ³³.

Componentes de las bebidas energéticas del estudio:

	Red Bull®	Volt®
Ingredientes principales	Agua, azúcares, ácido cítrico, taurina, citrato de sodio, cafeína, vit B8, vit B3, vit B5, vit B6, vit B2 y vit B12.	Agua, azúcar, ácido cítrico, taurina, citrato de sodio, glucuronolactona, esencia de guaraná, cafeína, vit B3, vit B5, vit B6, vit B2, y vit B12
Cafeína	47.2 mg	99.4 mg
Taurina	1000 mg	1892 mg
Glucoronolactona	No presenta	1135 mg
Azúcar	27.2 g	49.8 g
Sodio	105.03 mg	326.6 mg

Cuadro 1. Cuadro comparativo de los componentes de la bebida energética Red Bull® y Volt®. (Revista del consumidor - 2015) ³⁴.

El consumo de bebida energética en el Perú, se ha observado un aumento en la ingesta de bebidas energéticas en los últimos años. Este incremento puede atribuirse a la entrada en el mercado peruano de Volt®, una marca perteneciente al grupo AJE. Volt® fue abandonado en el mercado peruano en el año 2010, sin embargo, su expansión significativa ocurrió en 2015, cuando experimentó un crecimiento excepcional. Este aumento se debió a una estrategia implementada por AJE que apuntó no solo a los consumidores de los sectores A y B, sino que también se expandió hacia otros sectores mediante una reducción en el precio de

la bebida. Esto permitió a Volt® capturar un notable 93% del mercado en términos de volumen de ventas ³⁵.

En el contexto peruano, las bebidas energéticas se encuentran dentro de la categoría de bebidas no alcohólicas, la cual engloba gaseosas y jugos azucarados. Estas últimas han experimentado una reducción en su consumo durante los últimos años. No obstante, a diferencia de las mencionadas, las bebidas energéticas han experimentado un crecimiento notable del 653,3% en volumen y del 305,3% en facturación hasta la fecha, de acuerdo a información proporcionada por Euromonitor Internacional ³.

Por otro lado, Red Bull® hizo su entrada al mercado peruano en el año 2002, focalizándose en los segmentos A y B de la población y posicionando su producto en lugares modernos como bares, clubes y supermercados. Gracias a su amplia experiencia, esta bebida se estableció rápidamente en el mercado peruano. No obstante, debido a la orientación estratégica, la innovación constante y su enfoque en diversos sectores, la bebida Volt® ha ganado la preferencia de los consumidores peruanos ³⁷.

Se ha documentado que la bebida energética Red Bull® presenta un nivel de pH aproximado de 3.30, mientras que Volt® tiene un pH de 4.59, según estudios realizados en el Perú ¹⁰.

En el estudio realizado se midió la dureza del esmalte, la dureza se caracteriza como la capacidad de una estructura superficial muestra para resistir la deformación ocasionada por el rayado o la penetración de materiales más rígidos, o también como la habilidad que una superficie para oponerse a la penetración de un objeto puntiagudo bajo una carga específica ³⁸.

De acuerdo a esta definición, el método empleado para evaluar la dureza de una superficie implica el procedimiento de rayar o penetrar la muestra, aplicando una carga predefinida mediante un indentador ¹³.

En el año 1820, F. Mohs desarrolló una escala mineralógica de dureza o resistencia, la cual jerarquiza los distintos cuerpos en función de su capacidad de resistir el rayado, ordenándolos de manera que cada uno pueda ser rayado por cualquier sustancia ubicada en un nivel superior ³⁸.

- | | |
|-------------|---------------|
| 1. Talco | 6. Feldespato |
| 2. Yeso | 7. Cuarzo |
| 3. Calcita | 8. Topacio |
| 4. Fluorita | 9. Corindón |
| 5. Apatita | 10. Diamante |

Cuadro 2. Clasificación de dureza de Mohs (Santos E, et al. 2001) ³⁸.

Se debe tener en cuenta que el esmalte dental presenta un valor de dureza de cinco en la escala de Mohs igualando a la apatita.

Actualmente existen diversas pruebas para determinar la dureza de distintas estructuras, pero la mayoría de estas se basan en el mismo método de resistencia de un material a ser penetrado por la punta de un diamante con una carga y tiempo predeterminado, estas pruebas pueden ser de macro o micro indentación dependiendo de la carga que los indentadores transportan ³⁹.

Para el estudio de la dureza del esmalte dental las pruebas de micro indentación o también llamadas prueba de microdureza (Vickers y Knoop) son las más adecuadas debido a que este método permite medir la dureza en estructuras finas y abarca poca estructura ³⁹.

La prueba de durometro es el método más usado actualmente, llamada también ensayo universal, debido a que puede medir todo tipo de dureza de una gran variedad de materiales sin importar el estado o espesor que presenten, esta prueba abarca dos rangos de cargas: micra (10 g – 1000 g) y macro (1 kg – 100 kg) ⁴⁰.

Esta prueba consta de un indentador de diamante que presenta una forma piramidal cuya base es cuadrada y sus paredes laterales forman un ángulo de 136°, la cual se hace penetrar sobre la superficie a estudiar por medio de una carga (p) definida, y esta se mantiene durante 10 a 15 segundos ^{38, 39}.

El indentador va a producir en la superficie de la muestra, una impresión de forma cuadrada, cuyas diagonales ($d_1 - d_2$) se miden mediante microscopía, estos valores obtenidos de las diagonales formadas gracias a la indentacion y mediante la realización de una formula, nos dan como resultado la dureza Vickers (HV) la cual es la expresión entre la carga ejercida y el área de la huella ^{39, 40, 41}.

Debido a que el valor del ángulo de diamante no varía de 136° se utiliza la siguiente formula de trabajo:

$$HV = 1,8544 \frac{P}{d^2}$$

Gráfico 1 Fórmula para determinar la dureza vickers (Calle G, et al.⁴¹ 2004)

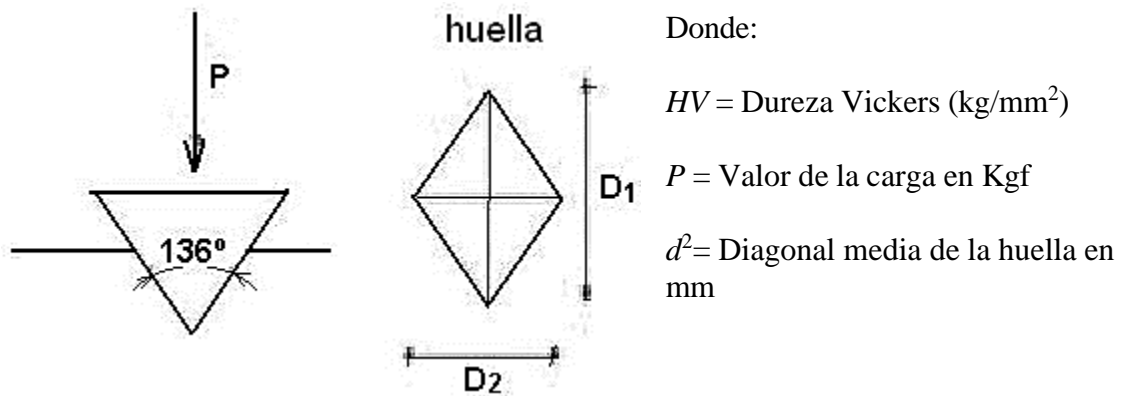


Gráfico 2. Diagrama de ensayo de dureza Vickers (Fullmecanica.⁴² 2014)

Hipótesis

H_0 : El esmalte dental expuesto a las bebidas energéticas Red Bull® y Volt® no presenta *in vitro*, una diferencia significativa en la pérdida de la microdureza superficial.

