



FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

**EFFECTO DE DOS BEBIDAS ENERGIZANTES SOBRE LA
MICRODUREZA SUPERFICIAL DEL ESMALTE BOVINO**

**PRESENTADA POR
JOSSELYN STEFANY COTRINA BARRIENTOS**

**ASESOR
GERMÁN CHÁVEZ ZELADA**

TESIS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE CIRUJANA DENTISTA

LIMA – PERÚ

2021



CC BY-NC-ND

Reconocimiento – No comercial – Sin obra derivada

El autor sólo permite que se pueda descargar esta obra y compartirla con otras personas, siempre que se reconozca su autoría, pero no se puede cambiar de ninguna manera ni se puede utilizar comercialmente.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
ODONTOLOGÍA

TESIS TITULADA:

**EFFECTO DE DOS BEBIDAS ENERGIZANTES SOBRE LA
MICRODUREZA SUPERFICIAL DEL ESMALTE BOVINO**

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

CIRUJANA DENTISTA

PRESENTADA POR:

JOSSELYN STEFANY COTRINA BARRIENTOS

ASESOR:

DR. Esp. GERMÁN CHÁVEZ ZELADA

LIMA – PERÚ



DEDICATORIA:

A mis padres por la motivación y el constante apoyo que me brindaron en toda la etapa del pregrado.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a Dios y a mis padres por acompañarme en todo el proceso de mi tesis.

A mi asesor, el Dr. Germán Chávez Zelada, por su tiempo, paciencia y enseñanzas en esta investigación.

Al Dr. Rafael Morales Vadillo por el apoyo en la parte estadística.

Y a la Facultad de Odontología de la USMP por brindarme los conocimientos de esta linda carrera.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
INTRODUCCIÓN	07
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO	10
1.1 Antecedentes de la Investigación	10
1.2 Bases Teóricas	13
1.3 Definición de Términos Básicos	24
CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES	25
CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	27
3.1 Diseño Metodológico	27
3.2 Diseño Muestral	27
3.3 Técnicas de Recolección de Datos	28
3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información	29
3.5 Aspectos Éticos	30
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	31
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	39
CONCLUSIONES	42
RECOMENDACIONES	43
FUENTES DE INFORMACIÓN	44
ANEXOS	52

RESUMEN

Objetivo: Determinar el efecto de dos bebidas energizantes sobre la microdureza superficial del esmalte bovino.

Material y métodos: Se realizó un estudio experimental con la finalidad de evaluar el efecto de dos bebidas energizantes sobre la microdureza superficial del esmalte bovino. La muestra estuvo constituida por 40 piezas dentarias de bovino (incisivos) sanos extraídos con fines de la investigación los cuales fueron seccionados y colocados en un molde circunferencial de 1cm de diámetro por 1cm de espesor rellenándolo con acrílico autopolimerizable de color rojo para Red Bull (20) y amarillo para Volt (20), almacenándolos en frascos estériles debidamente rotulados conteniendo una solución fisiológica isotónica. Se realizó la medida inicial empleando el Microdurómetro Vickers - Marca LG – HV – 1000 en el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C, aplicando una carga de 300 gr durante 15 segundos. Los 40 especímenes fueron colocados en recipientes rotulados y expuestos a la acción de las bebidas energizantes por 7 días durante 10 minutos diarios a temperatura ambiente, luego fueron almacenados en un frasco con solución fisiológica isotónica.

Después de 7 días se volvió a medir la microdureza superficial de los 40 especímenes siguiendo el mismo método aplicado para la medida inicial.

Resultados: Los datos obtenidos de la microdureza superficial del esmalte bovino mostraron reducción estadísticamente significativa en la microdureza después de ser sumergidas a las bebidas energizantes, pero al comparar estas reducciones, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas.

Conclusión: Se concluye que las bebidas energizantes disminuyen significativamente la microdureza del esmalte.

Palabras claves: Erosión dental, Esmalte, Bebidas, Ácidos, Etiología.

ABSTRACT

Objective: To determine the effect of two energy drinks on the surface microhardness of bovine enamel.

Material and methods: An experimental study was carried out in order to evaluate the effect of two energy drinks on the surface microhardness of bovine enamel. The sample consisted of 40 healthy bovine teeth (incisors) extracted for research purposes, which were sectioned and placed in a circumferential mold 1cm in diameter by 1cm thick, filling it with red self-curing acrylic for Red Bull (20) and yellow for Volt (20), storing them in properly labeled sterile bottles containing an isotonic physiological solution. The initial measurement was carried out using the Vickers Microdurometer - Brand LG - HV - 1000 in the High Technology Laboratory Certificate S.A.C laboratory, applying a load of 300 gr for 15 seconds. The 40 specimens were placed in labeled containers and exposed to the action of energy drinks for 7 days for 10 minutes a day at room temperature, then they were stored in a bottle with isotonic physiological solution.

After 7 days, the surface microhardness of the 40 specimens was measured again following the same method applied for the initial measurement.

Results: The data obtained from the surface microhardness of bovine enamel showed a statistically significant reduction in microhardness after being immersed in energy drinks, but when comparing these reductions, no statistically significant differences were found.

Conclusion: It is concluded that energy drinks significantly decrease enamel microhardness.

Keywords: Dental erosion, Enamel, Beverages, Acids, Etiology.

INTRODUCCIÓN

La acción de los agentes ácidos en el esmalte da como resultado una estructura rugosa similar a un patrón de grabado. Si el impacto del ácido continúa, la pérdida de mineral superficial se convierte en una pérdida de tejido en masa por lo que generará disminución de la microdureza de las estructuras dentarias que serán más susceptibles a la erosión¹.

La erosión dental es una lesión de tejidos duros que presenta etiología multifactorial que da como resultado la pérdida irreversible de la estructura dentaria. Presentará complicaciones como: sensibilidad dental, mala estética y pérdida de la dimensión vertical oclusal la cual afecta la calidad de vida y la salud bucal^{2,3}. Debido a las diferencias estructurales, los dientes temporales son más susceptibles a la erosión en comparación con la dentición permanente ya que el esmalte es más delgado y menos mineralizado⁴.

Dentro de los factores que producen la erosión dental se encuentran los alimentos ingeridos por los pacientes. A continuación tenemos a los factores extrínsecos, que incluyen alimentos y bebidas con contenido ácido. Por otro lado, se encuentran los factores intrínsecos que son producidos por el organismo teniendo como ejemplo a la bulimia y las enfermedades por reflujo gastroesofágico⁵.

La prevalencia de erosión dental en preescolares varía de 0.6% a 78.8% a nivel mundial teniendo una alta prevalencia de erosión en niños preescolares brasileños de 3 a 4 años. Encontrando indicadores de riesgo que fueron el consumo frecuente de refrescos, reflujo gastroesofágico y la edad; mostrando la mayoría de las lesiones que se limitaron al esmalte y afectaron a más de dos tercios del área de la superficie del diente^{6,7}.

La incidencia de la erosión dentaria es del 5% para los jóvenes y un 18 % para personas mayores de 18 años de edad. A medida que los años pasan tanto los niños como jóvenes van a cambiar ciertos hábitos y conductas alimenticias y se evidenciará como resultado un creciente desgaste dentario por el consumo en exceso de alimentos y bebidas con contenido ácido⁸.

Existe numerosa evidencia *in vitro* que las bebidas ácidas como el vino, los jugos de frutas y los refrescos carbonatados tienen un potencial erosivo demostrando la relación entre el consumo de estas bebidas y la erosión⁹.

Estudios que analizaron el pH de las bebidas más consumidas por la población como el té, bebidas carbonatadas, bebidas industrializadas, yogurt, bebidas energéticas, bebidas alcohólicas fermentadas y diferentes tipos de jugos, han demostrado un gran potencial erosivo debido al pH crítico que causarán la disminución de la microdureza de la estructura dentaria¹⁰. Por este motivo, el objetivo principal del estudio fue determinar el efecto de dos bebidas energizantes sobre la microdureza superficial del esmalte bovino, para ello se determinó la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser expuesto a las bebidas energizantes, en seguida se comparó el antes y después de las microdurezas superficiales del Volt y Red Bull finalmente se comparó la disminución de las microdurezas después de ser expuesto al Red Bull y Volt.

La presente investigación ayuda a resolver diversas interrogantes con respecto al consumo de bebidas energizantes que presentan repercusión a nivel del tejido dentario. Además, se podría orientar a la población, sobre el consumo de este tipo de bebidas. Este hecho permitirá la prevención de lesiones por erosión dental. Contribuyendo al conocimiento de las personas que consumen bebidas energizantes en la vida cotidiana por tal motivo, presentarán efectos sobre la estructura dentaria como es la erosión dental.

Muestra evidencia al odontólogo sobre los factores causantes de la erosión dental para que incidan en el diagnóstico, en indagar sobre los factores etiológicos y de riesgo, los signos clínicos, la evaluación, las estrategias y el tratamiento clínico. Asimismo, contribuye a incrementar evidencia sobre el efecto a nivel de la cavidad bucal de estas bebidas que actualmente se ha masificado su consumo.

Una limitación fue el tiempo prolongado en que se desarrolló las pruebas ya sea porque no se pudo ir todos los días al laboratorio.

En el contenido del capítulo I de la tesis, se encuentran los antecedentes de la investigación, las bases teóricas, definición de términos básicos. En el capítulo II, conformado por la formulación de la hipótesis y variables. El capítulo III,

designado para la metodología de la investigación en el cuál, se encuentra el diseño metodológico, diseño muestral, las técnicas de recolección de datos, las técnicas estadísticas para el procesamiento de la información y los aspectos éticos. En el capítulo IV, se encuentran los resultados obtenidos en la investigación. Por último, el capítulo V destinado a la discusión.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes de la Investigación

MATUMOTO M, et al. (2018), verificaron el pH, la titulación ácida y la influencia de las bebidas energéticas sobre la microdureza superficial del esmalte dental humano. Seleccionaron diez muestras de bebidas energéticas de diferentes marcas comerciales y analizaron lotes de cada bebida con y sin gas. La titulación ácida se realizó con la adición de alícuotas de NaOH, hasta alcanzar un pH de 7,0. Se asignaron al azar 18 muestras de esmalte dental humano en tres grupos, Red Bull (RB), Red Light Bull (RBL) y agua destilada(C), sometidas a un desafío ácido con las bebidas, seis veces consecutivas, con intervalos de 12 horas, durante tres días. La microdureza Knoop se midió antes y después del desafío del ácido. Todas las marcas de bebidas energéticas mostraron niveles de pH bajos en un rango de 2,1 a 3,2. En cuanto a la titulación ácida encontraron que la cantidad de base necesaria para promover la neutralización de las soluciones variaron de 1200 µL a 3750 µL. En conclusión, las muestras de esmalte humano en los grupos RB y RBL sometidas al desafío ácido mostraron una disminución significativa en la microdureza de Knoop. Todas las bebidas energizantes promovieron importantes pérdidas de minerales en la superficie del esmalte dental¹¹.

ZANATTA R, et al. (2016), evaluaron el efecto de las cervezas sobre la microdureza del esmalte bovino. Obtuvieron 50 especímenes de esmalte rectangulares (1 × 3 × 1 mm alto × ancho × espesor) de incisivos permanentes de piezas dentarias bovinas, divididos en cinco grupos (n = 10) según la bebida empleada: Saliva, Coque, Brahma, Heineken y Budweiser. La microdureza Knoop se obtuvo antes y después de 5, 30 y 60 min de inmersión en cada solución. Los especímenes fueron embebidos en resina acrílica dejando al descubierto la superficie del esmalte, además fueron pulidos con papel de carburo de silicio: grano 800 a 30 segundos, grano 1200 durante 60 segundos y grano 4000 a 120 segundos utilizando una pulidora circular, con una velocidad de 300 rpm. Durante el intercambio de papel de esmerilado, las muestras se lavaron extensamente con agua destilada, y finalmente se limpiaron con ultrasonido durante 10 minutos con NaOCl al 1%. Posteriormente, realizaron la desinfección con alcohol al 70%

durante 5 min. Concluyeron que la Coque promovió cambios en la microdureza de la superficie del esmalte después de 5 minutos de exposición similar a la cerveza Heineken, pero con el aumento de exposición Coque fue más erosivo que Heineken¹².

