

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGIA



**“COMPARACION *in vitro* DEL EFECTO EROSIVO DE  
TRES BEBIDAS ENERGIZANTES EN EL ESMALTE  
DENTARIO PERMANENTE, PUNO-2016.”**

**TESIS:**

**PRESENTADA POR:**

Bach. GINA INDHIRA CORONADO PEREZ

Bach. NOHEMI YANETH MACEDO PINEDA

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**CIRUJANO DENTISTA**

**PUNO - PERÚ**

**2016**

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGIA**

**“COMPARACION *in vitro* DEL EFECTO EROSIVO DE TRES  
BEBIDAS ENERGIZANTES EN EL ESMALTE DENTARIO  
PERMANENTE, PUNO-2016”**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

Bach. GINA INDHIRA CORONADO PEREZ  
Bach. NOHEMI YANETH MACEDO PINEDA

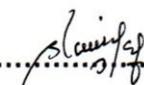
**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
CIRUJANO DENTISTA**

**APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:**

**PRESIDENTE:**

  
.....  
**Dr. JORGE LUIS, MERCADO PORTAL**

**PRIMER MIEMBRO:**

  
.....  
**CD. BETSY, QUISPE QUISPE**

**SEGUNDO MIEMBRO:**

  
.....  
**CD. NELLY BEATRIZ, QUISPE MAQUERA**

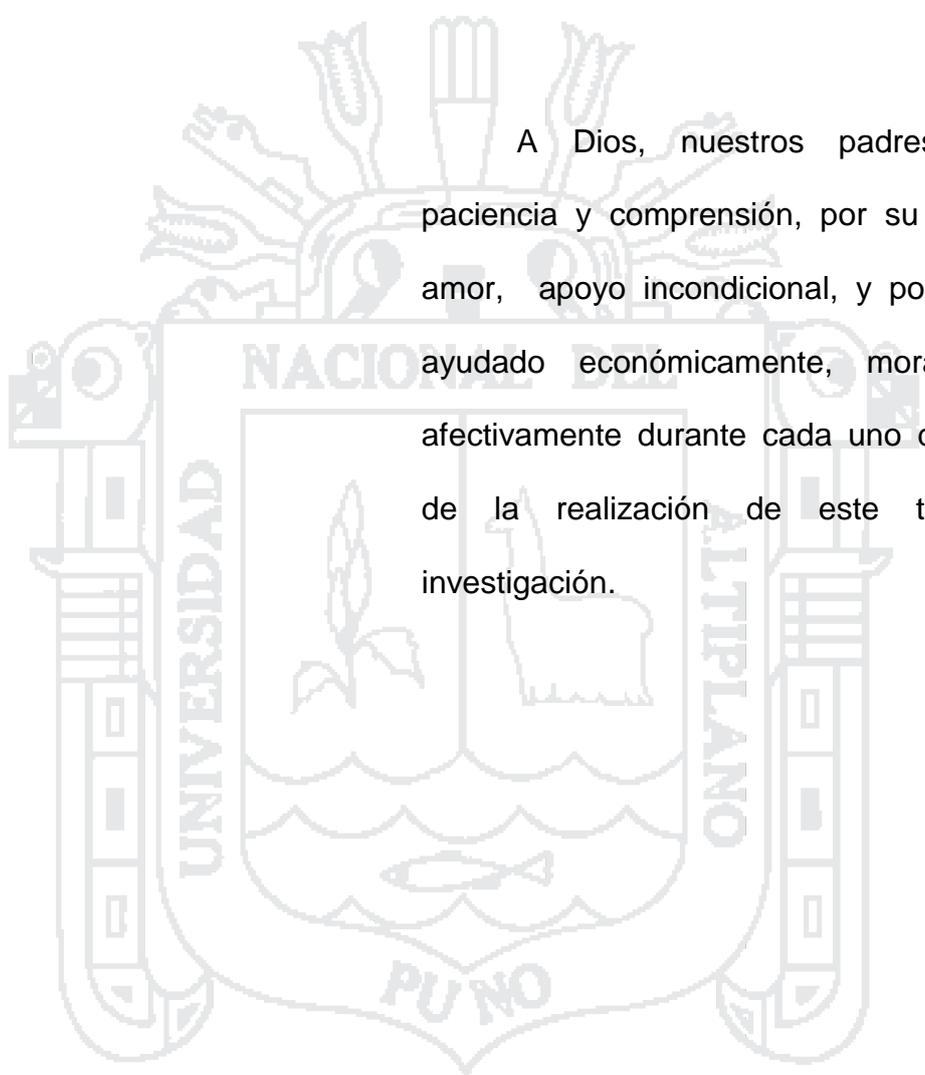
**ASESOR DE TESIS:**

  
.....  
**Dr. MIRELIA JANETH, TALAVERA APAZA**

**AREA:** ENDODONCIA CARIOLOGIA Y BIOLOGIA PULPAR.

**TEMA:** SOLUCION DE PROBLEMAS INHERENTES A LA PERDIDA O ALTERACION DE TEJIDOS DENTARIOS.

## DEDICATORIA



A Dios, nuestros padres por su paciencia y comprensión, por su fuerza, su amor, apoyo incondicional, y por habernos ayudado económicamente, moralmente y afectivamente durante cada uno de los días de la realización de este trabajo de investigación.