H_1 : El esmalte dental expuesto a las bebidas energéticas Red Bull® y Volt® presenta *in vitro*, una diferencia significativa en la pérdida de la microdureza superficial.

II. METODOLOGÍA

2.1. Enfoque, tipo y diseño de investigación

Enfoque: Cuantitativo

Tipo: Explicativo

Este estudio de investigación adopta una estructura:

Experimental: Ya que el investigador ha intervenido en las variables que se consideran independientes.⁴³ Durante la investigación, se realizaron modificaciones en las muestras de esmalte procedentes de ganado bovino.

Prospectivo: se refiere a que los investigadores harán seguimiento y observarán a la muestra correspondiente durante un periodo de tiempo y con ello recopilar información y a su vez registrar los resultados.⁴³ Al iniciar el estudio se registró la microdureza de las muestras para compararlas con los resultados finales.

Comparativo: contrasta ejemplares que pertenecen al mismo grupo en cuanto a alguna propiedad o variable⁴³. En el estudio se compara la pérdida de microdureza a la exposición a dos bebidas energéticas.

Analítico: Se dedica a explicar y abordar las razones o causas detrás de la manifestación de un fenómeno específico o los eventos planificados para su observación.⁴³ En el contexto de este estudio, se realizaron manipulaciones en las soluciones de las bebidas energéticas Red Bull ® y Volt ®.

2.2.Población y muestra

Población

La población incisivos de origen bovino en excelente estado.

Criterios de selección

a) Criterios de inclusión

- Incisivos bovinos en buen estado.
- Incisivos bovinos con menos de 1 mes de haber sido exodonciados.
- Incisivos bovinos con superficies vestibulares planas.

b) Criterios de exclusión

- Incisivos bovinos que presente líneas de fractura.
- Incisivos bovinos que presente fractura de la corona.
- Incisivos bovinos que presente pigmentaciones blancas.
- Incisivos bovinos con anomalías de estructura

c) Criterios de eliminación

- Incisivos bovinos fracturados por durómetro.

Muestra

Los dientes fueron separados de su raíz y la corona fue dividida en cuatro partes para aumentar el número de muestras a estudiar, se obtuvieron 30 muestras de esmalte dental bovino para la elaboración del estudio.

Para determinar el tamaño de la muestra, se empleó la siguiente fórmula:

$$n = 2 \left(z_{\frac{\alpha}{2}} + z_{\beta} \right)^2 (DE)^2 / d^2$$

Dónde:

n : tamaño de muestra para el grupo de estudio.

α : probabilidad de cometer error tipo I.

β : probabilidad de cometer error tipo II.

Z : valor estándar de la distribución normal asociada a un tipo de error.

DE: desviación estándar.

d : diferencia entre promedios para rechazar igualdad de medias.

Requerimientos:

De una confianza al 95% ($\alpha=0.05$, $Z=1.96$), y una potencia en la prueba del 80% ($\beta=0.20$,

$Z=0.84$), para ($DE/d=0.80$).

$$n = 2(1.96+0.84)^2(0.8)^2$$

$$n = 10$$

2.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnica: Prueba de dureza

Instrumento: Para medir la dureza del esmalte superficial bovino se realizó la prueba de dureza Vickers ISO 6507 – 3:2005/ ASTM E92-82:2003. (Anexo 1)

Equipo: Durómetro INDENTEC. El equipo se encuentra en el laboratorio de concreto y reciclado, de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo, el cual se calibró con una carga de 5 Kgf con un tiempo de 15 segundos.

Calibrador: Identec Hardness Testing Machines Ltd.

Identador: Regular Length diamond

Ficha de recolección de datos. (Anexo 1)

Hoja de certificación de ejecución del proyecto (Anexo 2)

2.4. Técnicas de procesamiento y análisis de la información:

Selección de sustrato de esmalte a estudiar

Considerando que los dientes bovinos ofrecen una mayor recomendación en investigaciones in vitro debido a su manipulación más sencilla, y dado que existe una disparidad de tamaño entre los dientes bovinos y sus contrapartes humanas, así como similitudes histológicas en cuanto a la técnica de desgaste dental, se optó por emplear esmalte de procedencia bovina en el estudio. Esto se debe a que existen investigaciones

previas sobre las propiedades químicas que respaldan la justificación de su uso en investigaciones odontológicas ⁸.

Los dientes bovinos que en su mayoría abarcan los estudios son los incisivos ya que estos presentan una similitud anatómica y estructural al diente humano, como una corona y una raíz con un estrechamiento a nivel de la unión de ambas estructuras, y se encuentran conformadas por esmalte, dentina y cemento ²⁷.

Obtención de dientes incisivos de origen bovino

Los incisivos de origen bovinos fueron extraídos por el investigador directo de las mandíbulas de los animales, las cuales fueron otorgadas por una empresa distribuidora de productos de ganadería “Extra Carnes”, la empresa obtuvo cuatro mandíbulas de bovinos un día después de su defunción con fines alimenticios, en el camal que abastece a la empresa, estas mandíbulas fueron entregadas al investigador un día después y se les realizó la extracción de los incisivos centrales ⁴⁵.

Obtención de muestras de esmalte bovino

Los incisivos que satisficieron los requisitos definidos para la selección, en términos de inclusión y exclusión, fueron separados de sus raíces por medio de un corte realizado con un disco de carburo de tungsteno en la región de unión entre el cemento y el esmalte. Esto resultó en la obtención de la corona clínica del incisivo, la cual fue dividida de forma equitativa en cuatro secciones mediante cortes sagitales y horizontales. Este enfoque incrementó el número de muestras de esmalte bovino disponibles para el estudio ⁴⁶. (Anexo 4)

Confección de probetas de esmalte

Se realizó la confección de probetas de esmalte dental, ya que estas sirven para el posicionamiento de la muestra de esmalte al momento de medir su dureza mediante la indentación.

Se usó un tubo de PVC de 2.5 cm de diámetro la cual se seccionó a cada 1.5 cm para obtener 30 anillos de PVC de 25 mm (D) x 15 mm (H), la cual sirve como matriz para la confección de las probetas.