KIM I, et al. (2016), evaluaron la erosión del esmalte dental bovino inducida por diversas bebidas ácidas *in vitro* utilizando espectroscopia infrarroja con transformada de Fourier de reflexión total atenuada (ATR-FTIR). Seleccionaron agua desionizada (control) y 10 bebidas ácidas para estudiar la erosión, y se midieron el pH y la acidez neutralizable. Los 110 dientes anteriores bovinos se pulieron con papel de carburo de silicio de grano hasta 1200 para producir superficies de esmalte planas, que luego se sumergieron en 20 ml de las bebidas durante 30 min. a 37°C. El grado de erosión se evaluó mediante espectroscopia ATR-FTIR y mediciones de microdureza de Vickers. Los espectros obtenidos se interpretaron de dos formas que se centraron en el contorno de fosfato ν_1 , ν_3 : la relación entre la amplitud de la altura de ν_3 PO₄ y la de ν_1 PO₄ (Método 1) y el desplazamiento del pico ν_3 PO₄ a un número de onda más alto (Método 2). Los análisis de regresión revelaron correlaciones muy significativas entre el cambio de dureza de la superficie y el grado de erosión, según lo detectado por espectroscopia ATR-FTIR ($P < 0.001$). El método 1 fue el más sensible a estos cambios, seguido de las mediciones de cambios de dureza de la superficie en comparación al Método 2. Los cambios porcentuales en la microdureza después de los tratamientos de erosión se vieron afectados principalmente por el pH del medio de inmersión. Los análisis de regresión revelaron correlaciones muy significativas entre el cambio de dureza de la superficie y el grado de erosión, según lo detectado por espectroscopia ATR-FTIR¹³.

YUAN M, et al. (2016), evaluaron el efecto del ataque de dosis única de Coca-Cola sobre la erosión temprana y la microdureza superficial del esmalte humano permanente, con el fin de proporcionar instrucciones dietéticas sobre la cantidad mínima y la frecuencia de consumo de bebidas carbonatadas. Prepararon 80 placas de esmalte de 10 terceros molares mandibulares humanos extraídos y se distribuyeron en 8 grupos con diseño de bloques al azar ($n = 10$); diez voluntarios sanos con secreción de saliva normal llevan aparatos palatinos acrílicos que

contenían 2 placas de esmalte, con formación de una película salival 2 h antes. Se indicó a los voluntarios que bebieran 100 ml de Coca-Cola fresca en 20 s. Y luego se midieron las alteraciones de las losas de esmalte usando un probador de microdureza de Vickers a 1, 2, 4, 6, 8, 10, 20 y 30 minutos después del consumo de Coca-Cola. Para cada voluntario, el experimento se llevó a cabo en cuatro días y se observaron disminuciones significativas en la microdureza superficial en cada punto de tiempo. Los porcentajes de cambios de microdureza de la superficie en cada tiempo de exposición fueron $(12,2 \pm 3,9) \%$, $(16,8 \pm 5,5) \%$, $(16,7 \pm 5,6) \%$, $(16,2 \pm 6,2) \%$, $(16,6 \pm 9,0) \%$, $(15,6 \pm 3,7) \%$, $(13,8 \pm 4,8) \%$ y $(11,4 \pm 3,2) \%$, respectivamente. La ingesta única de 100 ml de Coca-Cola podría provocar una disminución significativa de la microdureza del esmalte e iniciar la erosión de la superficie del esmalte¹⁴.

ZANET C, et al. (2011), determinaron la microdureza del esmalte bovino clareado y sin clarear después de la inmersión en una bebida gaseosa, jugo en polvo artificial y ácido clorhídrico. Se utilizaron un total de 60 incisivos bovinos recién extraídos. Las muestras fueron colocadas en una matriz de silicona, en la que se rellenó con acrílico químicamente activado. La superficie del esmalte de cada muestra se pulió en serie bajo refrigeración, utilizando un pulido circular en orden decreciente de granulación de disco (400, 600, 800 y 1200) para que se obtuvieran superficies de esmalte planas y estandarizadas. Las 60 muestras se dividieron aleatoriamente en dos grupos de 30 muestras cada uno: Grupo NHP (las muestras se almacenaron en saliva artificial durante un período de 14 días, sin tratamiento con peróxido de hidrógeno) y Grupo HP (las muestras se trataron con un 35% solución de peróxido de hidrógeno y luego se almacena en saliva artificial durante un período de 7 días). Después de este período, las muestras se sometieron a una medición inicial de microdureza, posteriormente se realizó un segundo tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35% y las muestras se mantuvieron en saliva artificial por un período adicional de 7 días, luego de lo cual se realizó y registró otra lectura de microdureza. Las muestras de los grupos NHP y HP se subdividieron en 6 grupos, cada uno de los cuales se expusieron a una de las soluciones ácidas asignadas durante 5 minutos y se almacenó en saliva durante 23 horas y 55 minutos, para completar un período de 24 horas. Los resultados de los principales efectos sobre la microdureza del esmalte revelaron

significancia estadística para el agente clareador, ya que una mayor microdureza ($227,09 \pm 42,30$ HV) se observó para la condición sin clarear, en comparación con la condición de clareado ($179,14 \pm 40,07$ HV)¹⁵.

1.2 Bases Teóricas

1.2.1. Esmalte dentario

El esmalte dental es la estructura más dura del cuerpo humano que forma una barrera aislante al diente de las fuerzas físicas, térmicas y químicas que, de otro modo, dañarían el tejido vital de la pulpa dental¹⁶. El grosor del esmalte varía en diferentes superficies del diente, es más grueso en las cúspides y más delgado en el margen cervical¹⁷.

Embriológicamente deriva del órgano del esmalte y es de naturaleza ectodérmica que se origina de una proliferación localizada del epitelio bucal¹⁸.

El componente principal del esmalte es la apatita en forma de fibras con un diámetro nanométrico que se extiende desde la unión dentina-esmalte hasta la superficie bucal¹⁹.

Constituido por 95% de matriz inorgánica, 1-2% matriz orgánica y 3-5% de agua²⁰. Presenta proteínas hidrofóbicas, como amelogenina, ameloblastina, enamelina, amelotina, tuftelina y proteínas asociadas a ameloblastos odontogénicos²¹. Las propiedades físicas del esmalte humano son la dureza, el módulo elasticidad y la tenacidad a la fractura²².

La dureza y el módulo de elasticidad del esmalte es de aproximadamente 3 - 6 GPa y de 70 - 120 GPa, respectivamente²³.

La tenacidad a la fractura reportada para el esmalte dental varía entre 0,4 y 1,5 MPa m^{1/2}, donde los valores inferiores corresponden a mediciones en grietas orientadas en dirección paralela al eje de los prismas²⁴.

Sus sobresalientes propiedades mecánicas combinan la extrema dureza y rigidez con una buena resistencia, lo que le permite soportar cientos de ciclos masticatorios con fuerzas de mordida de hasta 770 N²⁵.

Los cristales de hidroxiapatita se encuentran altamente organizados formando un espacio extracelular definido, cuyo contenido son suministrados y regulados por ameloblastos²⁶.

La formación del esmalte es un proceso único que coordina el movimiento de proteínas e iones entre los ameloblastos y la matriz extracelular en desarrollo por el cual representa un compartimento sellado entre los ameloblastos y la dentina mineralizada sin acceso directo al sistema vascular o al compartimento de tejido conectivo²⁷.

Los ameloblastos son células altas y polarizadas que a menudo alcanzan de 60 a 100 μm de longitud manteniendo un diámetro relativamente estrecho de 5 a 8 μm . Las principales etapas en la formación del esmalte son la secretora y las etapas de maduración, ambas reguladas por las células formativas llamadas ameloblastos²⁸.

La extensión de los ameloblastos tiene punto de partida en el cuerno de la dentina donde se anuda el esmalte por lo que, estimula la diferenciación del interior del epitelio del esmalte en los primeros pre ameloblastos²⁹.

El comportamiento de los ameloblastos está controlado por la expresión genética que incluyen: eventos secretores ordenados; interacciones de ameloblasto a ameloblasto; interacciones de los ameloblastos en la matriz extracelular; interacciones entre el ameloblasto y el estrato intermedio; y la migración de ameloblastos a medida que el ameloblasto se retrae hacia la superficie del diente³⁰.

Durante la etapa secretora se caracteriza por la presencia de un proceso celular llamado proceso de Tomes que juega un papel importante en la organización de los cristales de esmalte formando una red compleja de varillas (primas) en el que fabrica una matriz que forma cintas de minerales muy delgadas³¹.

La formación de cristalitos del esmalte se inicia temprano en la etapa secretora, sin embargo, durante la etapa de maduración, la deposición más rápida de calcio y fosfato en el espacio del esmalte da como resultado una expansión rápida de la longitud del cristalito y el volumen mineral³².

La transición a la fase de maduración está marcada por la expresión de la enzima proteolítica peptidasa 4 relacionada con la calicreína (KLK4), que degrada las proteínas de la matriz del esmalte existentes³³.

La fase de maduración está guiada por una serie de eventos cuidadosamente organizados que se regulan temporal y espacialmente, además requiere la degradación coordinada y la eliminación de la matriz del esmalte endógeno, esto se ve afectado tanto por las metaloproteasas neutras como por las serinas proteasas, que están restringidas en el desarrollo y pueden ser moduladas adicionalmente por cambios químicos de los propios cristales del esmalte³⁴.

La amelogénesis depende de una cascada ordenada de eventos controlados por los ameloblastos que son las únicas células epiteliales del cuerpo involucradas en un proceso de esqueletogénesis fisiológica por lo que cualquier alteración genética o sistémica en la amelogénesis dejará una huella en la arquitectura mineral del esmalte³⁵.

1.2.2 Erosión dentaria

La erosión dental se define como la pérdida progresiva de esmalte y dentina por un proceso químico que no involucra bacterias. Al inicio del proceso de erosión ocurre un debilitamiento de la superficie del esmalte que varía según el tiempo de exposición y el tipo de ácido. Si el proceso erosivo continúa produce la disipación de la estructura dentaria lo que ocasionará pérdida de tejido dentario sano³⁶.

Es muy influenciado por el estilo de vida de las personas ya que es una enfermedad de progresión rápida y silenciosa tanto en niños como en adultos además, está modulada por varios determinantes y factores modificadores^{37,38}.

Características Clínicas

Al examen clínico se observa superficies lisas, brillantes con aspecto vítreo y halo traslucido, además, pérdida del contorno de la superficie dentaria a nivel del tercio gingival de forma convexa. En las zonas oclusales tiene forma de pequeño cráter localizado y restringido a la punta de la cúspide que puede exponer dentina, en casos severos exponer pulpa³⁹.

Se evidencia una coloración amarillenta debido al adelgazamiento del esmalte en la superficie palatina de la corona clínica, además los cíngulos se encuentran aplanados⁴⁰.

Afectan principalmente a los dientes antero superiores, superficies oclusales y palatinas, además en los dientes inferiores en las superficies linguales, ya que en la mandíbula la posición de la lengua conduce el ácido hacia estas superficies y finalmente en los dientes posteriores^{41,42}.

Patogénesis

- Factores Biológicos

Son cuatro los elementos importantes; saliva, película adquirida, la relación de diente con los tejidos orales y la composición de la estructura dentaria⁴³.

Las principales funciones de la saliva frente a la erosión dentaria son la disolución y eliminación de sustancias erosivas de la boca; neutralización y amortiguación de ácidos; mantiene un estado sobressaturado debido a la presencia de Ca y fosfatos al cubrir la superficie dentaria⁴⁴.

La saliva aporta iones a la superficie dentaria posee una capacidad buffer protectora contra los cambios bruscos de pH. En la saliva estimulada y el contenido de bicarbonato es mayor en comparación a la no estimulada⁴⁵.

Las concentraciones altas de bicarbonato en la saliva en pacientes vomitadores podrían ocasionar una alcalosis metabólica explicando la falta de asociación entre la capacidad buffer y la erosión⁴⁵.