## AGRADECIMIENTO

A Dios por permitirnos llegar a este momento tan especial de nuestras vidas.

Por los triunfos y los momentos difíciles que nos han enseñado a valorar cada día más.

A nuestros padres y familia por su apoyo incondicional. Quienes nos han acompañado durante todo nuestro trayecto estudiantil y vida.

A nuestros tíos quienes han velado por nosotros durante este arduo camino.

A la Universidad Nacional del Altiplano – Puno por permitirnos cumplir un gran anhelo ser un profesional útil al servicio de la nación.

A la facultad de Ciencias de la Salud y a la plana de docentes que nos brindaron sus conocimientos formando profesionales de la mejor manera posible.

A nuestra docente Dra. Mirelia Janeth, Talavera Apaza. Por su dirección y orientación para realizar el presente trabajo de investigación.

A nuestro Docente DR. Jorge Luis, Mercado Portal por su colaboración con nuestro proyecto de investigación.

A nuestra Docente CD. Betsy Quispe Quispe por brindarnos sus conocimientos y por su gran apoyo moral.

A nuestra Docente CD. Beatriz Quispe Maquera por su paciencia y colaboración con nuestro proyecto de investigación.

A Dr. My. Carlos Fernandez Carnero que con su apoyo pudimos llevar adelante nuestra investigación.

## ÍNDICE

	<b>Pág.</b>
CAPITULO I .....	12
INTRODUCCION .....	12
CAPITULO II .....	13
REVISION DE LA LITERATURA .....	13
2.1. ANTECEDENTES.....	13
2.2. MARCO TEORICO .....	19
2.2.1. ESMALTE DENTARIO .....	19
2.2.2. EROSION .....	27
2.2.3. PH.....	31
2.2.4. ACCIÓN DE LOS ÁCIDOS DE LA DIETA .....	33
2.2.5. BEBIDAS ENERGIZANTES .....	33
2.2.6. ESTILO DE VIDA Y DIETA.....	35
2.2.7. ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA.....	36
2.3. HIPOTESIS.....	37
2.4. OBJETIVOS.....	37
CAPITULO III .....	38
MATERIALES Y METODOS .....	38
3.1. DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO.....	38
3.2. MUESTRA DE ESTUDIO: .....	38
3.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	39
3.4. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES:.....	40
3.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS: .....	41
3.6. AMBITO DE ESTUDIO. ....	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	44
CONCLUSIONES .....	61
RECOMENDACIONES.....	62
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	63

## ÍNDICE DE FIGURAS

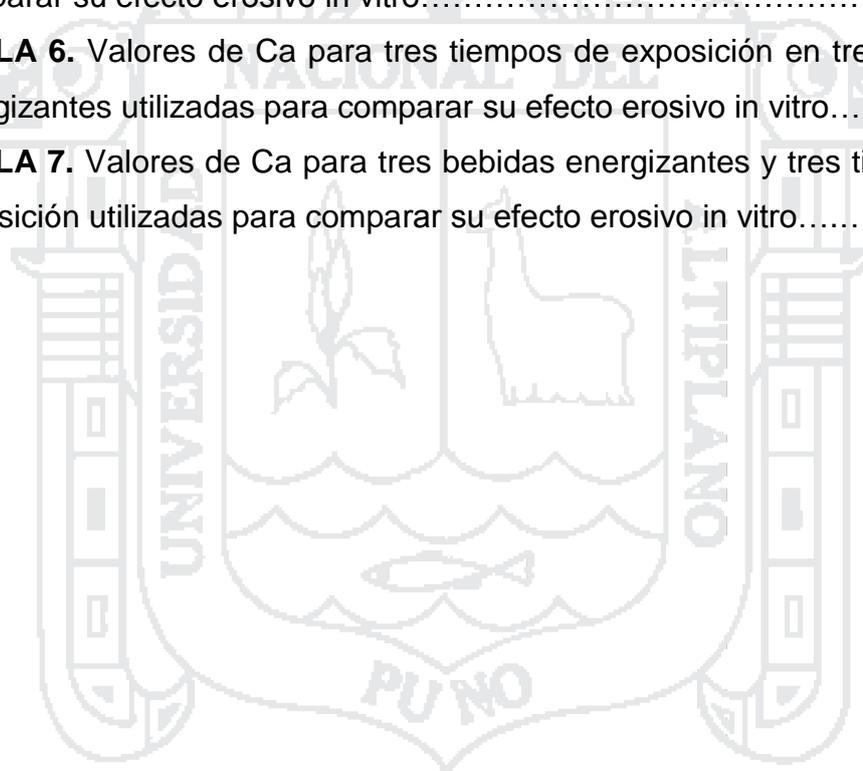
	Pág.
Figura 1. Distribución porcentual en peso de la composición del esmalte. ....	19
Figura 2. Diagrama del cristal de Hidroxiapatita (Gómez y Campos, 2.002).....	21
Figura 3. Erosión en la superficie palatina de las piezas 11, 12 & 13 .....	28
Figura 4. Niveles de pH.....	32