Sobre una platina de vidrio se colocó el anillo de PVC obtenido y se procedió a la preparación de acrílico resinoso autopolimerizable transparente (Vitacron – Vitacryl), la cual se vertió dentro del anillo de PVC en su fase plástica y sobre su superficie se posicionó la muestra de esmalte de origen bovino, centrada y de tal manera que quedara paralela a la platina ⁴⁷. (Anexo 7)

Conformación de grupos experimentales

Se agruparon las probetas de esmalte bovino de manera aleatoria según la bebida a ser sumergida. Las unidades experimentales fueron diez probetas de esmalte de bovino por grupo:

- Grupo Control: n= 10
- Grupo Red Bull®: n= 10
- Grupo Volt®: n= 10

Las probetas confeccionadas se tabularon con un código respecto a la sustancia a ser expuesta y un número para diferenciarlas los especímenes: Grupo Control (C- 1), Grupo Red Bull® (R-1), Grupo Volt® (V-1) ⁴⁸.

Almacenamiento de las muestras de esmalte bovino

Las muestras de esmalte bovino agrupadas, se almacenaron en tres recipientes plásticos rotulados con el nombre correspondiente a cada grupo, la cual contenía suero fisiológico a temperatura ambiente ⁴⁷.

Todos los procedimientos de almacenamientos se llevaron a cabo en el laboratorio de concreto y reciclado de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo.

Fase experimental

Muestreo de las probetas

Las probetas confeccionadas con el fragmento de esmalte bovino se dividieron con una línea en dos lados (Izquierdo y derecho) para evitar una identificación cruzada en las tomas de microdureza inicial y final. (Anexo 7)

- A: Lado izquierdo de la muestra
- B: Lado derecho de la muestra

Prueba de microdureza inicial del esmalte dental de origen bovino

Las 30 muestras de esmalte bovino agrupadas, fueron llevados al laboratorio de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo durante el mes de febrero del año 2019.

Allí se realizó la prueba de dureza vickers seleccionada para el estudio con el durómetro INDENTEC el cual se calibró con una carga de 5 Kgf y con un tiempo de 15 segundos de indentación⁴⁷.

Se posicionó la probeta con la muestra de esmalte bovino en la mesa de trabajo del durómetro y se realizó la indentación en el lado “A” de todas las muestras agrupadas.

Mediante el microscopio que tiene integrado el durómetro, se realizó la medición de las huellas dejadas en el esmalte por la indentación y se procedió a la realización del cálculo de dureza Vickers (HV).

Exposición del esmalte de origen bovino a las bebidas energéticas

Con los datos obtenidos de la microdureza inicial de los esmaltes sin alteraciones, se procede inmediatamente a la exposición de las muestras a las bebidas energizantes.

Grupo Red Bull®: las 10 muestras correspondientes al grupo, fueron extraídas y colocadas en un recipiente rotulado, semejante al del almacenamiento, en el recipiente se vertió todo el contenido de una lata regular de Red Bull® (250 ml) inmediatamente después de abrir el envase, las muestras fueron expuestas a la bebida por 15 minutos a temperatura ambiente, luego fueron sacadas y enjuagadas con suero fisiológico, para volver a almacenar.

Grupo Volt®: las 10 muestras correspondientes al grupo, fueron extraídas y colocadas en un recipiente rotulado, semejante al del almacenamiento, en el recipiente se vertió todo el contenido de una botella de Volt® (300 ml) inmediatamente después de abrir el envase,

las muestras fueron expuestas a la bebida por 15 minutos a temperatura ambiente, luego fueron sacadas y enjuagadas con suero fisiológico, para volver a almacenar.

Grupo Control: las muestras no fueron extraídas de la solución de cloruro de sodio durante siete días.

El procedimiento se realizó 1 vez al día por 7 días con un intervalo de 24 horas entre cada evento ⁴⁷.

Prueba de microdureza final del esmalte dental de origen bovino

Luego de la exposición de las muestras a las bebidas energéticas al séptimo día, fueron nuevamente llevadas al laboratorio de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo, donde se volvió a realizar la prueba de dureza vickers, calibrando al durómetro con una carga de 5 Kgf y con un tiempo de indentación, similar a la toma de microdureza inicial.

Se posicionó la probeta con la muestra de esmalte bovino en la mesa de trabajo del durómetro y se realizó la indentación en el lado “B” de todas muestras agrupadas.

Mediante el microscopio que tiene integrado el durómetro, se realizó la medición de las huellas dejadas en el esmalte por la indentación y se procede a la realización del cálculo de dureza Vickers (HV) ⁴⁷.

Las medidas de microdureza inicial y final del estudio fueron realizadas por el personal del laboratorio de concreto y reciclado, departamento de materiales de la Facultad de

Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo, la cual estaba a cargo del Ingeniero Ivan Vásquez Alfaro.

Con los datos de la microdureza inicial y final de los esmaltes expuestos a cada solución, se procedió al llenado de la ficha de recolección de datos. (Anexo 5)

Análisis de la información

Los resultados obtenidos en el experimento se registraron en bases de datos utilizando IBM SPSS Statistics versión 24. Se empleó la prueba estadística T de Student para analizar los datos, calculando medidas como la media (\bar{x}), el desvío estándar y el coeficiente de variación.

La prueba fue llevada a cabo con un nivel de significancia del 5%. Los datos fueron organizados y se presentaron en tablas y gráficos estadísticos para su posterior análisis e interpretación.

Para evaluar si hubo un efecto, se obtuvo la prueba T de Student para muestras dependientes, comparando la microdureza inicial con la final en cada uno de los grupos.

Asimismo, para determinar si existían diferencias en los efectos entre los diferentes grupos, se aplicó la prueba T de Student para muestras independientes.

2.5.Aspectos éticos en investigación

En la realización de este estudio, se adhirieron a los lineamientos éticos realizados por la Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote. Específicamente, se sigue el principio relacionado con la tuvieron del medio ambiente y la biodiversidad, el cual subraya que cualquier investigación realizada a cabo debe tener en cuenta el respeto hacia los animales y la conservación del entorno, incluyendo las plantas, prevaleciendo sobre los objetivos científicos ⁴⁹.

Si bien, las muestras de esmalte del estudio son de origen bovino, no se manipuló a estos animales directamente, ya que las mandíbulas de las cuales el investigador extrajo los incisivos, fueron solventadas luego de la defunción del animal en un camal la cual tuvo un propósito alimenticio, por lo que el estudio respeta el principio ya antes mencionado.

III. RESULTADOS

Tabla 1. Efecto *in vitro* de dos bebidas energéticas sobre la microdureza superficial del esmalte dental de origen bovino.

	Microdureza Inicial Media (Kg/mm ²)	Microdureza Final Media (Kg/mm ²)	Efecto Media (Kg/mm ²)	Desviación estándar	Media de error estándar	t	gl	Sig. (bilateral)
Grupo Red Bull®	155.2	82.4	72.800	46.0114	14.5501	4.935	9	.001
Grupo Volt®	123.4	80.9	42.520	12.2302	3.8675	10.736	9	.000
Grupo Control	136.6	135.88	.867	.6801	.2267	-.588	9	.573

p*: Prueba T de Student para muestras dependientes.