La película adquirida puede proteger contra la erosión actuando como una barrera o una membrana selectiva que evita el contacto directo entre ácidos y la superficie del diente, reduciendo la velocidad de disolución de la hidroxiapatita. Las diferencias en el sitio de formación de la película en la boca contribuyen al espesor de la película, que a su vez influye en el nivel de protección contra desmineralización del esmalte⁴⁶.

- Factores Químicos

Los agentes erosivos van a depender principalmente del pH, acidez titulable, contenido mineral, aclaramiento en la superficie del diente y propiedades de quelación con el calcio⁴⁷.

Las sustancias insaturadas con pH bajo, alta acidez titulable y capacidad tampón tienen un mayor potencial erosivo, mientras que las sustancias con altas concentraciones de Ca^{2+} y fosfato provocan menos desmineralización⁴⁸.

El mineral perdido durante la erosión puede ser reemplazado por la exposición posterior a una solución sobresaturada, que puede impulsar el rebrote de cristales o precipitación de nuevo mineral, es decir, remineralización⁴⁹.

La acidez titulable es una medida de la amortiguación de una solución y está directamente relacionada con la concentración de la forma no disociada del ácido en una sustancia determinada. La forma no disociada del ácido es de considerable importancia porque esta especie no tiene carga y puede difundirse más fácilmente en la capa de esmalte. Una vez allí, esta especie se disocia actuando como un portador de protones en el mineral del esmalte y mantiene la condición ácida que promueve una mayor disipación. Por tal motivo, los valores de acidez titulable más altos son fuertes indicadores de concentraciones más altas de las especies no disociadas del ácido conduciendo a una mayor erosión del esmalte⁵⁰.

El ácido acetilsalicílico tomado regularmente en forma de múltiples tabletas masticables o en forma de polvo para el dolor de cabeza, así como la masticación de tabletas de ácido clorhídrico para el tratamiento de trastornos estomacales, puede causar erosión⁵¹.

- Factores Conductuales

Este factor tiene una influencia directa con la frecuencia, tiempo, forma y horario de consumir bebidas para el desarrollo de la erosión⁵².

La duración del estímulo erosivo durante el sueño también predispone a mayor erosión debido a que el ácido no está contrarrestado por los factores de protección que brinda la saliva⁵³.

Un comportamiento saludable se considera el consumo de frutas y verduras para obtener una dieta equilibrada, por lo que en exceso se podría considerar un factor de riesgo⁵³. La dieta lactovegetariana, que incluye el consumo de alimentos ácidos, ha sido asociado con una mayor prevalencia de erosión dental debido a que los individuos presentan una dieta de alimentos crudos⁵⁴.

Procedimientos como cepillado de dientes con dentífricos abrasivos, productos de limpieza profesional con pastas profilácticas y el blanqueamiento dental debilita la estructura dentaria por lo que generara más susceptibilidad a la erosión⁵⁵.

El consumo de drogas ilegales y abuso de alcohol, son otros factores de comportamiento importante que aumenta el riesgo de desarrollo de lesiones erosivas⁵⁶.

El tabaco es comúnmente consumido por adolescentes con trastornos alimentarios ya que inhibe el apetito en personas con anorexia nerviosa debido a que el tabaquismo se asocia con frecuencia a episodios de pH bajo provocando cambios en la disposición y morfología de los cristales de hidroxiapatita⁵⁷.

Clasificación de la Erosión Dentaria

- Según su etiología:

Factores Intrínsecos

El factor intrínseco incluye a los ácidos producidos por la vía endógena, como en las enfermedades por reflujo gastroesofágico. Esta entidad clínica ocurre cuando el contenido de los ácidos daña la mucosa esofágica y endoscópicamente se observa esofagitis en distintos grados⁵⁸.

El reflujo esofágico también se produce en el embarazo, hernia hiatal o trastornos de la alimentación (Bulimia y Anorexia Nerviosa)⁵⁹.

Los pacientes con bulimia y anorexia nerviosa con vómitos inducidos van a tener una erosión dental clásica llamada perimólisis. Ellas producen erosión de esmalte en las superficies palatinas, oclusales e incisales de la estructura dentaria como resultado de los efectos químicos y mecánicos causados por la regurgitación de los contenidos ácidos de origen gástrico y activado por los movimientos de la lengua. Claramente, esta erosión se observa en las superficies palatinas de los dientes anteriores superiores presentando una apariencia suave y brillante⁶⁰.

La erosión dental no es diagnosticada rápidamente ya que el paciente tiene que tener un periodo de vómitos de 2 años para poder observar lesiones erosivas a nivel dentario, aunque algunos autores opinan que solo se necesita 6 meses de eventos de purga. En los casos severos se puede observar la disminución de la altura coronaria e incluso pérdida de dimensión vertical⁶⁰.

Factores Extrínsecos

Encontramos a los sustitutos de saliva, exposición al agua de las piscinas con cloro, gaseosas, bebidas, alimentos ácidos y los agentes corrosivos⁶¹.

Es muy riesgoso que los jóvenes consuman gaseosas, energizantes, jugos cítricos, rehidratantes ya que estas bebidas van a presentar un bajo pH por lo que ocasionará la lesión erosiva⁶².

Una reciente revisión sistemática concluyó que el consumo de golosinas azucaradas, piqueos con pH bajo, bebidas gaseosas y jugos de fruta ácidas incrementan el desarrollo de la erosión, recomendando el uso de productos lácteos (leche y yogurt) por su efecto antagonista y protector⁶³.

El consumo de medicamentos cuyo pH es bajo (menor a 6,2) puede producir estas lesiones debido a su presentación en comprimidos efervescentes, jarabe o pastillas masticables, en donde hay íntimo contacto con la superficie dental y su forma de ingerir es mezclado con agua⁶⁴.

A nivel laboral, los ácidos del medio externo son factores predisponentes para la erosión, entre estos tenemos a las personas que trabajan con fertilizantes, productos químicos, fábricas de baterías, catadores de vino, pintores, nadadores, laboratoristas, mecánicos, etc⁶⁴.

Entre los compuestos más nocivos se encuentran el ácido sulfúrico que es utilizado en los de fertilizantes, baterías y dinamita quien emite un vapor corrosivo, siendo el clorhídrico es más perjudicial para el desgaste dental⁶⁴.

- Según la progresión de actividad erosiva:

Erosión activa se observa clínicamente un esmalte delgado encontrándose a veces exposición de la dentina⁶⁵.

Erosión latente o inactiva en estas lesiones se ha detenido el proceso erosivo cuando fue retirado el agente que lo causaba. Se observa un esmalte con morfología irregular causada por la acumulación desorganizada de iones en las zonas desmineralizadas, en otros casos se puede observar una superficie brillante debido al pulido efectuado por el cepillado⁶⁵.

- Según la localización de la erosión:

- Dentición Temporal

Se presenta en superficies palatinas de dientes antero superiores y superficies oclusales de molares inferiores⁶⁶.

- Dentición Permanente

Se presenta en superficies palatinas de dientes antero superiores y superficies oclusales de molares inferiores⁶⁶.

- Mecanismos agravantes de la erosión dental:

En algunos casos se observa sinergia de las lesiones erosivas con la abrasión o con la atricción, lo que podría agravar la enfermedad dificultando el diagnóstico⁶⁷.

Erosión/ Abfracción:

El módulo de elasticidad de la dentina cumple una función muy importante ya que absorbe las fuerzas masticatorias disminuyendo la rigidez del esmalte, este se

encuentra determinado por el porcentaje de sustancia orgánica y agua presentes en la dentina⁶⁷.

Cuando las uniones de los cristales de hidroxiapatita se separan dan lugar a la formación de la abfracción⁶⁸.

El diente cuando es sometido a fuerzas laterales, a nivel del tercio gingival se produce una deformación flexural. En los tejidos periodontales en condiciones normales existe una situación de estrés que se concentra en la zona opuesta a la fuerza, debilitando los prismas del esmalte, alterando la permeabilidad y disminución de su resistencia⁶⁸.

Erosión/ Abrasión:

El uso de agentes blanqueadores son factores que ocasionan procesos como erosión/ abrasión, pero no hay cambios en la microdureza del esmalte. Pero el uso de dentífricos altamente abrasivos incrementa la posibilidad de tener lesiones erosivas⁶⁹.

1.2.3 Microdureza

La dureza es definida como una resistencia de la materia sólida a la penetración en la que está influenciado por el nivel de fosfato y calcio del esmalte, llamado hidroxiapatita, por lo que la cantidad se relaciona con el espesor del esmalte⁷⁰.

El ablandamiento de la superficie del esmalte es una manifestación temprana del proceso de erosión ya que existe reducción de la dureza de la superficie del esmalte⁷¹.

La microdureza superficial del esmalte disminuye a medida que es sometido a la acción ácida del efecto de las bebidas energizantes, debido a la composición y al pH de las mismas⁷².

La dureza de Vickers (HV) es también llamada pirámide de diamante, consiste en que el penetrador de diamante con ángulo de base de 136° y de geometría piramidal es forzado en la superficie de la muestra, por lo que la marca resultante se observa y esta medida es convertida en un número de dureza⁷³.

Se considera ensayos de microdureza, la magnitud de la carga y el tamaño del indentador, por lo que es conveniente para medidas de dureza de pequeñas regiones seleccionadas de la muestra⁷³.

Las pruebas que se usan para determinar microdureza son: Microdureza Vickers, Microdureza Knoop, Ensayo de dureza Rockwell y Ensayo de dureza Brinell⁷³.

$$HV = \frac{2 \sin 68^\circ F}{d^2} \approx \frac{1,8544F}{d^2}$$

Dónde:

Símbolo	Nombre
<i>HV</i>	Dureza Vickers
<i>d</i>	Diagonal de la huella (o la media de las diagonales medidas)
<i>F</i>	Fuerza aplicada sobre la pirámide penetradora (o indentador)

1.2.4 Bebidas Energizantes

Las bebidas energizantes son un grupo de bebidas utilizadas por los consumidores que proporcionan un impulso adicional de energía, promoviendo la vigilia, manteniendo el estado de alerta, proporcionando una mejora cognitiva y estado de ánimo⁷⁴. Se absorben rápido y completamente después de la ingestión, alcanzando generalmente concentraciones máximas entre 30-120 minutos⁷⁵.

La amplia variedad, fácil acceso y bajo costo son factores que llevan a la población a un marcado consumo de bebidas con un posible pH ácido, que favorece la solubilización de la hidroxapatita y la consiguiente desmineralización⁷⁶.

El consumo de bebidas energéticas por parte de los atletas profesionales o aficionados está indicado para reponer una pérdida de hidroelectrolitos después de realizar un esfuerzo físico intenso⁷⁷.

Componentes:

- L-carnitina: Ayuda a reducir los signos de sobre esfuerzo físico y mental y estimula la capacidad de trabajo⁷⁸.
- Creatina: Mejora la resistencia y la actividad anaeróbica⁷⁸.
- Cafeína: Es el ingrediente psicoactivo más común utilizado en las bebidas energizantes y presenta efectos clínicos como aumento de la frecuencia cardíaca, presión arterial, frecuencia del habla, actividad motora, atención, secreción gástrica, diuresis y temperatura⁷⁹.
Aumenta la resistencia aeróbica para aumentar la oxidación de grasas, lo que ayuda a preservar el glucógeno en los músculos⁷⁸.
- Taurina: Juega un papel importante como protector antioxidante en la regulación del transporte de calcio y como regulador de la presión osmótica en los tejidos⁷⁸.

Las bebidas energizantes pueden causar efectos adversos si lo usan adolescentes y jóvenes adultos, o cuando se mezcla con alcohol o medicamentos⁸⁰. Estas bebidas no están indicadas para ingerirlas durante las comidas como reemplazo de leche o agua⁸¹.

El Red Bull es una bebida energizante que presenta un pH de 3.32 y está compuesto por agua, sacarosa, glucosa, citrato de sodio, taurina, glucuronolactona, cafeína, inositol, niacinamida, pantotenato de calcio, piridoxina HCl, vitamina B12⁸².