## INDICE DE TABLAS

Pág.

<b>TABLA 1</b> Valores de pH inicial de tres bebidas energizantes.....	44
<b>TABLA 2.</b> Valores de pH final de tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.....	45
<b>TABLA 3.</b> Valores de pH final para tres tiempos de exposición en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro..	47
<b>TABLA 4.</b> Valores de pH final para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.	49
<b>TABLA 5.</b> Valores de Ca en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.....	52
<b>TABLA 6.</b> Valores de Ca para tres tiempos de exposición en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.....	54
<b>TABLA 7.</b> Valores de Ca para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.....	56



## INDICE DE GRAFICOS

	Pág.
<b>GRAFICO 1.</b> Valores de pH inicial de tres bebidas energizantes.....	44
<b>GRAFICO 2.</b> valores de pH final de tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.....	46
<b>GRAFICO 3.</b> Valores de pH final para tres tiempos de exposición en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro. 48	48
<b>GRAFICO 4.</b> Valores de pH final para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro	50
<b>GRAFICO 5.</b> Interacción de valores de pH final para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.....	51
<b>GRAFICO 6.</b> Valores de Ca en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.....	53
<b>GRAFICO 7.</b> Valores de Ca para tres tiempos de exposición en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro..	55
<b>GRAFICO 8.</b> Valores de Ca para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.....	57
<b>GRAFICO 9.</b> Interacción de valores de Ca para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.....	58

## INDICE DE ACRÓNIMOS

	Pág.
OMS: Organización Mundial de la Salud.....	12
pH: Potencial de hidrogeniones.....	13
EDTA: Acido etilendiaminotetraacetico.....	14
LNCS D: Lesiones no cariosas de la superficie dental.....	28
CPI: Compañía peruana de estudios de mercados y opinión pública S.A.C.....	35
EDL: Descarga de Electrones.....	36



## Resumen

El **objetivo:** de la presente investigación fue comparar el efecto erosivo *in vitro* de tres bebidas energizantes en el esmalte dentario permanente. **Materiales y Métodos:** se realizó un estudio experimental donde la muestra fue de 54 cortes de coronas de dientes permanentes extraídos en estado integro. Estos fueron distribuidos en tres grupos experimentales y un grupo control. Se determinó el pH al inicio y final de cada exposición de las tres bebidas energizantes a temperatura ambiente. Los grupos experimentales fueron expuestos durante 15, 30 y 60 minutos a temperatura ambiente las cuales fueron las bebidas energizantes Sporade®, Powerade® y Red Bull® y un grupo control que permaneció en agua bidestilada; luego se determinó la liberación de calcio de los dientes en las tres bebidas energizantes y de la solución control, después de su exposición a 25 ml de cada bebida energizante, a los tres tiempos. La cuantificación del efecto erosivo se realizó a través de espectrofotometría de absorción atómica ICP-OES. **Resultados:** Para el pH se determinó que la bebida Red Bull® presenta los mayores valores pH promedio para los tres tiempos de exposición que son 4.182, 4.222 y 4.238, la bebida Powerade® se ubica en segundo lugar con valores promedio intermedios de 3.452, 3.512 y 3.574 y la bebida Sporade® presenta en los tiempos de 15 y 30 minutos un valor de 3.142 y 3.344 siendo los valores más bajos de pH y a los 60 minutos presenta un valor de 3.590. Para el contenido de Calcio se determinó que la bebida Sporade® presenta los mayores valores de Ca promedio para los tres tiempos de exposición que son de 10.645 mg/L, 12.780 mg/L y 12.131 mg/L respectivamente, la bebida Red Bull se ubica en segundo lugar con valores promedio de Calcio intermedios de 8.988 mg/L, 10.230 mg/L y 10.649 mg/L y la bebida Powerade® presenta los menores valores de Ca siendo de 5.106 mg/L, 5.604 mg/L y 7.789 mg/L. **Conclusión:** El efecto erosivo sobre los dientes bajo condiciones *in vitro*, según el contenido de Calcio, indica que el mayor efecto erosivo lo presenta la bebida Sporade®, seguido de Red Bull® y con el menor efecto erosivo de los tres la bebida Powerade®.