Nivel de significancia estadística (p<0.05)

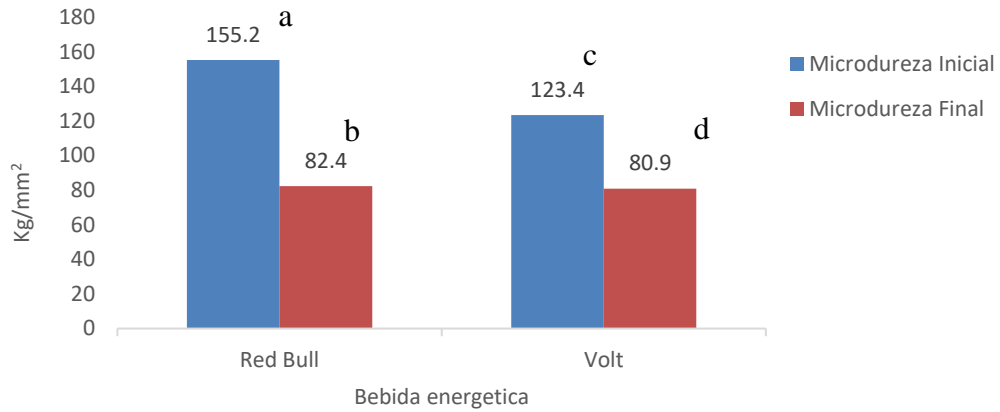
Fuente: Datos proporcionados por el investigador

Grupo Red Bull®: el valor de significación (Sig. bilateral = 0.001) es inferior a 0.05, por lo tanto, las medias no son similares, la microdureza inicial tiene mayor valor. Existe un efecto *in vitro* sobre la microdureza.

Grupo Volt®: el valor de significación (Sig. bilateral = 0.000) es inferior a 0.05, por lo tanto, las medias no son similares, la microdureza inicial tiene mayor valor. Existe un efecto *in vitro* sobre la microdureza.

Grupo Control: el valor de significación (Sig. bilateral = 0.573) es Superior a 0.05, por lo tanto, las medias de microdureza inicial y final son similares. No existe un efecto *in vitro* sobre la microdureza.

Gráfico 3. Comparación de las medias de microdureza inicial y final del esmalte dental de origen bovino expuesto a las bebidas energéticas Red Bull® y Volt®.



p*: prueba T de Student para muestras dependientes.
Nivel de significancia estadística ($p < 0.05$)
Letras diferentes significan diferencias significativas.
Fuente: Datos proporcionados por el investigador.

En el gráfico se observa una mayor discrepancia entre la microdureza inicial y final de la bebida energética Red Bull® 72.8 Kgf/mm²; en comparación al grupo Volt® 42.5 Kgf/mm².

Tabla 2. Prueba T de Student para comparar el efecto *in vitro* entre las bebidas energéticas Red Bull® y Volt® sobre la de microdureza superficial del esmalte de origen bovino

	Efecto Media (Kg/mm ²)	Prueba de Levene		Prueba T para igualdad de medias			
		Sig.	t	gl	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	Sig. (bilateral)
Grupo Red Bull®	72.800	.003	2.011	18	30.2800	15.0553	.060
Grupo Volt®	42.520						

p*: prueba T de Student de muestras independientes

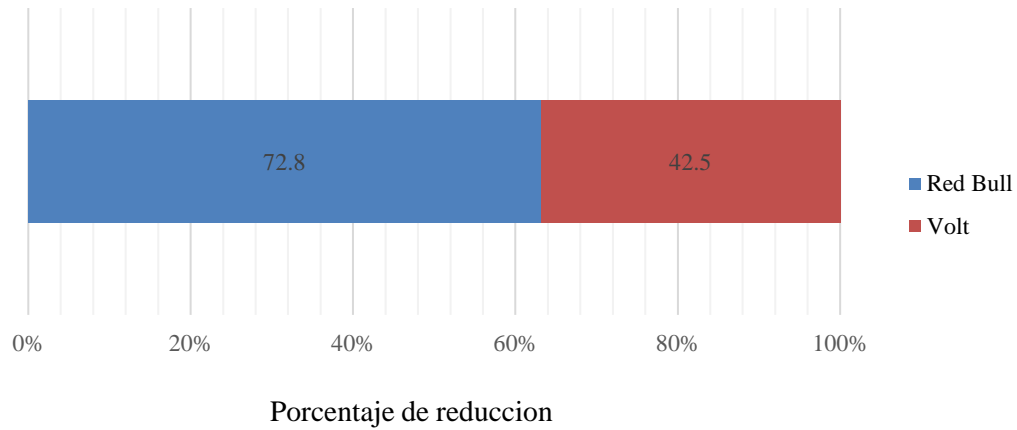
Nivel de significancia estadística (p<0.05)

Fuente: Datos proporcionados por el investigador

Se asumen varianzas iguales.

En la prueba T de Student de muestras independientes el valor de nivel de significación (Sig. bilateral = 0.060) es superior a 0.05, por lo tanto, se acepta Ho, El esmalte dental expuesto a las bebidas energéticas Red Bull® y Volt® no presenta *in vitro*, una diferencia significativa en la pérdida de la microdureza superficial.

Gráfico 4. Porcentaje de reducción de la microdureza superficial del esmalte de origen bovino expuesto a las bebidas energéticas Red Bull® y Volt®.



p*: prueba T de Student de muestras independientes
Nivel de significancia estadística ($p < 0.05$)
Fuente: Datos proporcionados por el investigador

De la totalidad (100%) de la disminución de microdureza superficial del esmalte de origen bovino expuesto a las bebidas energéticas Red Bull® y Volt®, el 62% de disminución microdureza correspondió a la de exposición a Red Bull® (72.8 Kg/mm²) y el otro 38% de disminución de microdureza corresponde a la exposición a Volt® (42.5 Kg/mm²).

IV. DISCUSIÓN

El presente estudio comparó el efecto de dos bebidas energéticas sobre el esmalte dental de origen bovino, esto es debido a que el consumo de las bebidas energéticas ha ido en aumento en la población joven y adulto joven del Perú ³⁵.

Las bebidas energéticas se promocionan como bebidas que producen un aumento de la capacidad física y mental de las personas, ya que no solo tiene componentes como la cafeína y carbohidratos para aumentar la resistencia física, sino que también contienen nutrientes como la taurina para mejorar el estado mental, es por ello que no son consideradas como bebidas deportivas, ya que las bebidas deportivas solo contienen pequeñas cantidades de carbohidratos y electrolitos ³².

También es de conocimiento que las bebidas energéticas presentan un alto contenido de ácido cítrico, mostrando valores de pH menor a 5.5, siendo éste el pH crítico del esmalte dental para su desmineralización ⁵⁰.

Un pH ácido no solo puede descomponer al esmalte de origen humano, sino también al esmalte de origen bovino, ya que esta estructura a diferencia de la dentina presenta similitudes a nivel macro y microscópicas con su contraparte humana, es por ello, que el uso de este tipo de sustratos para la realización de investigaciones se encuentra altamente fomentado en los comités de ética, por lo que este estudio se realiza con muestras de esmalte de origen bovino ^{25, 26}.