El Volt es una bebida energizante que presenta un pH de 2 y está compuesto la cafeína, taurina y vitaminas B2, B3, B5, B6 y B12 que incrementan y estimulan el organismo de manera natural⁸³.

1.3 Definición de Términos Básicos

Ameloblastos: Son células altamente organizadas que se encargan de la formación del esmalte⁸⁴.

Durómetro: Es un equipo que mide la dureza de los materiales y los más utilizados son los de Rockwell, Brinell, Vickers y Microvickers que se aplica una fuerza normalizada sobre un elemento penetrador y va a producir una huella sobre el material⁷³.

Hidroxiapatita: Es un biocristal formado por átomos de calcio, fósforo, e hidrógeno y está presente en dientes y huesos, confiriéndoles dureza⁸⁵.

Microdureza: Es el parámetro para observar alteraciones de las propiedades mecánicas en tejidos mineralizados y es un buen predictor de importantes propiedades mecánicas⁸⁶.

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES.

2.1 Formulación de Hipótesis.

2.1.1 Hipótesis general.

Las bebidas energizantes disminuyen significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino.

2.1.2 Hipótesis específicas.

H1: La bebida energizante Red Bull disminuye significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino.

H0: La bebida energizante Red Bull no disminuye significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino.

H2: La bebida energizante Volt disminuye significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino.

H0: La bebida energizante Volt no disminuye significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino.

2.2 Variables y Definición Operacional

2.2.1 Variables y definiciones

- **Microdureza superficial del esmalte bovino**

Definición conceptual: La dureza es la oposición que ofrecen los materiales a alteraciones físicas como la penetración, la abrasión y el rayado⁸⁷.

Definición operacional: Medición de la huella dejada por el indentador del micro durómetro en Kg/mm².

- **Bebidas energizantes**

Definición Conceptual: Son aquellas que contienen altos niveles de cafeína y azúcar, con niveles variables de taurina, guaraná, otros "suplementos" y, en ocasiones vitaminas⁸⁸.

Definición operacional: Bebidas de mayor disponibilidad en el mercado, las marcas comerciales Red Bull y Volt.

2.2.2 Operacionalización de variable

Operacionalización de variables:

VARIABLE	INDICADOR	SEGÚN SU NATURALEZA	SEGÚN ESCALA DE MEDICIÓN
Independiente Bebidas Energizantes	Volt Red Bull	Cualitativa	Nominal
Dependiente Microdureza superficial del esmalte bovino	Profundidad del impacto	Cuantitativa	Razón (Kg/mm ²)

CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Diseño Metodológico

El diseño metodológico del presente estudio será de tipo experimental, analítico, prospectivo y longitudinal.

Experimental:

El estudio es experimental porque se manipuló la variable microdureza ya que el esmalte bovino fue sumergido en las bebidas energizantes para observar su efecto.

Analítico:

Se considera analítico porque se analizó el efecto de las bebidas sobre la microdureza del esmalte bovino.

Prospectivo:

Porque las medidas fueron obtenidas después de recolectar las muestras de esmalte y de exponer el esmalte a las bebidas.

Longitudinal:

Porque se realizaron las medidas de microdureza dos veces antes y después de ser sumergido el esmalte bovino a las bebidas energizantes.

3.2 Diseño Muestral

- Población y muestra:

Estuvo conformado por 40 piezas dentarias de bovino (incisivos), la investigadora definió el tamaño de las muestras.

Las piezas dentarias fueron expuestas a las dos bebidas energizantes.

Red Bull	Volt
<ul style="list-style-type: none"> • 20 Muestras 	<ul style="list-style-type: none"> • 20 Muestras

Muestreo: El muestreo es de tipo no probabilístico por conveniencia. Según la norma ISO/TS 11405 se deben considerar no menos de 15 especímenes⁸⁹.

Unidad de Análisis: Conformado por piezas bovinas.

Criterios de Inclusión:

- 40 piezas dentarias de bovinos (incisivos) sanos extraídos con fines de la investigación.
- 40 piezas dentarias de bovinos (incisivos) extraídos en el lapso de 1 mes antes de la ejecución de la investigación, conservados en suero fisiológico.

Criterios de Exclusión:

- Piezas dentarias de bovinos fracturados (incisivos).
- Piezas dentarias de bovinos decolorados (incisivos).

3.3 Técnicas de Recolección de Datos

La recolección de los datos se efectuó antes y después de exponer la muestra a las bebidas energizantes a través de la prueba de Microdureza Vickers procediendo a medir en Kg/mm² la resistencia superficial.

El estudio se realizó en piezas bovinas por ser un sustrato natural similar al esmalte humano en su microestructura y composición química⁸⁷.

Se seleccionó según los criterios de inclusión 40 piezas dentarias de bovinos (incisivos) sanos, posteriormente fueron lavados con agua y jabón líquido, para luego ser colocados en una solución fisiológica isotónica a fin de mantenerlos hidratados.

Se confeccionó bases de acrílico de curado rápido usando un molde circunferencial de 1 cm de diámetro por 1 cm de espesor, fue introducida la corona de la pieza dentaria con el área superficial a evaluar en la parte superior, se realizó y verificó el paralelismo empleando una platina de vidrio (**Figura N°1**). Se empleó acrílico transparente para diferenciar los especímenes, se rotuló con números en la parte inferior de la base de acrílico. Los especímenes fueron almacenados en frascos estériles debidamente rotulados conteniendo una solución fisiológica isotónica. Estas piezas no debieron presentar grietas ni líneas de fractura al ser observadas bajo un microscopio de 40x de aumento incorporado al microdurómetro.

Se realizó las coordinaciones con el laboratorio High Technology Laboratory Certificate S.A.C para la medición de la microdureza de las muestras. Se utilizó el Microdurómetro Vickers - Marca LG (Corea) – HV – 1000 (**Figura N°4**) aplicando una carga de 300gr. durante 15 segundos, con el microscopio incorporado se buscó el área elegida efectuando 3 indentaciones en áreas distintas para que luego automáticamente el equipo brinde el valor de la microdureza inicial (**Figura N°5**) y sacar el promedio.

Los 40 especímenes fueron colocados en recipientes rotulados y expuestos a la acción de las bebidas energizantes por 7 días durante 10 minutos diarios a temperatura ambiente, luego fueron almacenados en un frasco con solución fisiológica isotónica.

Después de 7 días se volvió a medir la microdureza superficial (**Figura N°6 y N°7**) de los 40 especímenes siguiendo el mismo método aplicado para la medida inicial, registrando los resultados encontrados en la ficha elaborada para este fin (Anexo 2).

3.4 Técnicas Estadísticas para el Procesamiento de la Información

Los datos recogidos fueron trasladados a una hoja de cálculo de Excel para luego ser analizados mediante el programa SPSS versión 25. Se utilizó un nivel de confianza del 95%.

La presente investigación contó con 20 muestras por grupo, al cuál se le aplicó la prueba de Shapiro-Wilk para determinar la normalidad.

Se empleó la prueba paramétrica t de student para grupos independientes para comparar las dos bebidas energizantes. Además, se utilizó la prueba t de Student para grupos relacionados para evaluar las diferencias entre el momento inicial y final.

Para analizar los datos que no tuvieron distribución normal se utilizó la U de Mann-Whitney para muestras independientes y Wilcoxon para muestras relacionadas.

3.5 Aspectos Éticos

El estudio no presentó implicancias éticas debido que es una investigación *in vitro* que evaluó el efecto de dos bebidas energizantes sobre la microdureza superficial del esmalte dentario bovino.

El proyecto fue aprobado por el Comité Revisor de Proyectos de Investigación en Acta N°008-2021 y Comité de Ética en Acta N°003-2021 de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Martín de Porres para la ejecución.

El investigador declara no poseer conflictos de interés.

CAPÍTULO IV: RESULTADOS

Después de realizada la evaluación estadística descriptiva a la microdureza superficial del esmalte bovino antes de ser expuesto a las bebidas energizantes se pudo observar:

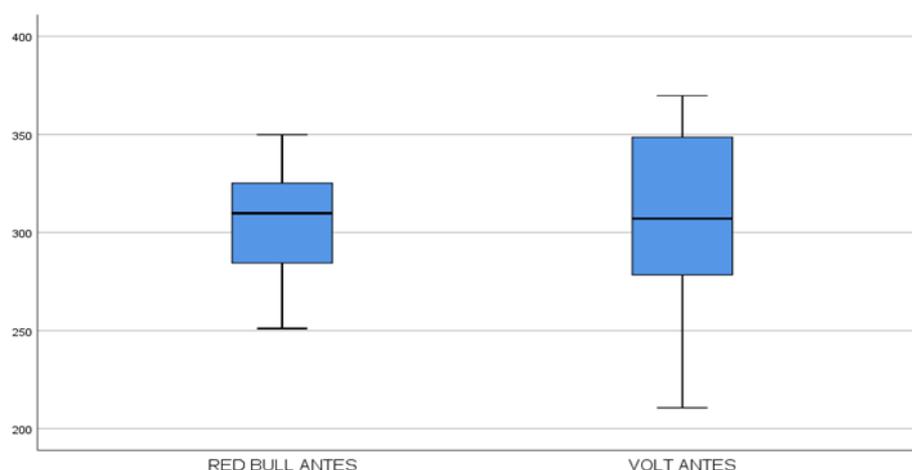
El promedio de la microdureza del esmalte bovino antes de ser expuesto a la bebida energizante Red Bull presentó 303.662 Kg/mm² con una desviación estándar de 28.7357 Kg/mm² y para Volt fue de 309.860 Kg/mm² con una desviación estándar de 41.9152 Kg/mm².

Tabla N° 1: La microdureza superficial del esmalte bovino antes de ser expuesto a las bebidas energizantes

Estadísticos descriptivos		Red Bull	Volt
Media		303.662	309.860
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	290.213	290.243
	Límite superior	317.110	329.477
Mediana		309.833	307.100
Varianza		825.740	1756.885
Desv. Estándar		28.7357	41.9152
Mínimo		251.1	210.6
Máximo		349.9	369.8

Gráfico N°1: Microdureza superficial del esmalte bovino antes de ser expuesto a las bebidas energizantes

Kg/mm²



La prueba estadística de Shapiro-Wilk ($p=0.200$ para Red Bull y $p=0.312$ para Volt), los datos de ambos grupos muestran distribución normal.

Tabla N° 2 Pruebas de normalidad

Bebida	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Antes Red Bull	0,156	20	,200*	0,936	20	0,200
Volt	0,115	20	,200*	0,946	20	0,312

La prueba t de Student para grupos independientes ($p=0.589$) mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas (lo cual es adecuado para evidenciar que los dos grupos parten en las mismas condiciones)

Tabla N° 3 prueba t para la igualdad de medias

t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
-0,545	38	0,589	-6,1983	11,3636	-29,2027	16,8061
-0,545	33,629	0,589	-6,1983	11,3636	-29,3013	16,9047

En la tabla 4 se muestra que la microdureza superficial del esmalte bovino luego de ser expuesta a la bebida Volt fue 68.855 Kg/mm².

Tabla N° 4: Microdureza superficial del esmalte bovino después de ser expuesto a la bebida energizante Volt

		Volt después
Media		68.855
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	57.686
	Límite superior	80.024
Mediana		64.333
Varianza		569.479
Desv. Estándar		23.8638
Mínimo		33.3
Máximo		133.2

En la tabla 5 se muestra que la microdureza superficial del esmalte bovino luego de ser expuesta a la bebida Red Bull fue 64.185 Kg/mm².