**Palabras claves:** Efecto erosivo, esmalte dental, bebidas energizantes, espectrofotometría.

## ABSTRACT

The **objective** of the present study was to compare the in vitro erosive effect of three energizing drinks on permanent dental enamel. **Materials And Methods:** An experimental study was carried out in which the sample was 54 crown cuts of permanent teeth extracted in an intact state. These were distributed in three experimental groups and one control group. The pH at the beginning and end of each exposure of the three energizing drinks at room temperature was determined. The experimental groups were exposed for 15, 30 and 60 minutes at room temperature, which were the Sporade®, Powerade® and Red Bull® energy drinks and A control group that remained in double distilled water; Then the calcium release of the teeth in the three energizing drinks and the control solution, after exposure to 25 ml of each energizing drink, was determined at three times. The quantification of the erosive effect was performed through ICP-OES atomic absorption spectrophotometry. **Results:** For the pH it was determined that the Red Bull® beverage has the highest average pH values for the three exposure times, which are 4,182, 4,222 and 4,238, the Powerade® beverage is ranked second with intermediate values of 3,452, 3,512 And 3,574 and the drink Sporade® presents in the times of 15 and 30 minutes a value of 3,142 and 3,344 being the lowest values of pH and at 60 minutes presents a value of 3.590. For the Calcium content it was determined that the Sporade® beverage has the highest average Ca values for the three exposure times, which are 10,645 mg / L, 12,780 mg / L and 12,131 mg / L respectively, the Red Bull beverage is located Second, with average calcium values of 8,988 mg / L, 10,230 mg / L and 10,649 mg / L and the Powerade® beverage has the lowest Ca values being 5,106 mg / L, 5,604 mg / L and 7,789 mg / L. **Conclusion:** The erosive effect on the teeth under in vitro conditions, according to the calcium content, indicates that the greatest erosive effect is presented by the drink Sporade®, followed by Red Bull® and with the least erosive effect of the three drinks Powerade® .

**Key words:** Erosive effect, dental enamel, energizing drinks, spectrophotometry.

## CAPITULO I

### INTRODUCCION

El aumento del consumo de bebidas artificiales en los últimos tiempos ha sido en aumento, con la aparición de diferentes bebidas de amplia distribución y bajo costo, muestran una tendencia por parte de los consumidores a una opción de consumo al alcance de todos.

El alto índice de caries a consecuencia de la erosión dental causada por estas bebidas es debido a la comercialización masiva y el desconocimiento de la población de los efectos que tienen sobre la estructura dental, de acuerdo al último informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) de salud buco dental, señala que la mayor prevalencia de caries se encuentra en América Latina y Asia. Se ha descrito que cuando el esmalte está expuesto a un pH de 4.5-5.0 el cual esta hiposaturado con respecto a hidroxiapatita y fluorapatita, la superficie queda grabada dejando una lesión con la misma apariencia macro y microscópica que la erosión natural.

Las bebidas son líquidos usados generalmente para satisfacer la sed y el efecto erosivo de una bebida depende no sólo de su potencial erosivo, sino de las características individuales del paciente: capacidad buffer y rango flujo salival, al igual que la formación de la película adquirida. "La mayoría de las bebidas contienen uno o más acidulantes, los más comunes son ácido fosfórico y ácido cítrico, pero también pueden presentar ácido maleico, tartárico, entre otros" Además, se ha observado que la exposición prolongada a los ácidos de algunos alimentos puede generar un daño permanente a los dientes al producir la condición de "erosión" <sup>6</sup>

## CAPITULO II

### REVISION DE LA LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES

##### INTERNACIONALES:

- **Brown y col. (2007, Birmingham- Inglaterra)** Objetivo: Evaluaron el potencial erosivo de las bebidas saborizadas gasificadas del mercado del Reino Unido. Materiales y Métodos: Todas las aguas saborizadas probadas mostraron acidez titulable apreciable (0.344-0.663 mmol), Resultados: un pH bajo (2,74 a 3,34) y en el ensayo de disolución de hidroxiapatita, todas las aguas demostraron potencial erosivo (89-143%) similar o mayor que la de zumo de naranja puro, una bebida establecida como erosiva. Conclusión: que la exposición de los dientes en las bebidas saborizadas gasificadas trajo cambios en la superficie en consonancia con la disolución erosiva.<sup>4</sup>
- **Rirattanapong P. et al (2013, Bangkok-Tailandia).** Objetivo: Compararon el efecto de tres tipos diferentes de bebidas que liberan calcio de la superficie del esmalte de los dientes. Materiales y Métodos: El pH de cada bebida se midió utilizando un medidor de pH. La liberación de iones de calcio se midió utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica en la línea de base, 15, 30, y 60 minutos. Los Resultados: se evaluaron por análisis de varianza y luego por la prueba de Tukey ( $p < 0,05$ ). Coca-Cola®, con un pH de 2,39, fue la más ácida entre los refrescos. Coca-Cola®, Pepsi® y Sprite® no mostraron diferencias medias significativas en el calcio liberado, pero no hubo una diferencia media significativa de estos refrescos con agua destilada, a 60 minutos. Conclusión: de que la exposición prolongada a los refrescos podría dar lugar a una pérdida significativa de esmalte.<sup>5</sup>