Los resultados obtenidos dan a conocer que no existe una diferencia significativa (Sig. bilateral = 0.060) entre los valores de microdureza inicial y final de los esmaltes de origen

bovino expuestos a las bebidas energéticas Red Bull y Volt® (Tabla 2). Sin embargo, el esmalte dental expuesto a la bebida energética Red Bull® presentó una mayor reducción de la dureza superficial (72.8 Kgf/mm²), a comparación de la bebida energética Volt® (42.5 Kgf/mm²) (Grafico 4), teniendo en cuenta que Red Bull® presenta un pH de 3.30 y Volt® un pH de 4.59, se cumple con la premisa de que el valor de pH estaría directamente relacionado con la pérdida de estructura del esmalte dental ^{10, 12}.

De igual manera Santos A.¹³, buscó determinar el efecto erosivo de las bebidas energizantes Red Bull®, Volt® y Monster Energy® sobre el esmalte dental, en un periodo de exposición a las bebidas energéticas de tres días, encontrando al finalizar el estudio, que la bebida energética Red Bull® causó mayor reducción de la microdureza (130 Kg/mm²), seguido de Monster Energy® (112 Kg/mm²) y Volt® (108 Kg/mm²), al comparar la media inicial y final de la microdureza del esmalte expuesto a las bebidas energéticas se encontró que existe una diferencia significativa entre estos valores, sin embargo, estos valores fueron comparados con el grupo control que consistió en suero fisiológico por lo que presentó un nivel de significancia de < 0.05, ya que esta solución no presenta características similares a una bebida energizante.

Por otra parte, Moon J, et al.¹⁷, realizaron un estudio con el propósito de analizar e investigar el efecto de bebidas energéticas sobre la erosión del esmalte, el cual se expuso 30 minutos a las bebidas, encontrando una reducción significativa de microdureza inicial y final a la exposición a Red Bull® (66.65 kg/mm²) y Volt® (61.96 kg/mm²), sin embargo, al comparar la reducción de microdureza producida por Red Bull® y Volt®, se determinó que no existe diferencia significativa entre estas. En el estudio se encontró a Volt® con un pH de 2.98 y a Red Bull® con un pH de 3.63, no obstante fue la bebida energética Red Bull®

la que causó mayor disminución de microdureza aunque esta diferencia no fue significativa, sin embargo; no correspondió a la bebida con el pH más ácido, es por ello que el estudio analizó la concentración de calcio y fósforo de las bebidas, encontrando una mayor concentración de calcio en Volt® de 77.21 mg/Kg en comparación a Red Bull® de 1.75 mg/Kg, por lo que refiere a que la concentración de calcio y fósforo en las bebidas disminuyen la desmineralización del esmalte, siendo esto otra posible causa de los resultados encontrados en el presente estudio.

Esto da a entender que el valor del pH no es un determinante del nivel de degradación del esmalte dental, como también lo refiere Amambal J.¹⁸, quien evaluó el efecto erosivo de bebidas industrializadas en relación con la acidez titulable, el nivel de pH y el efecto buffer. Las bebidas estudiadas fueron Inka Cola (pH 3.30), Sporade (pH 3.16) y Frugos (pH 3.13), dando como resultado que la bebida menos erosiva fue Frugos y la más erosiva Sporade, lo que no se corresponde con sus niveles de pH. Esto sugiere que no existe relación entre la degradación del esmalte y el valor de pH presente en las bebidas.

De la misma manera Huarhuachi Y.¹¹, buscó determinar la pérdida de estructura de esmalte mediante la disminución del peso de las muestras, las cuales fueron expuestas a bebidas ácidas, encontrando que las muestras de esmalte que presentaban mayor disminución de peso en gramos no correspondían a la bebida con el pH más ácido.

Si bien, el pH no es un factor que determine el grado de desmineralización de esmalte, la pérdida de calcio si nos da a conocer que existe una desmineralización del esmalte, como lo muestra el estudio de Cruces L, et al.¹⁵, quien analizó el desgaste químico y físico del esmalte dental expuesto a una bebida energética y una deportiva. Su estudio dio como

resultado una mayor reducción de la dureza del esmalte y una mayor pérdida de calcio de las muestras que fueron sumergidas en bebida energética, sin embargo, la bebida energética presentó un pH de 3.3 y la deportiva un pH 2.9, por lo que el valor de pH no determinó el grado de desmineralización ni la pérdida de dureza del esmalte.

Por otra parte, se sabe por el estudio de Matumoto, et al.¹², que la bebida energética Red Bull® presenta un nivel de acidez titulable más alta en relación con otras bebidas energéticas, por lo que esta bebida al ser ingerida compromete la capacidad buffer de la saliva manteniendo el pH en condiciones ácidas un tiempo prolongado.

Si bien los resultados obtenidos en el presente estudio no se pueden extrapolar a uno realizado en el medio bucal, es importante tenerlos en cuenta estos, ya que en condiciones del medio bucal estas bebidas energéticas podrían aumentar su potencial como lo demuestra, Vásquez M, et al.¹⁴, quien evidenció que una bebida con un pH ácido en combinación con saliva, produce una reducción significativamente mayor de la dureza del esmalte debido a la efervescencia provocada por la combinación del ácido cítrico y saliva.

Como se ha demostrado, el pH de las bebidas no determina el grado de descomposición del esmalte, sin embargo, el estudio de pérdida de calcio nos indica cuando el esmalte es desmineralizado, por lo tanto, se asume debido a la evidencia, que el grado de acidez de las bebidas no predispone al grado de pérdida de dureza del esmalte dental, ya que también se tiene que tener en cuenta el contenido de calcio y fósforo presente en las bebidas^{15,17,18}.