Tabla N° 5: Microdureza superficial del esmalte bovino después de ser expuesto a la bebida energizante Red Bull

		Red Bull después
Media		64.185
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	52.551
	Límite superior	75.819
Mediana		67.733
Varianza		617.912
Desv. Estándar		24.8578
Mínimo		29.3
Máximo		104.9

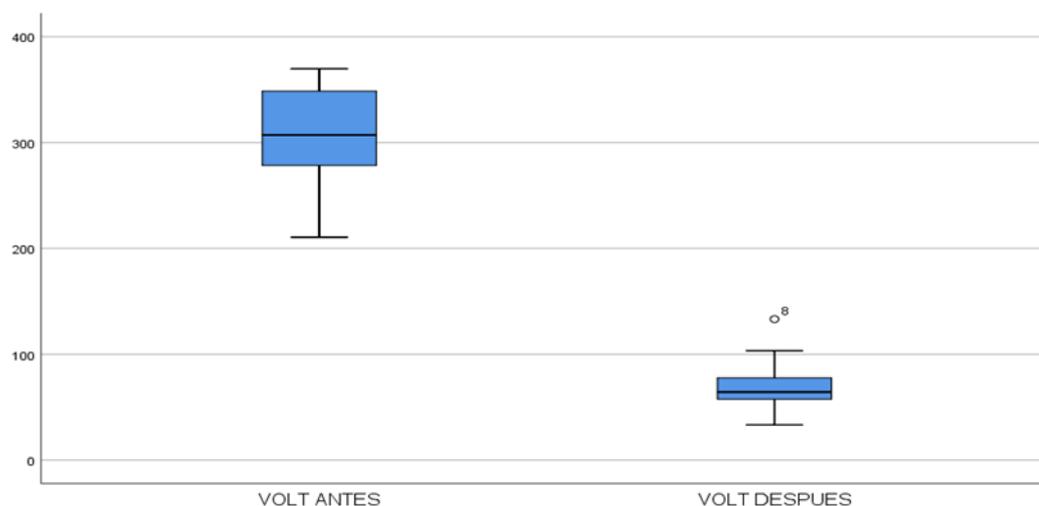
El promedio de la microdureza del esmalte bovino antes de ser expuesto a la bebida energizante Volt fue de 309.860 Kg/mm² con una desviación estándar de 41.9152 Kg/mm² y después de ser expuesto se observó un promedio de 68.855 Kg/mm² con una desviación estándar de 23.8638 Kg/mm² observando una disminución de 241.005 Kg/mm² de microdureza Vickers.

Tabla N° 6: Comparación entre la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser sumergido en la bebida energizante Volt

		Volt antes	Volt después
Media		309.860	68.855
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	290.243	57.686
	Límite superior	329.477	80.024
Mediana		307.100	64.333
Varianza		1756.885	569.479
Desv. Estándar		41.9152	23.8638
Mínimo		210.6	33.3
Máximo		369.8	133.2
t student			28.426
Sig.			0.000

Gráfico N°2: Comparación entre la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser sumergido a la bebida energizante Volt

Kg/mm²



La prueba estadística de Shapiro-Wilk ($p=0.312$ para Volt antes y $p=0.057$ para Volt después), los datos de ambos grupos muestran distribución normal, por ello se eligió para la comparación la prueba paramétrica t de Student para grupos relacionados.

Tabla N° 7: Prueba de normalidad entre la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser sumergido en la bebida energizante Volt

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
VOLT ANTES	0,115	20	,200*	0,946	20	0,312
VOLT DESPUES	0,249	20	0,002	0,908	20	0,057

Al aplicar la prueba estadística t de Student para grupos relacionados, ($p < 0.000$), se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre el antes y después de la microdureza superficial del esmalte bovino.

Tabla N° 8: Prueba de t de Students entre la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser sumergido en la bebida energizante Volt

Diferencias emparejadas							
Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
			Inferior	Superior			
241,0050	37,9162	8,4783	223,2597	258,7503	28,426	19	0,000

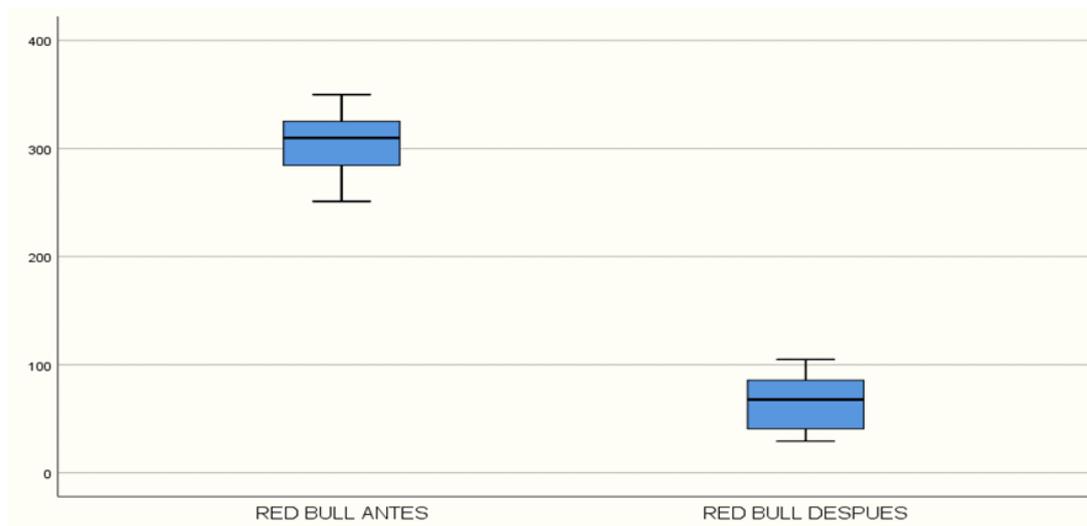
El promedio de la microdureza del esmalte bovino antes de ser expuesto a la bebida energizante Red Bull fue de 303.662 Kg/mm² con una desviación estándar de 28.7357 Kg/mm² y después de ser expuesto se observó un promedio de 64.185 Kg/mm² con una desviación estándar de 24.8578 Kg/mm² observando una disminución de 239.477 Kg/mm² de microdureza Vickers

Tabla N° 9: Comparación entre la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser expuesto a la bebida energizante Red Bull

	Red Bull antes	Red Bull después
Media	303.662	64.185
95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	290.213
	Límite superior	317.110
Mediana	309.833	67.733
Varianza	825.740	617.912
Desv. Estándar	28.7357	24.8578
Mínimo	251.1	29.3
Máximo	349.9	104.9
t Student		32.565
Sig		0.000

Gráfico N°3: Comparación entre la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser expuesto a la bebida energizante Red Bull

Kg/mm²



La prueba estadística de Shapiro-Wilk ($p=0.200$ para Red Bull antes y $p=0.080$ para Red Bull después), los datos de ambos grupos muestran distribución normal, por ello se eligió para la comparación la prueba paramétrica t de Student para grupos relacionados.

Tabla N° 10: Prueba de normalidad entre la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser sumergido en la bebida energizante Red Bull

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
RED BULL ANTES	0,156	20	,200*	0,936	20	0,200
RED BULL DESPUES	0,154	20	,200*	0,915	20	0,080

Al aplicar la prueba estadística t de Student para grupos relacionados, ($p < 0.000$), se puede observar que existen diferencias estadísticamente significativas entre el antes y después de la microdureza superficial del esmalte bovino.

Tabla N° 11: Prueba de t de Students entre la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser sumergido en la bebida energizante Red Bull

Diferencias emparejadas							
Media	Desv. Desviación	Desv. Error promedio	95% de intervalo de confianza de la diferencia		t	gl	Sig. (bilateral)
			Inferior	Superior			
239,4767	32,8875	7,3539	224,0848	254,8685	32,565	19	0,000

Esta tabla describe los promedios de las diferencias de los grupos donde se utilizó Red Bull y Volt y podemos observar que la bebida Red Bull tenía una mediana de 239.477 Kg/mm² y la bebida Volt 241.005 Kg/mm². La prueba estadística de Shapiro-Wilk ($p = 0.788$ para Red Bull y $p = 0.042$ para Volt), los datos del grupo Volt no muestran distribución normal, por ello se elige para la comparación la prueba no paramétrica de U de Mann-Whitney.

Tabla N° 12: Comparación de la disminución de la microdureza superficial del esmalte bovino después de ser expuesto a las bebidas energizantes Volt y Red Bull

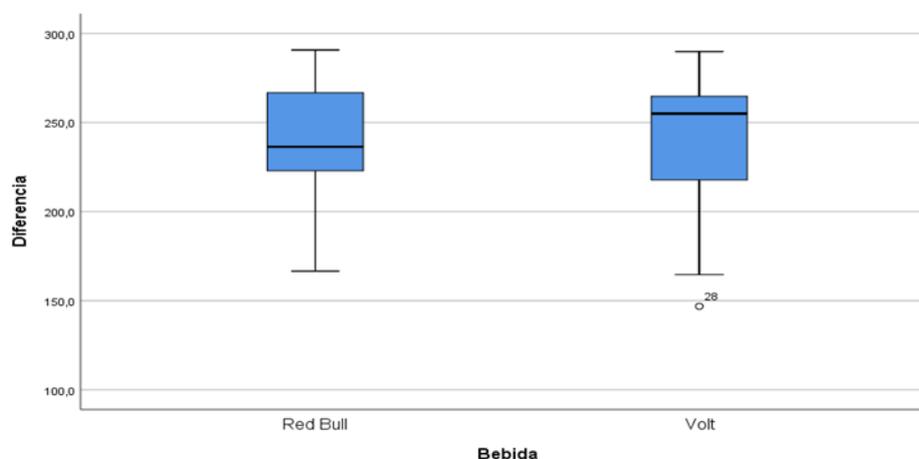
		Red Bull	Volt
Diferencia	Media	239.477	241.005
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior 224.085	Límite superior 223.260
	Mediana	254.869	258.750
	Varianza	236.367	254.967
	Desv. Estándar	1081.590	1437.639
	Mínimo	32.8875	37.9162
	Máximo	166.6	146.8
		290.7	289.8
	U de Mann-Whitney		185.000
	Sig. asintótica(bilateral)		0.685

Tabla N° 13: Prueba de normalidad entre la microdureza superficial del esmalte bovino después de ser sumergido en la bebida energizante Red Bull y Volt

Bebida	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Diferencia Red Bull	0,102	20	,200*	0,972	20	0,788
Volt	0,206	20	0,025	0,900	20	0,042

Gráfico N°4: Comparación de la disminución de la microdureza superficial del esmalte bovino después de ser expuesto a la bebida energizante Volt y Red Bull

Kg/mm²



Si bien se observa una reducción de la microdureza superficial del esmalte bovino después de ser sumergido en las bebidas energéticas al realizar la prueba U de Mann-Whitney ($p=0.685$), no existen diferencias estadísticamente significativas entre los grupos evaluados.

Tabla N° 14: Prueba U de Mann-Whitney para la microdureza superficial del esmalte bovino después de ser sumergido en la bebida energizante Red Bull y Volt

	Diferencia
U de Mann-Whitney	185,000
W de Wilcoxon	395,000
Z	-0,406
Sig. asintótica(bilateral)	0,685
Significación exacta [2*(sig. unilateral)]	,698 ^b

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos después de realizado el estudio *in vitro* demuestran que existe disminución de la microdureza del esmalte bovino al ser sumergido a las bebidas energizantes durante 7 días por 10 minutos diarios.

Al determinar el pH de las bebidas utilizadas en esta investigación se encontraron para Volt 3.0 y para Red Bull 3.6, lo que representan un pH crítico para la hidroxiapatita y fluorapatita. Por lo tanto, estas bebidas tienen la capacidad de producir un efecto erosivo como es la desmineralización sobre la superficie dental. Según Larsen y Bruun⁹⁰, quién dice que un pH ácido en la cavidad bucal produce solubilidad de la estructura dentaria.

En el estudio que realizó Matumoto¹¹ donde evaluó a 18 muestras de esmalte dental humano sumergiendo en Red Bull, Red Light Bull y agua destilada con 12 horas de intervalos durante tres días utilizando la microdureza Knoop teniendo como pH 2.1 y 3.2 de las bebidas energizantes. Red Bull Light presentó una disminución de 265.2 Kg/mm² y Red Bull 277.72 Kg/mm², en este estudio las muestras sumergidas en Red Bull presentaron una disminución de 239.477 Kg/mm². El estudio de Matumoto presentó mayor disminución de la microdureza en comparación con este trabajo; la diferencia podría deberse a una mayor exposición del esmalte dental humano en las bebidas energizantes.