- **Moreno R, et al (2011, Concepción-Chile)**, Objetivo: fue determinar el efecto de las bebidas refrescantes sobre la mineralización de la superficie del esmalte de piezas dentarias permanentes extraídas. Materiales y Métodos: utilizaron 50 bloques de esmalte que fueron distribuidos en tres grupos de estudio: bebidas gaseosas, jugos y néctares, y aguas minerales purificadas y saborizadas, más un grupo control. A todos los cortes dentarios se les midió la mineralización con el equipo Diagnodent 2095 (Kavo) antes y después de la exposición, la cual correspondió a un minuto en el tipo de exposición a la bebida según grupo, seguido por tres minutos en saliva artificial, ciclo que se repitió cinco veces en un tiempo de 20 minutos. Este procedimiento se realizó una vez al día, por un mes y para cada día se utilizaron nuevas bebidas refrescantes. Resultados: el grupo de bebidas gaseosas provocó una mayor desmineralización en la superficie del esmalte dentario ( $p=0,000$ ), seguido del grupo de jugos y néctares ( $p=0,000$ ). El grupo de aguas minerales saborizadas y purificadas no provocaron efectos sobre la mineralización de la superficie del esmalte. Conclusión: en su estudio que el efecto erosivo estaba directamente relacionado con la forma de tomar las bebidas y el periodo.<sup>6</sup>
  
- **Kuldeep D. et al (2013, Mathura-India)**. Objetivo: fue Investigar el efecto de diferentes bebidas en la desmineralización de la superficie del esmalte. Materiales y Métodos: seleccionaron siete bebidas diferentes y se determinaron la desmineralización de los molares maxilares, premolares superiores, caninos superiores e incisivos superiores por la tasa de calcio liberado de la superficie del esmalte en la exposición a las bebidas. El calcio lo determinaron usando el método de titulación con EDTA. El pH usando un medidor de pH. Para el análisis estadístico realizaron pruebas de Kruskal-walis y Friedman. Resultados: La cola con un pH de 2,50 fue la más ácida entre las bebidas seguido de jugo de limón 2,60 y Appy 2,80. La mayor tasa de calcio liberado fue exhibida por Coca Cola® (Grupo 1) a 0,460 mg / ml. Conclusión: La bebida de bajo pH tiene un efecto

perjudicial sobre el esmalte. Por lo tanto, después de tomar bebidas con pH bajo se debe desarrollar siempre el hábito de un enjuague regular para que la flora oral mantenga el pH neutro y reduzca el potencial erosivo de estas bebidas.<sup>7</sup>

- **Wang YL. et al (2014, Taipei - Taiwan).** Objetivo: de este estudio in vitro fue evaluar el potencial erosivo de diferentes refrescos en Taiwán mediante un nuevo método erosivo múltiple. Materiales y Métodos: Cuatro refrescos disponibles en el comercio en Taiwán fueron seleccionados para este estudio. Las propiedades de cada producto se analizaron para medir su pH, acidez titulable, y contenido de iones. El potencial erosivo de los refrescos se midió en base a la cantidad de pérdida de superficie del esmalte humano después de su exposición a los refrescos probados para diferentes períodos (20, 60 y 180 minutos). La pérdida de esmalte se midió usando un microscopio de barrido láser. Resultados: Los valores de pH de los refrescos estaban por debajo del valor de pH crítico (5.5) para la desmineralización del esmalte, y oscilaron entre 2.42 y 3.46. La bebida con ingredientes de ácido cítrico y ácido ascórbico tuvo la mayor acidez titulable (33,96 mmol OH (-) / L a pH 5,5 y 71,9 mmol OH (-) / L a pH 7). La exposición a todos los refrescos resultó una pérdida de la superficie del esmalte humano (7,28-34,07  $\mu\text{m}$  durante 180 minutos de exposición). Conclusión: La bebida con el mayor contenido de calcio tuvo el menor potencial erosivo. todos los refrescos probados eran erosivos.<sup>8</sup>
- **Cavalcanti X, et al. (2010 Sao Paulo-Brasil).** Objetivo: Analizaron in vitro la microdureza del esmalte dental antes y después de la exposición a las bebidas isotónicas; Gatorade limón® y Gatorade mandarina® a temperatura ambiente y a 9°C, teniendo un grupo control en agua destilada (5 grupos). Materiales y Métodos: La inmersión a estos ácidos se realizó por un periodo de un minuto, seguido de tres minutos en la saliva artificial; este ciclo se repitió