V. CONCLUSIONES

- La bebida energética Red Bull® presenta efecto erosivo *in vitro*, disminuyendo significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino en 72.8 Kgf/mm².
- La bebida energética Volt® presenta efecto erosivo *in vitro*, disminuyendo significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino en 42.5 Kgf/mm².
- No existe diferencia significativa entre el efecto erosivo *in vitro*, en la microdureza superficial del esmalte bovino expuesto a la bebida energética Red Bull® y volt®.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar estudios en los cuales se valore la pérdida de calcio del esmalte dental expuesto a la bebida energética Volt® y Red Bull®.
- Se sugiere realizar estudios sobre los contenidos de calcio y fosforo de las bebidas energéticas.
- Se sugiere realizar estudios sobre la acidez titulable de la bebida energética Volt®.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Naranjo Sierra M. Terminología, clasificación y medición de los defectos en el desarrollo del esmalte. Revisión de literatura. Univ. Odontol. 2013; 32(68): 33- 44.
2. Correa E, Mattos M. Microdureza superficial del esmalte dentario ante el efecto erosivo de tres bebidas gasificadas no alcohólicas. Estudio in vitro. Rev. Kiru. 2011; 8(2): 88-96.
3. Sueldo G, Pesantes L, Martucci D, Henostroza N. Erosión o corrosión dental: factores etiológicos y diagnóstico. Rev Actas Odontológicas. 2010; VII (2): 5- 11.
4. Cruces L, Damianoff S, López N. Efecto de las bebidas energizantes y deportivas en el desgaste físico y químico del esmalte dentario estudio in vitro. Acta Odontológica Venezolana. 2017; 55(1): 0-0.
5. Fresno M, Angel P, Arias R, Muñoz A. Grado de acidez y potencial erosivo de las bebidas energizantes Disponibles En Chile. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral. 2014; 7(1): 5-7.
6. Soft Drinks: el ascenso de las bebidas energizantes y el descenso de las gaseosas. Gestion [Internet]. 2020 [citado 25 abril 2020];. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/mercados/soft-drinks-el-ascenso-de-las-bebidas-energizantes-y-el-descenso-de-las-gaseosas-noticia/?ref=gesr>
7. LLaque M, Neyra E, Peña P, Rodriguez M. Analisis comparativo del ciclo de vida de los productos Volt y Red Bull [Trabajo de investigacion]. Lima-Peru: Universidad de lima. 2019.
8. Lezcano M, Navarro J, Gili M, Zamudio M. Caracterización histológica de tejidos dentarios bovinos con utilización del microtomo ISOMET© en la técnica histológica. Acta Odontológica Venezolana. 2016; 54(1): 0-0

9. Collazos Y. Efecto erosivo de tres bebidas industrializadas sobre el esmalte dentario. Estudio comparativo in vitro en el laboratorio sputtering, 2018 [Tesis]. Lima-Peru: Universidad Norbert Wiener; 2019.
10. Villavicencio D, Salazar J. Nivel Erosivo In Vitro Del Esmalte Dentario Expuesto A Bebidas Procesadas De Mayor Consumo En Cajamarca. [Tesis]. Cajamarca – Peru: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo; 2018.
11. Huarhuachi Y, Toledo J. Efecto Del Grado De Acidez De Bebidas Energizantes Como Erosivo En El Esmalte De Dientes De Bovino, Huancayo 2018. [Tesis]. Huancayo – Peru: Universidad Peruana Los Andes; 2018.
12. Matumoto M, Terada R, Higashi D, Fujimaki M, Suga S. In vitro effect of energy drinks on human enamel surface. Rev Odontol UNESP. 2018; 47(1): 57-62.
13. Santos A. Evaluación in vitro del efecto erosivo de tres bebidas hipertónicas disponibles en el Perú “Red Bull, Volt yellow, Monster Energy” frente a grupo control, sobre la superficie del esmalte dental, Lima-Ica 2017 [Tesis]. Ica-Peru: Universidad Alas Peruanas; 2017.
14. Vasquez M. Efecto erosivo de dos bebidas energéticas en piezas dentales anteriores: estudio in vitro [Tesis]. Quito-Ecuador: Universidad Central del Ecuador; 2017.
15. Cruces L, Damianoff S, López N. Efecto de las bebidas energizantes y deportivas en el desgaste físico y químico del esmalte dentario estudio in vitro. Acta Odontológica Venezolana. 2017; 55(1): 0-0.
16. Coronado G, Macedo N. Comparacion in vitro del efecto erosivo de tres bebidas energizantes en el esmalte dentario permanente, Puno-2016 [Tesis]. Puno-Peru: Universidad Nacional del Altiplano; 2016.
17. Moon J, Soon J, Jung S, Sung C. A Study on the Enamel Erosion Caused by Energy Drinks. J Dent Hyg Sci. 2014; 14(4): 597-609.

18. Amambal J. Estudio In Vitro del efecto erosivo de las bebidas industrializadas en el esmalte de dientes permanente humanos [Tesis]. Lima – Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2013.
19. Cuellar E, Pustovrh M. El papel de la enamelinina (MMP-20) en el desarrollo dentario: revisión sistemática. *Rev Fac Odontol Univ Antioq* 2016; 27(1): 154- 176.
20. Reyes J. Observacion del esmalte dental humano con microscopia electrónica. *Rev Tamé*. 2013; 1(3): 90-96.
21. Rivera C, Ossa A, Arola D. Fragilidad y comportamiento mecanico del esmalte dental. *Rev Ingenieria Biomedica*. 2012; 6(12): 0-0.
22. Durso G, Tanevitch A, Abal A, Llompart G, Perez P, Felipe P. Estudio de la microestructura del esmalte dental humano en relación con la microdureza y la composición química. *Cs Morfol*. 2017; 19(2):1-9.
23. Gonzalez J. Analisis quimico del esmalte humano tratado con sustancia remineralizante experimental [Tesis]. Bogota-Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 2015.
24. Herrera G. Valoración "in vitro" de las fuerzas de adhesión de un sistema adhesivo convencional y otro autograbante en esmalte de dientes temporales y permanentes [Tesis]. Madrid-España: Universidad Complutense de Madrid. 2012.
25. Tanaka J, Medici E, Salgado J, Salgado M, Moraes L, Moraes M, Castilho J. Comparative analysis of human and bovine teeth: radiographic density. *Braz Oral Res*. 2008; 22(4):346-51.
26. Abuabara A, Santos A, Aguiar F, Lovadino J. Evaluation of microleakage in human, bovine and swine enamels. *Braz Oral Res*. 2004; 18(4):312-6.

27. Posada M, Sanches C Gallego G, Vargas A, Restrepo L Lopez J. Dientes de bovino como sustituto de dientes humanos para su uso en la odontología. Revisión de literatura. Rev CES Odontologia. 2006; 19(1): 63-68.
28. Yassen G, Platt J, Hara A. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. Journal of Oral Science. 2011;53(3): 273-282.
29. Turssi C, Messias D Corona S, Serra M, Viability of Using Enamel and Dentin from Bovine Origin as a Substitute for Human Counterparts in an Intraoral Erosion Model. Braz Dent J. 2010; 21(4): 332-336.
30. Sanchez V, Blanco M, Bosch C, Vaque C. Conocimientos sobre las bebidas energéticas: una experiencia educativa con estudiantes de secundaria básica de Barcelona, España. Rev Esp Nutr Hum Diet. 2016; 20(4): 263 – 272.
31. Sanchez J, Romero C, Arroyave C, Garcia A, Giraldo F, Sanchez L. Bebidas energizantes: efectos beneficios y perjudiciales para la salud. 2015; 17(1): 79- 91.
32. Campbell B, Wilborn C, La Bounty P, Taylor L, Nelson M, Greenwood M, Ziegenfuss T, Lopez H, Hoffman J, Stout J, Schmitz S, Collins R, Kalman D, Antonio J, Kreider R. International Society of Sports Nutrition position stand: energy drinks. 2013; 10(1):1-16.
33. Fresno M, Angel P, Arias R, Muños A. Grado de acidez y potencial erosivo de las bebidas energizantes disponibles en Chile. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral. 2014; 7(1): 5-7.
34. Revista del consumidor. Bebidas con cafeína, taurina y otros ingredientes. 2015; 460(1): 56 – 69.
35. Volt, Red Bull y el boom de las bebidas energizantes. Publimetro [Internet]. 2016 [citado 25 abril 2020];. Disponible en: <https://publimetro.pe/vida-estilo/categoria-que-se-llena-energia-45336-noticia/?ref=pur>