En este estudio se utilizó las bebidas energizantes Red Bull y Volt quienes poseen un pH de 3.6 y 3.0 respectivamente, después de la inmersión se observó una disminución de la microdureza de 239.477 Kg/mm² en las muestras sumergidas en Red Bull y 241.005 kg/mm² en las muestras sumergidas en la bebida Volt. Estos datos confirman lo encontrado por Zanatta¹² quien evaluó el efecto de las cervezas (Coque, Brahma, Heineken y Budweiser) sobre la microdureza del esmalte bovino a los 5, 30 y 60 minutos de inmersión en cada solución. El pH de Brahma fue 4.34, Coke 2.36, Heineken 4.35 y Budweiser 4.26, encontrando una disminución de 68.8 Kg/mm² para la bebida Brahma, 251.01 Kg/mm² para Coke,

126.2 Kg/mm² para Heineken y 35.5 Kg/mm² para Budweiser. Nuestros datos coinciden con la disminución inducida por la bebida Coke reportada previamente. Esta disminución similar puede deberse al pH 3.6 de Red Bull y 3.0 de la bebida Volt.

Los datos confirman que en esta investigación se evidenció disminución de la microdureza del esmalte bovino al ser sumergida a la bebida Red Bull y Volt utilizando el Microdurometro Vickers. Kim¹³ evaluó la erosión del esmalte bovino inducida por diversas bebidas ácidas teniendo en común con esta tesis a la bebida Red Bull. Para observar la erosión utilizó la espectroscopia infrarroja transformada de Fourier de reflexión total atenuada. Al analizar los datos se observa una correlación muy significativa entre la disminución de la microdureza superficial y el aumento en el grado de erosión.

Yuan¹⁴ determinó el efecto del ataque de la Coca Cola sobre la erosión temprana y la microdureza superficial del esmalte humano permanente. Mostrando porcentajes de cambios de microdureza de la superficie en cada tiempo de exposición 1, 2, 4, 6, 8, 10, 20 y 30 minutos siendo estos (12,2 ± 3,9) %, (16,8 ± 5,5) %, (16,7 ± 5,6) %, (16,2 ± 6,2) %, (16,6 ± 9,0) %, (15,6 ± 3,7) %, (13,8 ± 4,8) % y (11,4 ± 3,2) %, respectivamente. Encontrando una disminución significativa de la microdureza del esmalte similar a los resultados obtenidos en esta investigación al sumergir el esmalte bovino en las bebidas energizantes durante 7 días por 10 minutos diarios.

Zanet¹⁵ determinó la microdureza del esmalte bovino clareado y sin clarear después de la inmersión en una bebida gaseosa, jugo en polvo artificial y ácido clorhídrico. Los resultados revelaron una mayor microdureza (227,09 ± 42,30 HV) en la condición sin clarear, en comparación con la condición de clareado (179,14 ± 40,07 HV). Ellos demostraron que los agentes clareadores aumentan la disminución de la microdureza superficial del esmalte por el efecto ácido de las bebidas. La disminución de la microdureza encontrada en esta tesis fue similar a lo reportado por Zanet.

Este estudio es *in vitro* y posiblemente *in vivo* exista una diferencia del valor en la microdureza que podría estar relacionado por factores como la formación de la

película adquirida sobre el diente, capacidad buffer de la saliva, el valor de pH y los fluidos orales. La presencia de la película adquirida en la estructura dentaria es importante porque actúa como una membrana selectivamente permeable ubicada entre el diente y el ambiente bucal. Por lo que regula la difusión de ácidos provenientes de los alimentos y bebidas y a la vez controla el pasaje los iones calcio, fosfato y fluoruro en la cual modula el proceso de mineralización y desmineralización. El efecto protector frente a la erosión depende del espesor alcanzado de la película adquirida, de modo que cuando mayor sea este menor será la susceptibilidad a la disolución ácida⁹¹.

Es importante determinar el pH de las bebidas de mayor consumo en jóvenes y adultos para que se pueda restringir el consumo de estas y así evitar la erosión dental. Se necesitaría realizar el mismo estudio en esmalte humano, pero bajo condiciones similares a la cavidad bucal para poder corroborar los datos obtenidos en este estudio *in vitro*.

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este estudio experimental se concluye:

1. La microdureza inicial del esmalte bovino para el Red Bull mostró 303.662 kg/mm² y para el Volt 309.860 kg/mm², lo cual es adecuado para evidenciar que los dos grupos parten de condiciones similares.
2. Al ser expuesto el esmalte bovino a la bebida Volt se evidenció que la microdureza superficial del esmalte bovino, posee un valor promedio de 68.855 kg/mm².
3. Al ser expuesto el esmalte bovino a la bebida Red Bull se evidenció que la microdureza superficial del esmalte bovino, posee un valor promedio de 64.185 kg/mm².
4. Después de ser expuesto el esmalte bovino a la bebida energizante Volt se observó una disminución de los valores de la media de 241.005 kg/mm².
5. Después de ser expuesto el esmalte bovino a la bebida energizante Red Bull se observó una disminución de los valores de la media de 239.477 kg/mm².
6. Al comparar los valores obtenidos después de exponer el esmalte bovino entre ambas bebidas, Red Bull y Volt, no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa.
7. Las bebidas energizantes disminuyen significativamente la microdureza del esmalte bovino.

RECOMENDACIONES

1. Realizar estudios para evaluar la microdureza del esmalte con otros tipos de bebidas de consumo habitual.
2. Realizar estudios para evaluar la microdureza del esmalte frente a bebidas de diferentes pH.
3. Realizar estudios sobre el efecto del flúor después de la disminución de la microdureza del esmalte.
4. Se recomienda el uso de dientes de bovino los cuales pueden reemplazar a los dientes humanos en estudios experimentales.
5. Se recomienda la realización de estudios sobre el efecto de estas bebidas en materiales restaurativos como: cerámicas, cerómeros y resinas compuestas.

FUENTES DE INFORMACIÓN

1. Ganss C, Lussi A, Schlueter N. The histological features and physical properties of eroded dental hard tissues. *Monogr Oral Sci.* 2014. 25:99-107.
2. Ngoc C, Donovan T. Education About Dental Erosion in U.S. and Canadian Dental Schools. *J Dent Educ.* 2018; 82(12):1296-1304.
3. Chan A, Kim T, Hsu Y, Sum S, Kroon J. A systematic review of dietary acids and habits on dental erosion in adolescents. *International Int J Paediatr Dent.* 2020; 30(6):1–21.
4. Taji S, Seow W. A literatura review of dental erosion in children. *Australian Dental Journal.* 2010; 55:358-367.
5. Enam F, Mursalat M, Guha U, Aich N, Anik M, Nisha N, Khan M. Dental erosion potential of beverages and bottled drinking water in Bangladesh. *International Journal of Food Properties.* 2016; 20(11):1-32.
6. Rodríguez D, Bonilla P, Aillon E, Tello G. Efecto de barnices fluorados sobre el esmalte erosionado a través de microcopia de fuerza atómica: Estudio in vitro. *Revista "Odontología".* 2017; 19(1): 55-74.
7. Murakami C, Oliveira L, Sheihamás M, Haddad A, Bönecker M. Risk Indicators for Erosive Tooth Wear in Brazilian Preschool Children. *Caries Res.* 2011; 45 (2):121-129.
8. Verploegen V, Schuller A. Dental erosion and young adults: what do they know and how would they like to receive information. *Ned Tijdschr Tandheelkd.* 2017; 124(9):443-449.
9. Coombes J. Sports drinks and dental erosion. *Am J Dent.* 2005; 18(2):101-104.
10. Skupien J, Bergoli C, Pozzobon R, Brandao L. Avaliacao do pH de refrigerantes do tipo normal e light. *Rev. Saúde.* 2009; 35(2): 33-36.
11. Matumoto M, Terada R, Higashi D, Fukimaki M, Suga S, Guedes A. In vitro effect of energy drinks on human enamel surface. *Rev Odontol UNESP.* 2018; 47(1): 57-62.
12. Zanatta R, Esper M, Valera M, Melo R, Bresciani E. Harmful Effect of Beer on Bovine Enamel Microhardness - In Vitro Study. *Plos One.* 2016; 11(10): 5-7.

13. Kim I, Son J, Min B, Kim Y, Kim K, Kwon T. A simple, sensitive and non-destructive technique for characterizing bovine dental enamel erosion: attenuated total reflection Fourier transform infrared spectroscopy. *International Journal of Oral Science*. 2016 8(1), 54–60.
14. Yuan M, Zhang Q, Gao X. Influence of Coca-Cola on early erosion and surface microhardness of human enamel: an in situ study. *Zhonghua Kou Qiang Yi Xue Za Zhi*. 2016; 51(6):357-361.
15. Zanet C, Fava M, Alves L. *In vitro* evaluation of the microhardness of bovine enamel exposed to acid solutions after bleaching. *Braz Oral Res*. 2011; 25(6):562-567.
16. Hariri I, Sadr A, Shimada Y, Tagami J, Sumi Y. Effects of structural orientation of enamel and dentine on light attenuation and local refractive index: an optical coherence tomography study. *J Dent*. 2012; 40: 387-396.
17. Qamar Z, Haji Z, Chew H, Fatima T. Influence of trace elements on dental enamel properties: A review. *J Pak Med Assoc*. 2017; 67(1):116-120.
18. Gómez E. *Histología y embriología bucal*. 2da ed. España: Editorial Médica Panamericana; 2002.
19. Yilmaz E, Schneider G, Swain M. Influence of structural hierarchy on the fracture behaviour of tooth enamel. *Philos Trans A Math Phys Eng Sci*. 2015; 373(2038):1-20.
20. Rodríguez Y, Vera L, Díaz N, Padrón K, Izaguirre C, Dávila D, et al. Cambios Ultraestructurales en el tejido adamantino producidos por bebidas carbonatadas. *Rev Cient Odonto*. 2017; 13(1): 1-9.
21. Mitsiadis T, Graf D. Cell fate determination during tooth development and regeneration. *Birth Defects Research Part C*. 2009; 87(3):199–211.
22. Park S, Quinn J, Romberg E, Arola D. On the brittleness of enamel and selected dental materials. *Dent Mater*. 2008; 24(11):1–20.
23. Bajaj D, Arola D. On the R-curve behavior of human tooth enamel. *Biomaterials*. 2009; 30:1- 21.
24. White S, Luo W, Paine M, Fong H, Sarikaya M, Snead M. Biological Organization of Hydroxyapatite Crystallites into a Fibrous Continuum Toughens and Controls Anisotropy in Human Enamel. *Journal of Dental Research*. 2011; 80(1):321–326.

25. Varga S, Spalj S, Varga M, Milosevic S, Mestrovic S, Slaj M. Maximum voluntary molar bite force in subjects with normal. *European Journal of Orthodontics*. 2010; 33: 427–433.
26. Hu J, Chun Y, Al Hazzazzi T, Simmer, J. Enamel Formation and Amelogenesis Imperfecta. *Cells Tissues Organs*. 2017; 186(1):78–85.
27. Pham C, Smith C, Hu Y, Hu J, Simmer J, Chun Y. Endocytosis and Enamel Formation. *Frontiers in physiology*. 2017; 8(529): 1-14.
28. Lacruz R, Smith C, Kurtz I, Hubbard M, Paine M. New Paradigms on the Transport Functions of Maturation-stage Ameloblasts. *Journal of Dental Research*. 2012; 92(2): 122–129.
29. Simmer J, Papagerakis P, Smith C, Fisher D, Rountrey A, Zheng L, Hu J. Regulation of Dental Enamel Shape and Hardness. *Journal of Dental Research*. 2010; 89(10):1024–1038.
30. Paine M, White S, Luo W, Fong H, Sarikaya M, Snead M. Regulated gene expression dictates enamel structure and tooth function. *Matrix Biology*. 2001; 20: 273–292.
31. Bartlett J, Simmer J. Proteinases in Developing Dental Enamel. *Critical Reviews in Oral Biology and Medicine*. 1999; 10(4):425–441.
32. Yin K, Paine M. Bicarbonate Transport During Enamel Maturation. *Calcif Tissue Int*. 2017; 101(5):457-464.
33. Vaissier V. Enamel synthesis explained. *Proc Natl Acad Sci USA*. 2020; 117(36): 21847-21848.
34. Robinson C, Brookes S, Bonass W, Shore R, Kirkham J. Enamel maturation. *Ciba Found Symp*. 1997; 205: 156-174.
35. Lignon G, De la Dure Molla M, Dessombz A, Berdal A, Babajko S. Enamel: a unique self-assembling in mineral world. *Med Sci*. 2015; 31(5):515-521.
36. Buzalef M, Hannas A, Kato M. Saliva and dental erosion. *J Appl Oral Sci*. 2012; 20(5):499-502.
37. Almeida J, Baratieri L, Araujo E, Widmer N. Dental erosion: understanding this pervasive condition. *J Esthet Restor Dent*. 2011; 23(4):205-216.
38. Yip K, Smales R, Kaidonis J. Case report: management of tooth tissue loss from intrinsic acid erosion. *Eur J Prosthodont Restor Dent*. 2003; 11(3):101-106.