cinco veces, con un total de 20 minutos; se realizó dos veces al día durante tres días consecutivos con un intervalo de 12 horas entre ellas. Las mediciones se hicieron por medio de microdureza aplicando una carga de 100 g durante 15 segundos. Resultados: obtuvimos fueron las bebidas analizadas causan desmineralización del esmalte; no se observó diferencia significativa entre cada grupo del mismo sabor a temperatura ambiente y a 9°C y si se observó diferencia significativa entre los grupos de diferentes sabores expuestos a temperatura de 9°C. Conclusión: que las bebidas energizantes son las bebidas más potencialmente erosivas a temperaturas altas en comparación con otras bebidas.<sup>9</sup>

- **Ehlen L, et al (2009, Ohio, USA).** Objetivo: En este estudio analizaron el efecto erosivo de esmalte y raíz dental. Materiales y Métodos: en cinco tipos de bebidas: jugo natural de manzana al 100%, Coka®, DietCoka®, Gatorate® y Red Bull® y a su relación con el pH y acidez titulable de cada bebida. La metodología consistió en medir el pH de cada bebida, para luego ser sumergidas las muestras de esmalte y raíz dental durante 25 horas. Resultados: Con respecto a la acidez que todas las bebidas eran ácidas; y el que tuvo el mayor grado de acidez y efecto erosivo sobre el esmalte fue la bebida Red Bull®; y la bebida Gatorate® tuvo un mayor efecto erosivo en la muestra radicular. Conclusión: que las bebidas más populares en Estados Unidos pueden producir erosión dental.<sup>10</sup>

**NACIONAL:**

- **Amambal Y. (2013, Lima-Perú)** Objetivo: En este estudio In Vitro se estudió el efecto erosivo de bebidas ácidas y su relación con la acidez titulable, el nivel de pH y el efecto buffer de las mismas. Materiales y Métodos: Se elaboraron un grupo control de 15 bloques de esmalte y grupo experimental de 45 bloques de esmalte superficial de 2mm de espesor por 2-4mm de longitud; se colocaron en acrílico de curado rápido en moldes circunferenciales de 10mm de diámetro y 5mm de altura en diferentes para después ser llevados al microdurómetro Buehler donde se les midió la microdureza. Resultados: que la bebida isotónica es más erosiva que las otras bebidas. Conclusión: que no hay una relación entre el efecto erosivo y los valores de pH, acidez titulable y efecto buffer de las bebidas.<sup>2</sup>
  
- **López y col. (2008, Lima-Perú).** Objetivo: Determinaron el potencial erosivo de bebidas industriales sobre el esmalte por medio de la determinación del pH y de su concentración de fosfatos y fluoruros. Materiales y Métodos: El estudio consistió en agrupar: gaseosas colas, gaseosas naranja-lima-limón, gaseosas rojas, jugos de naranja, jugos de frutas, bebidas deportivas y bebidas con contenido de alcohol. Resultados: las bebidas colas, de naranja-lima-limón, y el jugo de naranja registraron valores de pH más bajos; y ninguna de las bebidas registró cantidad suficiente de fluoruros para reducir el potencial erosivo; solo tres bebidas: cerveza, jugo de naranja y vino blanco, presentaron valores de fosfatos que podrían prevenir en algo la disolución del esmalte. Conclusión: las bebidas industrializadas estudiadas contienen mínimamente fosfatos y fluoruros.<sup>11</sup>

**LOCAL:**

- **Quispe L. (2009, Puno-Perú)** Objetivo: En este estudio In Vitro se midió en potencial erosivo de bebidas carbonatadas de mayor consumo en el esmalte de niños de 6 a 12 años, valorada a través de la liberación de calcio. Materiales y Métodos: obtuvo 120 piezas dentarias; para después ser sometidas a las bebidas carbonatadas: Coca Cola®, Sprite®, e Inca cola® durante 192 horas a temperatura ambiente. Para luego ser analizados mediante titulación. Resultados: los pH de las bebidas Coca Cola®, Sprite® e Inca Cola® son 5.64, 5.2 y 5.25. la bebida coca cola® presento a la media hora una concentración de calcio liberado de 16.156 mg/l con un pH de 2.29. A las 192 horas obtuvo notable incremento de calcio liberado por las bebidas Coca Cola®, Sprite® e Inca Cola® son 73.028, 74 y 93.72 mg/l. Conclusión: hay un notable incremento en la liberación de calcio del esmalte dentario, a medida que pasan las horas para las tres bebidas carbonatadas.<sup>12</sup>