36. Soft Drinks: el ascenso de las bebidas energizantes y el descenso de las gaseosas. Gestion [Internet]. 2020 [citado 25 abril 2020];. Disponible en: <https://gestion.pe/economia/mercados/soft-drinks-el-ascenso-de-las-bebidas-energizantes-y-el-descenso-de-las-gaseosas-noticia/?ref=gesr>
37. LLaque M, Neyra E, Peña P, Rodriguez M. Analisis comparativo del ciclo de vida de los productos Volt y Red Bull [Trabajo de investigacion]. Lima-Peru: Universidad de lima. 2019.
38. Santos E, Yenque J, Rojas O, Rosales V. Acerca del ensayo de dureza. Industrial Data. 2001; 2(4): 73-80.
39. Chavez B, Santos I, Urzedo R. Evaluación de la dureza del esmalte en dientes deciduos. Kiru. 2011 8(1): 2-6.
40. Flores R. Revisión de estudios sobre dureza superficial de materiales restauradores directos e indirectos realizados en los ultimos 30 años en la facultad de estomatología de la universidad peruana cayetano Heredia [Tesis]. Lima-Peru: Universidad Peruana Cayetano Heredia. 2018.
41. Calle G, Castro A, Montoya M. Adaptación de un sistema de reconocimiento de imágenes Brinell y Vickers. Scientia Et Technica. 2004; X(26): 79-84.
42. Fullmecanica. Dureza vickers [Internet]. 2014 [citado 01 junio 2020]. Disponible en: <http://www.fullmecanica.com/definiciones/d/1031-dureza-vickers>
43. Hernández R, Fernández C, Baptista P. Metodología de la investigación. 6a ed. México: Interamericana; 2014.
44. Delgado M, Llorca J. Estudios longitudinales: concepto y particularidades. Rev Esp Salud Pública. 2004; 78(2): 141-148.

45. Sifuentes A. Efecto de dos agentes blanqueadores sobre la microdureza superficial del esmalte, *in vitro* [Tesis]. Trujillo – Perú: Universidad Privada Antenor Orrego. 2015.
46. Correa E, Mattos M. Microdureza superficial del esmalte dentario ante el efecto erosivo de tres bebidas gasificadas no alcohólicas. Estudio *in vitro*. Kiru. 2011; 8(2): 88 – 96.
47. Mas L. Efecto erosivo valorado a través de la microdureza superficial del esmalte dentario, producido por tres bebidas industrializadas de alto consumo en la ciudad de lima. Estudio *in vitro* [Tesis]. Lima – Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2002.
48. Gomez C. Comparación del efecto *in vitro* de la microdureza en la superficie del esmalte en bloques de dientes de bovino tratadas con mi varnishtm (fluoruro de sodio al 5%) y duraphat® (fluoruro de sodio al 5%) [Tesis]. Lima – Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos. 2002. Universidad Privada de Ciencias Aplicadas. 2015.
49. Código de ética para la investigación. Universidad Católica los Ángeles de Chimbote. Chimbote-Perú. 2019; 1-6. Disponible en: <https://www.uladech.edu.pe/images/stories/universidad/documentos/2019/codigo-de-etica-para-la-investigacion-v002.pdf>
50. Núñez D, García L. Bioquímica de la caries dental. Revista Habanera de Ciencias Médicas. 2010; 9(2): 156-166.

ANEXOS

Anexo 1: Instrumentos de recolección de la información

GRUPO	ESPÉCIMEN	MICRODUREZA INICIAL	MICRODUREZA FINAL
RED BULL®	R-1		
	R-2		
	R-3		
	R-4		
	R-5		
	R-6		
	R-7		
	R-8		
	R-9		
	R-10		
VOLT®	V-1		
	V-2		
	V-3		
	V-4		
	V-5		
	V-6		
	V-7		
	V-8		
	V-9		
	V-10		
CONTROL	C-1		
	C-2		
	C-3		
	C-4		
	C-5		
	C-6		
	C-7		
	C-8		
	C-9		
	C-10		

Anexo 2: Ficha técnica



UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO
Departamento de Ingeniería de Materiales

FACULTAD DE INGENIERIA
Laboratorio de Concreto y Reciclado

INFORME N°10/FEB19

Solicitante : Gino Moncada Gallardo
DNI : 71488707
Muestreo realizado por : El Solicitante
Fecha de recepción : 13 de febrero del 2019

MUESTRA

Especimen : 30 probetas de 25 mm (D) - 15 mm (H)
Aplicación de Norma : ASTM E92-82:2003
Replicas : 30 x 2 = 60

ENSAYO A APLICAR

Vickers , BS EN ISO 6507- 3:2005 /ASTM E92-82:2003.

Equipo: Universal Hardness Tester

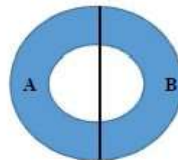
Calibrador: Identec Hardness Testing Machines Ltd., IN45297N, 453.1 HV+/-1.0

Identador: Regular length diamond

Calibración de sistema HV 10 :

Hardness Scale	Blok Serial Number	Specified Hardness	Value	Error
HV	IN45297N	453.1	452.2	0.9

Muestreo:



A: lado izquierdo de la muestra
B: lado derecho de la muestra

Jefe de Laboratorio: Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

Trujillo, 15 de Febrero del 2019

La hoja anexada certifica la realización de las pruebas de dureza, las cuales fueron realizadas por el personal del laboratorio de concreto y reciclado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo a cargo del Ing. Vásquez Alfaro Iván.

Anexo 3: Operacionalización de variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADOR	TIPO	MEDICIÓN
EFFECTO DE BEBIDA ENERGÉTICA (Independiente)	Bebida que incrementa la resistencia física y estimula las capacidades cognitivas, sin embargo, tiene componentes que pueden deteriorar el esmalte dental. ³⁰	Solución que se expuso a las muestras dentarias de origen bovino con esmalte en buena conservación.	Bebida	Cualitativo	Nominal
MICRODUREZA DE ESMALTE DENTARIO (Dependiente)	Propiedad que presenta una estructura a resistir de manera superficial el rayado o la penetración de cuerpos más duros. ³⁸ Se denomina microdureza a la prueba de dureza que presente bajas cargas. ³⁹	Diferencia entre los valores de microdureza inicial y microdureza final.	Kgf/mm ²	Cuantitativo	De razón