39. Torres D, Fuentes R, Bornhardt T, Iturriaga V. Erosión Dental y sus posibles factores de riesgo en niños: Revisión de literatura. *Rev. Clin Periodoncia Implantología Rehabilitación Oral*.2016; 9(1):19-24.
40. Vailati F, Belser C. Clasificación y tratamiento de la dentición maxilar anterior afectada por erosión dental: Clasificación de la erosión clínica anterior. *Rev Int Odontol Restaur Period*. 2010; 14(6):559-571.
41. Young A , Bennett T, Dugmore C , Holbrook P , Nunn J , Schiffner U , et al. Current erosion indices – flawed or valid? .*Clin Oral Invest* .2008,12:59-63.
42. Roesch L, Roesch F, Remes J, Romero G, Mata C, Azamar A, Barranca A. Erosión dental, una manifestación extraesofagica de la enfermedad por reflujo gastroesofágico. Experiencia de un centro de fisiología digestiva en el sureste de México. *Rev Esp Enferm Dig*. 2014; 106(2):92-97.
43. Sosa C, Solís J, López S, Nakagoshi S. Dental Erosión: causes, diagnostics and treatment. *J Oral Res* .2014; 3(4):257-261.
44. Zero D, Lussi A. Erosion chemical and biological factors of importance to the dental practitioner. *Int Dent J*.2005; 4(1):285-290.
45. García M. Pérdida de tejidos dentarios de etiología no bacteriana. En: Bordoni N, Escobar A, Castillo R. *Odontología pediátrica: La salud bucal del niño y el adolescente en el mundo actual*. Buenos Aires: Medica Panamericana; 2010.p.585-599.
46. Hara A, Lussi A, Zero D .Biological Factors.Dental Erosion. *Monogr Oral Sci*.2006; 20:88-99.
47. Lussi A, Jaeggi T. Erosion diagnosis and risk factors. *Clin Oral Investig*. 2008; 12(1):5-13.
48. Saads T, Lussi A. Chapter 9: Acidic Beverages and Foods Associated with Dental Erosion and Erosive Tooth Wear. *Monogr Oral Sci*. 2020; 28:91-98.
49. Shellis R, Featherstone J, Lussi A. Understanding the chemistry of dental erosion. *Monogr Oral Sci*. 2014; 25: 163-179.
50. Lussi A, Carvalho T. Analyses of the Erosive Effect of Dietary Substances and Medications on Deciduous Teeth. *Plos One*. 2015; 23:10(12):1-15.
51. Hellwig E, Lussi A. Oral hygiene products, medications and drugs - hidden aetiological factors for dental erosion. *Monogr Oral Sci*. 2014; 25:155-162.

52. Auad S, Ríos D, Bonecker M, Manual de referencia para procedimientos en Odontopediatría. Sao Paulo, Brasil: Editorial Livraria Santos; 2010.
53. Millward A, Shaw L, Smith A. Dental erosion in four year old children from differing socioeconomic backgrounds. *J Dent Child* .1994; 61:263–266.
54. Zero D, Lussi A. Behavioral Factors. Dental Erosion. *Monogr Oral Sci.*2006; 20:100-105.
55. Lussi A, Hellwig E, Zero D, Jaeggi T. Erosive tooth wear: Diagnosis, risk factors and prevention. *Am J Dent*. 2006; 19(6):319-325.
56. Chaparro N, Fox M, Pineda R, Perozo B, Díaz A, Torres V. Oral and maxillofacil manifestations in patients with drug addiction. *Odontoestomatologia*. 2018; 20(32):24-31.
57. Ferraz L, Pini N, Ambrosano G, Aguar F, Lima D. Influence of cigarette smoke combined with different toothpastes on enamel erosion. *Braz Oral Res* .2019; 33:1-12.
58. Torres L, Torres N, Vargas G. Erosiones dentales en pacientes con diagnóstico de enfermedades por reflujo gastroesofágico en el Hospital Nacional Arzobispo Loayza. *Rev. gastroenterol*. 2012; 32(4): 343-350.
59. Calabria H. Lesiones no cariosas del cuello dentario: patología moderna, antigua controversia. *Rev. odontoestomat*. 2009; 11(12):12-27.
60. Flores L, Valdivieso M. Trastornos de alimentación en adolescentes y sus implicancias en la salud bucal. *Rev. odontopediatría latinoamericana*. 2011; 1(2):203-213.
61. Gutiérrez D, Isassi H, Oliver R, Padilla J, Trejo E, Huitzil E. Prevalencia de erosión dental en escolares de Tampico, Madero, Altamira y su relación con el pH salival. *Rev. odontopediatría latinoam.*2011; 1(2):170-177.
62. Shankar S, Ashokkumar B, Ankola A, Hebbal M. Distribution and severity of erosion among 5-year-old children in a city in India. *J Dent Child*.2010; 77(3):152-157.
63. Shitsuka C, Tello G, Nahàs M. Desgaste dentario erosivo en bebés, niños y adolescentes: Una visión contemporánea. *Rev. Odontol.*2016; 19(2):100-108.
64. Abarca J. Factores etiológicos que intervienen en la aparición de las lesiones no cariosas en los y las estudiantes de 18 a 30 años [Tesis Cirujano Dentista]. Loja: Universidad Nacional de Loja; 2014.

65. Huamán S. Prevalencia de la erosión dental y su relación con algunos factores asociados en escolares de 12 años [Tesis Bachiller]. Moche: Universidad Nacional de Trujillo; 2013.
66. Fajardo M, Mafla A. Diagnóstico y Epidemiología de erosión dental. Rev Salud UIS .2011; 43(2): 179-189.
67. Abad M. Efecto Erosivo de las Bebidas Ácidas [Tesis Cirujano Dentista]. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2010.
68. Cuniberti N, Rossi G. Lesiones cerviales no cariosas. Rev RAAO.2017; 57(2):35-40.
69. Liporoni P, Wan W, Zanatta R, Ambroano G, Aguiar F, Amaechi B. Influence of Erosion/Abrasion and the dentifrice abrasiveness concomitant with bleaching procedures. Dove medical press journal .2020; 12:101-109.
70. Yendriwati, Sinaga R, Dennis D. Increase of Enamel Hardness Score after Cow Milk Immersion of Demineralized Tooth: An In vitro Study. World Journal of Dentistry. 2018; 9(6):439-443.
71. Katakam D, Priyadarshini S, Raghu R, Shetty A, Premlatadevi T, Cherukuri S. An in vitro comparative evaluation of enamel microhardness in soft drinks, CPP-ACP, amine fluoride and sodium fluoride with functionalised tricalcium phosphate. J Evolution Med Dent Sci. 2017; 6(4):273-277.
72. 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 Odont Venez. 2017; 55: 1-16.
73. Calliester W. Introducción a la ciencia e ingeniería de los materiales. Barcelona: Editorial Reverté S.A; 2007.
74. Ishak W, Ugochukwu C, Bagot K, Khalili D, Zaky C. Energy drinks: psychological effects and impact on well-being and quality of life-a literature review. Innov Clin Neurosci. 2012; 9(1): 25–34.
75. Higgins J, Babu K, Deuster P; Shearer J. Energy Drinks: A Contemporary Issues Paper. Current Sports Medicine Reports. 2018; 17(2):65-72.
76. Cavalcanti A, Xavier A, Souto, R, Oliveira M, Dos Santos J, Vieira F. Evaluación in vitro del potencial erosivo de las bebidas deportivas. 2010. Rev Bras Med Esporte; 16 (6): 455–458.

77. Damo D, Arossi G, Silva H, Santos L, Kappaun D. Erosive potential of sports beverages on human enamel "in vitro." 2018. *Rev Bras Med Esporte*, 24(5), 386–390.
78. Diel F, Khanferyanb R. Sports and energy drinks. *Foods and Raw Materials*. 2018; 6(2):379-391.
79. Pound C, Blair B. Energy and sports drinks in children and adolescents. *Paediatrics and Child Health*. 2017; 22(7):406–410.
80. Simulescua V, Iliaa G, Macariea L, Merghes P. Sport and energy drinks consumption before, during and after training. *Science and Sports*. 2018; 34:1-7.
81. Schneider M, Benjamin H, Bathia J, Abrams S, De Ferranti S, Silverstein J, et al. Clinical Report–Sports Drinks and Energy Drinks for Children and Adolescents: Are They Appropriate. *Pediatrics*. 2011; 127(6): 1182-1189.
82. Lutovac M, Popova O, Macanovic G, Kristina R, Lutovac B, Ketina S, et al. Testing the Effect of Aggressive Beverage on the Damage of Enamel Structure. *Open Access Maced J Med Sci*. 2017; 5(7):987-993.
83. Carrasco E, Flores A, Revilla A. Analisis de factibilidad de una gaseosa energizante [Tesis de Maestría]. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2016.
84. Cuéllar E, Pustovrh M. El papel de la amelisina en el desarrollo dentario. Revisión Sistemática. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*. 2016; 27(1):154-176.
85. García M, Reyes J. La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. *Rev Esp Cienc Quím Biol*. 2006; 9(2):90-95.
86. Arroyave C. El Ensayo de Microdureza. *Rev Fac de Ingenieria*. 1985; 2(1):119-126.
87. Arango S, Montoya C, Pelaez A, Ossa E. Chemical, structural and mechanical characterization of bovine enamel. *Arch Oral Biol*. 2019; 109: 1-6.
88. Rosenthal T, Morin D. A little Red Bull may give you wings, but it probably will not affect your Tpe. *Anatol J Cardiol*. 2015; 15(11): 923–924.
89. Norma ISO/TS 11405 (en línea) 2015 (acceso 10 de mayo 2021); (11 páginas). Disponible

en:<https://cdn.standards.iteh.ai/samples/62898/c8afc682cda547d797cf339c726837ce/ISO-TS-11405-2015.pdf>

90. Larsen M, Bruun C. Esmalte, Saliva: Reacciones Químicas Inorgánicas. 1998. En: Thylstrup, A, Fejeskov, O. Tratado de Cariología. 2 ed. Rio de Janeiro. Cultura Médica. p.169-93.
91. Francia C, Lissera R, Battellino L. Pelicula adquirida salival: Revision de la literatura. Acta Odontologica Venezolana.2007; 45(3):1-11.

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

TITULO: "EFECTO DE DOS BEBIDAS ENERGIZANTES SOBRE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DEL ESMALTE BOVINO"

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	MARCO TEÓRICO	METODOLOGÍA
<p>General ¿Cuál será el efecto de dos bebidas energizantes sobre la microdureza superficial del esmalte bovino?</p>	<p>General Determinar el efecto de dos bebidas energizantes sobre la microdureza superficial del esmalte bovino. Específicos 1. Determinar la microdureza superficial del esmalte bovino antes de ser expuestos a las bebidas energizantes. 2. Determinar la microdureza superficial del esmalte bovino después de ser expuesto a la bebida energizante Volt. 3. Determinar la microdureza superficial del esmalte después de ser expuesto a la bebida energizante Red Bull. 4. Comparar la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser sumergido a la bebida energizante Volt. 5. Comparar la microdureza superficial del esmalte bovino antes y después de ser sumergido a la bebida energizante Red Bull. 6. Comparar la disminución de la microdureza superficial del esmalte bovino después de ser sumergido al Red Bull y Volt.</p>	<p>General Las bebidas energizantes disminuyen la microdureza superficial del esmalte bovino. Específicos H1: La bebida energizante Red Bull disminuye significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino. H0: La bebida energizante Red Bull no disminuye significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino. H2: La bebida energizante Volt disminuye significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino. H0: La bebida energizante Volt no disminuye significativamente la microdureza superficial del esmalte bovino.</p>	<p>1. Esmalte Dentario 2. Erosión Dentaria - Características Clínicas - Patogénesis Factores Biológicos Factores Químicos Factores Conductuales -Clasificación de la erosión Según su etiología Según la progresión de la actividad erosiva - Según la localización de la erosión -Mecanismos agravantes de la erosión 3. Microdureza 4. Bebidas Energizantes</p>	<p>Diseño Metodológico - Experimental - Analítico - Prospectivo - Longitudinal Diseño Muestral Muestreo no probabilístico Técnica de Recolección de Datos Observación Variables Independiente: Bebidas Energizantes (Red Bull y Volt). Dependiente: Microdureza superficial del esmalte bovino.</p>

ANEXO N°2: FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS



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

INFORME DE ENSAYO N°	IE-054-2021	EDICION N° 2	Página 1 de 5
ENSAYO DE DUREZA MICROVICKERS EN DIENTES DE BOVINO			
1. TESIS	"EFECTO DE DOS BEBIDAS ENERGIZANTES SOBRE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DEL ESMALTE BOVINO"		
2. DATOS DEL SOLICITANTE			
NOMBRE Y APELLIDOS	Josselyn Stefany Cotrina Barrientos		
DNI	76122574		
DIRECCIÓN	Calle Jesús Alberto Paez 181- Coop. Universal		
CIUDAD	Santa Anita		
3. EQUIPOS UTILIZADOS			
INSTRUMENTO	Microdurómetro Vickers Electronico – Marca LG		
MARCA	HV-1000		
APROXIMACIÓN	1 µm - 40X		
INSTRUMENTO	Vernier digital de 200mm		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACIÓN	0.01mm		
4. RECEPCIÓN DE MUESTRAS			
FECHA DE INGRESO	09	Junio	2021
LUGAR DE ENSAYO	Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. los Jardines Segunda Etapa San Juan de Lurigancho.		
CANTIDAD	2 Grupos		
DESCRIPCIÓN	Muestras de dientes de bovino		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Dientes de bovino sumergidas a la bebida Red Bull	
	Grupo 2	Dientes de bovino sumergidas a la bebida Volt	
5. REPORTE DE RESULTADOS			
FECHA DE EMISION DE INFORME	17	Junio	2021



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC
 Boulevard Los Mirables Nro. 1319 Lote 48 Mz. M Urb. Los Jardines 2da Etapa San Juan de Lurigancho
 Telf.: +51(01) 4065 215 - 997 123 584 Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm
 E-mail.: robert.etmec@gmail.com

INFORME DE ENSAYO N°		IE-054-2021		EDICION N° 2		Página 2 de 5	
6. RESULTADOS GENERADOS							
Grupo 1		Dientes de bovino sumergidas a la bebida Red Bull - Inicial					
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Promedio Hv Kg/mm ²		
1	300 (2.94199)	296.7	288.0	285.5	290.1		
2		321.9	335.4	330.5	333.0		
3		302.7	321.9	215.3	280.0		
4		315.3	330.4	324.7	323.5		
5		220.5	231.3	341.9	264.6		
6		285.1	293.6	288.1	288.9		
7		308.9	315.3	306.5	310.2		
8		259.1	258.3	261.1	259.5		
9		240.8	256.7	255.8	251.1		
10		302.7	315.8	309.8	309.4		
11		350.5	320.3	334.3	335.0		
12		295.1	318.6	309.4	307.7		
13		328.7	331.1	318.6	326.1		
14		285.1	301.7	298.3	295.0		
15		240.8	269.0	269.0	259.6		
16		328.7	319.3	321.1	323.0		
17		312.1	332.2	328.4	324.2		
18		358.2	341.6	349.8	349.9		
19		328.7	335.4	331.4	331.8		
20		292.4	332.2	318.1	314.2		



INFORME DE ENSAYO N°		IE-054-2021	EDICION N° 2	Página 3 de 5	
Grupo 1		Dientes de bovino sumergidas a la bebida Red Bull - Final			
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Promedio Hv Kg/mm ²
1	300 (2.94199)	30.6	53.2	48.1	44.0
2		38.9	35.1	41.8	38.6
3		73.4	98.0	88.4	86.6
4		88.1	86.7	87.4	87.4
5		29.7	28.1	30.1	29.3
6		39.8	37.3	41.4	39.5
7		72.7	74.1	73.9	73.6
8		30.4	29.1	31.1	30.2
9		85.7	83.6	84.3	84.5
10		41.3	40.3	44.0	41.9
11		49.8	51.5	51.2	50.8
12		78.8	79.1	77.1	78.3
13		77.2	72.0	75.4	74.9
14		86.2	86.6	87.1	86.6
15		61.5	63.4	60.8	61.9
16		102.6	107.6	102.5	104.2
17		35.5	33.5	38.5	35.8
18		78.8	87.1	81.5	82.5
19		106.3	105.8	102.5	104.9
20		49.1	47.4	48.1	48.2




HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

INFORME DE ENSAYO N°		IE-054-2021	EDICION N° 2	Página 4 de 5	
Grupo 2		Dientes de bovino sumergidas a la bebida Volt - Inicial			
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Promedio Hv Kg/mm ²
1	300 (2.94199)	220.5	200.3	211.1	210.6
2		296.7	290.8	309.5	299.0
3		325.3	318.6	310.6	318.2
4		264.0	277.1	270.1	270.4
5		279.6	285.1	281.9	282.2
6		308.9	297.6	301.3	302.6
7		336.5	335.8	336.0	336.1
8		285.1	271.3	283.6	280.0
9		302.7	285.1	291.1	293.0
10		308.9	312.4	313.5	311.6
11		290.8	255.2	273.7	273.2
12		264.0	269.1	271.1	268.1
13		354.4	358.3	356.1	356.3
14		332.2	312.1	324.8	323.0
15		279.6	269.1	281.5	276.7
16		374.5	368.7	366.1	369.8
17		360.1	366.3	364.6	363.7
18		343.4	350.5	348.2	347.4
19		343.0	351.8	354.7	349.8
20		366.3	366.3	364.1	365.6



INFORME DE ENSAYO N°		IE-054-2021	EDICION N° 2	Página 5 de 5	
Grupo 2		Dientes de bovino sumergidas a la bebida Volt - Final			
Espécimen	Carga de ensayo g (N)	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Hv Kg/mm ²	Promedio Hv Kg/mm ²
1	300 (2.94199)	43.5	49.4	45.2	46.0
2		38.6	40.7	41.3	40.2
3		56.0	62.8	70.7	63.2
4		67.9	67.2	65.2	66.8
5		67.9	60.2	61.0	63.0
6		61.3	63.8	64.5	63.2
7		67.2	71.2	68.3	68.9
8		140.2	130.4	128.9	133.2
9		36.0	30.2	33.6	33.3
10		54.6	58.1	57.3	56.7
11		58.6	56.7	60.1	58.5
12		41.9	41.0	45.8	42.9
13		67.9	65.1	66.4	66.5
14		64.4	68.3	69.8	67.5
15		59.6	60.3	61.4	60.4
16		102.6	84.8	98.9	95.4
17		89.5	82.1	88.1	86.6
18		102.6	85.3	100.5	96.1
19		61.3	65.8	69.3	65.5
20		108.9	102.6	98.5	103.3

Observaciones:

- tiempo de indentación 15 segundos.
- Las muestras fueron sumergidas por 10 minutos diarios durante 7 días consecutivos.

7. CONDICIONES AMBIENTALES	TEMPERATURA: 23 °C HUMEDAD RELATIVA: 66 %
8. VALIDÉZ DE INFORME	VÁLIDO SOLO PARA LA MUESTRA Y CONDICIONES INDICADAS EN EL INFORME

 ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN INGENIERO MECANICO CIP N° 193364	 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN	
ING. MECANICO	
LABORATORIO HTL CERTIFICATE	

ANEXO N°3: FOTOGRAFÍAS



Figura N°1. Muestras preparadas para el experimento



Figura N°2. pH de la bebida Red Bull= 3.6



Figura N°3. pH de la bebida Volt= 3.0



Figura N°4 Microdurómetro Vickers

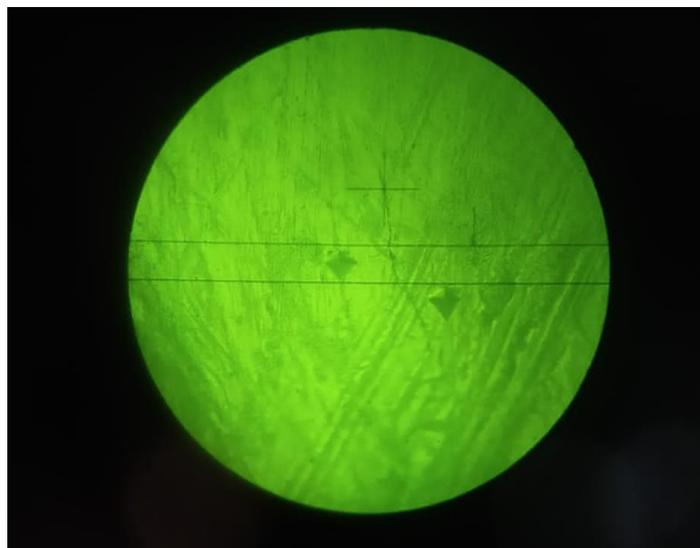


Figura N°5 Indentación inicial visto desde el lente óptico del Microdurómetro de Vickers.

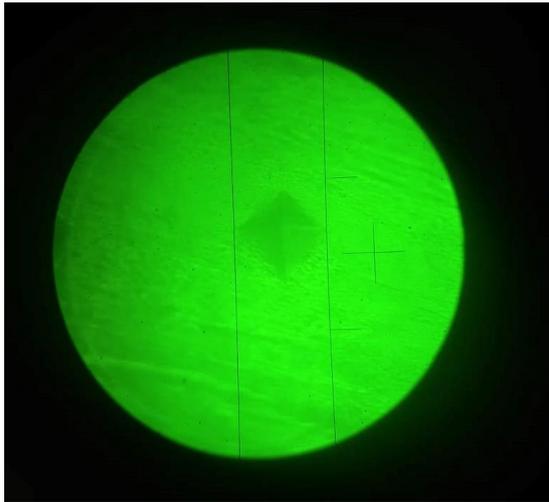


Figura N°6 Indentación final visto desde el lente óptico del Microdurómetro de Vickers, con un aumento de 50x.



Figura N°7 Indentación final visto desde el lente óptico del Microdurómetro de Vickers.

ANEXO N°4: CONSTANCIA EMITIDA POR EL COMITÉ DE ÉTICA.



San Luis, 24 de mayo de 2021

CARTA N°006-2021-INVE-FO-USMP

Señorita

COTRINA BARRIENTOS JOSSELYN STEFANY

Bachiller en Odontología

Presente.-

Es grato dirigirnos a usted para saludarla cordialmente y a la vez informarle que el proyecto de investigación titulado: **“EFECTO DE DOS BEBIDAS ENERGIZANTES SOBRE LA MICRODUREZA SUPERFICIAL DEL ESMALTE BOVINO”**, ha sido aprobado por el Comité Revisor de Proyectos de Investigación (ACTA N°008-2021-CRPI/FO-USMP) y por el Comité de Ética en Investigación (ACTA N°003-2021-CEI/FO-USMP).

Es lo que se le informa para los fines que estime conveniente.

Sea propicia la ocasión para expresarle nuestra deferencia y consideración.

Atentamente;

Dr. RAFAEL MORALES VADILLO
Director del Instituto de Investigación
Facultad de Odontología - USMP

Dr. ARÍSTIDES JUVENAL SÁNCHEZ LIHÓN
Presidente del Comité de Ética en Investigación
Facultad de Odontología - USMP