Anexo 4: Matriz de consistencia

Problema General	Objetivos	Hipótesis	Variables	Población	Metodología
<p>¿Cuál es el efecto <i>in vitro</i> sobre la microdureza superficial del esmalte dental expuesto a dos bebidas energéticas?</p>	<p>Objetivo general Comparar el efecto <i>in vitro</i> de dos bebidas energéticas sobre la microdureza superficial del esmalte dental.</p> <p>Objetivos Específicos Determinar el efecto <i>in vitro</i> sobre la microdureza superficial del esmalte dental expuesto a Red Bull®. Determinar el efecto <i>in vitro</i> sobre la microdureza superficial del esmalte dental expuesto a Volt®.</p>	<p>El esmalte dental expuesto a las bebidas energéticas Red Bull® y Volt® no presenta <i>in vitro</i>, una diferencia significativa en la pérdida de la microdureza superficial.</p>	<p>Microdureza del esmalte dentario</p>	<p>La población está conformada por esmalte dental de origen bovino</p>	<p>El tipo de investigación Cuantitativo Nivel de la investigación de la tesis Explicativo Diseño de la investigación Experimental, Prospectivo.</p>

Anexo 5: Datos Recolectados

GRUPO	ESPÉCIMEN	MICRODUREZA INICIAL	MICRODUREZA FINAL
RED BULL®	R-1	235.0 Kgf/mm ²	103.0 Kgf/mm ²
	R-2	54.5 Kgf/mm ²	41.2 Kgf/mm ²
	R-3	166.8 Kgf/mm ²	94.6 Kgf/mm ²
	R-4	106.0 Kgf/mm ²	90.6 Kgf/mm ²
	R-5	144.1 Kgf/mm ²	75.9 Kgf/mm ²
	R-6	186.6 Kgf/mm ²	86.0 Kgf/mm ²
	R-7	188.7 Kgf/mm ²	63.6 Kgf/mm ²
	R-8	101.1 Kgf/mm ²	83.5 Kgf/mm ²
	R-9	151.5 Kgf/mm ²	86.3 Kgf/mm ²
	R-10	217.7 Kgf/mm ²	99.3 Kgf/mm ²
VOLT®	V-1	115.3 Kgf/mm ²	101.2 Kgf/mm ²
	V-2	101.5 Kgf/mm ²	64.7 Kgf/mm ²
	V-3	112.2 Kgf/mm ²	63.6 Kgf/mm ²
	V-4	116.0 Kgf/mm ²	74.7 Kgf/mm ²
	V-5	138.1 Kgf/mm ²	85.3 Kgf/mm ²
	V-6	152.1 Kgf/mm ²	102.2 Kgf/mm ²
	V-7	123.9 Kgf/mm ²	91.2 Kgf/mm ²
	V-8	131.8 Kgf/mm ²	87.7 Kgf/mm ²
	V-9	126.6 Kgf/mm ²	71.8 Kgf/mm ²
	V-10	117.2 Kgf/mm ²	67.1 Kgf/mm ²
CONTROL	C-1	140.3 Kgf/mm ²	138.1 Kgf/mm ²
	C-2	154.5 Kgf/mm ²	154.0 Kgf/mm ²
	C-3	121.2 Kgf/mm ²	120.8 Kgf/mm ²
	C-4	178.2 Kgf/mm ²	176.9 Kgf/mm ²
	C-5	155.3 Kgf/mm ²	155.2 Kgf/mm ²
	C-6	101.7 Kgf/mm ²	100.7 Kgf/mm ²
	C-7	165.2 Kgf/mm ²	163.9 Kgf/mm ²
	C-8	114.0 Kgf/mm ²	113.1 Kgf/mm ²
	C-9	104.2 Kgf/mm ²	104.1 Kgf/mm ²
	C-10	132.2 Kgf/mm ²	132.0 Kgf/mm ²

Anexo 6: Análisis de los resultados

Bebida Energética	Microdureza inicial	Microdureza final
	N	10
	Mínimo	54.5
Red Bull®	Máximo	235.0
	Media	155.200
	Des. Estándar	55.9185
	N	10
	Mínimo	101.5
Volt®	Máximo	152.1
	Media	123.470
	Des. Estándar	14.4708
	N	10
	Mínimo	101.7
Control	Máximo	178.2
	Media	136.680
	Des. Estándar	26.3888

Fuente: Datos proporcionados por el investigador

Los valores de microdureza inicial en todos los grupos son mayores a los valores de microdureza final, para determinar si la diferencia es significativa se realizó la prueba T de Student.

Anexo 7: Evidencia fotográfica

Durómetro INDENTEC: Para medir la dureza del esmalte superficial bovino se realizó la prueba de dureza Vickers ISO 6507 – 3:2005/ ASTM E92-82:2003



Obtención de muestras de esmalte de origen bovino y separación de la corona y la raíz clínica con cortes de manera sagital y horizontal para la obtención de cuatro fragmentos de esmalte bovino por corona dental.



Confección de probetas de esmalte

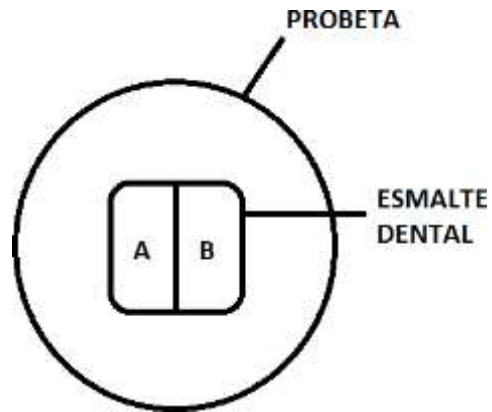


Se realizaron cortes de 1.5 cm a un tubo de PVC de 2.5 cm de diámetro para la obtención de anillos de PVC, que sirvieron como andamio para la confección de las probetas.

Se vertió acrílico resinoso transparente dentro de los anillos de PVC, y sobre este se colocaron los fragmentos de esmalte.



Muestreo de las probetas



Se diseñó un muestreo específico para los fragmentos de esmalte, la cual consistió en separar de manera visual dos lados del diente, para evitar una indentación cruzada, y se especificó que el lado A sería para la toma de microdureza inicial y el lado B para la toma de dureza final.

Exposición de las muestras de esmalte de origen bovino a las bebidas energéticas



Se vertió las bebidas energéticas a las muestras en los recipientes plásticos hasta quedar sumergidas, este procedimiento se realizó en el laboratorio de concreto y reciclado de la facultad de ingeniería de la Universidad Nacional de Trujillo, y en el mismo lugar se almacenaron las muestras en otro recipiente plástico a temperatura ambiente.

El investigador no participo de las tomas de microdureza, ya que estas fueron realizadas por personal especializado del laboratorio de concreto y reciclado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad nacional de Trujillo.

Anexo 8: Informe de originalidad

GINO MONCADA - INFORME FINAL

INFORME DE ORIGINALIDAD

14%	14%	2%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.uct.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	www.dspace.uce.edu.ec Fuente de Internet	1%
4	repositorio.uladech.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	repositorioacademico.upc.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.usmp.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	1library.co Fuente de Internet	1%
8	dspace.unitru.edu.pe Fuente de Internet	1%
9	docplayer.es Fuente de Internet	1%