## 2.2. MARCO TEORICO

### 2.2.1. ESMALTE DENTARIO

El esmalte es un tejido inerte, duro, a celular y el más mineralizado del organismo que cubre a manera de casquete a la dentina en su porción coronaria, el cual posee una estructura molecular heterogénea. En peso, está formado por un 96% de material inorgánico, 1% de material orgánico y 3% de agua; en volumen la composición del esmalte es de 86% de material inorgánico, 2% de orgánico y 9% de agua (Figura 1).<sup>1</sup>

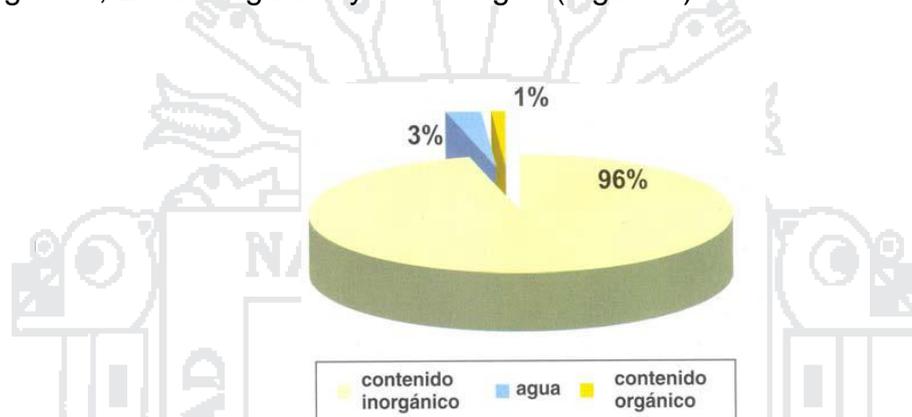


Figura 1. Distribución porcentual en peso de la composición del esmalte. (Tomado de: Mas J, Espinosa R. Inicio y progreso de la lesión cariosa en esmalte, dentina y cemento. En: Henostroza G y col. Diagnóstico de caries dental. 1<sup>a</sup> ed. Lima: UPCH; 2005.p.37-52.)

#### 2.2.1.1. PROPIEDADES QUIMICAS:

##### A. MATRIZ ORGANICA.

EL componente orgánico de mayor importancia es de naturaleza proteica y constituye un complejo sistema de multiagregados polipeptidicos. Entre estas proteínas destacan.<sup>13</sup>

**A.1.- Amelogeninas:** moléculas hidrofóbicas, fosforiladas y glicosiladas. Son las más abundantes (90% al comienzo de la amelogénesis) y disminuyen progresivamente a medida que aumenta la madurez del esmalte. Se localizan entre los cristales de las sales minerales, sin estar ligadas a ellos. Su función es importante para establecer y mantener el espaciado entre los prismas en las etapas iniciales del desarrollo del esmalte.<sup>13</sup>

**A.2.- Enamelinas:** moléculas hidrofílicas y glicosiladas. Representan el 2-3 % de la matriz orgánica.<sup>13</sup> Las enamelinas se hallan estrechamente unidas a las superficies de los cristales de apatita y ocupan todo el espacio existente entre ellos.<sup>14</sup> Tienen a su cargo la degradación de las amelogeninas en el esmalte en proceso de maduración.<sup>14</sup>

**A.3.- Ameloblastinas o amelinas:** proteínas sintetizadas por los ameloblastos desde las etapas secretoras iniciales hasta las etapas madurativas finales. Su función no se conoce bien y se piensa que guían el proceso de mineralización del esmalte al controlar el alargamiento de los cristales de hidroxiapatita.<sup>14</sup>

**A.4.- Tuffelina:** proteínas ácidas ubicadas cerca de la conexión amelodentinaria. Participan en la nucleación de los cristales de hidroxiapatita. Las tuffelinas se sitúan en los penachos adamantinos y son la causa de su hipomineralización.<sup>14</sup>

**A.5.- Parvalbúmina:** se localiza en el polo distal del proceso de Tomes del ameloblasto secretor. Su función está asociada al transporte de calcio del medio intracelular al extracelular.<sup>13</sup>

## **B. MATRIZ INORGANICA.**

Está constituido por sales minerales básicamente de fosfato y carbonato. Estas sales muestran una disposición apatítica que responde, al igual que es el hueso, dentina y el cemento a la fórmula general  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ .

Dichas sales se depositan en la matriz del esmalte, dando origen a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita. Existen también sales minerales de calcio como carbonatos y sulfatos, y oligoelementos como potasio, magnesio hierro, flúor, magnesio, cobre, etc. Los iones flúor pueden sustituir a los grupos hidroxilos en el cristal de hidroxiapatita y convertirlo en un cristal de fluorhidroxiapatita, que es más resistente a la acción de los ácidos. Las concentraciones más altas de flúor se localizan en las 50um más superficiales del esmalte.<sup>13</sup>

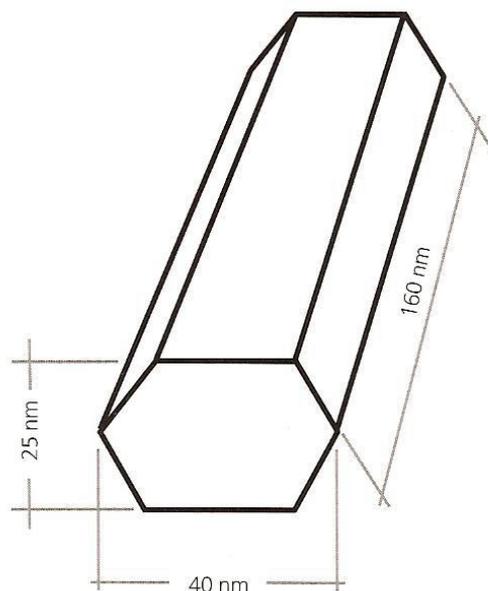


Figura 2. Diagrama del cristal de Hidroxiapatita (Gómez y Campos, 2.002).

Los cristales de sales minerales en el esmalte, a diferencia de otros tejidos calcificados, son extremadamente grandes y se asemejan a placas de forma hexagonal. La longitud aproximadamente promedio de estos cristales es de 2.000 A, pero no son raras las longitudes de 5.000 A y 6.000 A. A diferencia del hueso y la dentina, no parece haber una etapa de fosfato de calcio amorfo en la formación de la hidroxiapatita del esmalte.<sup>15</sup>

### C. AGUA.

El agua existente en el esmalte (superior al 4% del volumen) está presente en una cantidad significativamente mayor que el material orgánico. Se localiza en la periferia del cristal constituyendo la llamada capa de hidratación. El porcentaje de agua en el esmalte disminuye progresivamente con la edad.<sup>13</sup>

### 2.2.1.2. PROPIEDADES FÍSICAS

**A. DUREZA:** es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones de cualquier índole, motivadas por presiones. El esmalte presenta una dureza que corresponde a un cinco en la escala de Mohs (es una escala del uno al diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita. Estudios recientes establecen los valores promedios de dureza del esmalte en dientes permanentes entre 3,1 y 4,7 Giga pascales (GPa).<sup>13</sup>

**B. ELASTICIDAD:** el esmalte posee un módulo de elasticidad relativamente alto, lo que indica su carácter quebradizo. Esto se compensa gracias a la alta fuerza de compresión de la dentina subyacente, de la que deriva la funcionalidad y durabilidad del esmalte.<sup>13</sup>

**C. PERMEABILIDAD:** existe un gradiente dinámico entre la pulpa y el medio oral, en el que participa el esmalte a través de sus poros. El esmalte es selectivamente permeable, permitiendo el paso de agua e iones, excluyendo grandes moléculas.<sup>13</sup>

**D. COLOR:** el color del esmalte varía considerablemente y depende de su espesor junto al grado de transparencia del tejido. Cuanto mayor sea la mineralización, tanto más transparente será el esmalte. Los dientes tienen aspecto amarillento en las zonas en las que se puede visualizar la dentina subyacente. En áreas más gruesas, el esmalte es más opaco y aparece azulado o gris.<sup>16</sup>

**E. RADIOPACIDAD:** es la oposición al paso de los rayos Roentgen. Es muy alta, ya que es la estructura más radiopaca del organismo humano por su alto grado de mineralización.<sup>17</sup>

### 2.2.1.3 ESTRUCTURA HISTOLÓGICA

**2.2.1.3.1.- UNIDADES ESTRUCTURALES BÁSICAS** La unidad estructural básica son los prismas del esmalte, estructuras compuestas por cristales de hidroxiapatita. El conjunto de prismas del esmalte forma el esmalte prismático, que constituye la mayor parte de esta matriz extracelular mineralizada. En la periferia de la corona y en la conexión amelodentinaria, existe el denominado esmalte aprismático, en el que la sustancia adamantina mineralizada no constituye ni configura prismas.<sup>16</sup>

a. **Esmalte prismático** Cada ameloblasto es primariamente responsable de la formación de un prisma del esmalte. Además, una porción de la región interprismática, que rodea un prisma en particular, está formada por el mismo ameloblasto.<sup>16</sup>

b. **Morfología de los prismas** los prismas son estructuras longitudinales de 4  $\mu\text{m}$  de espesor promedio, que se dirigen desde la conexión amelodentinaria hasta la superficie del esmalte. El diámetro de los prismas varía entre 4-10  $\mu\text{m}$ , es menor en su punto de origen y aumenta gradualmente a medida que se acerca a la superficie libre. El número de prismas varía en relación con el tamaño de la corona estimándose entre 5 y 12 millones.<sup>16</sup>

c. **Orientación de los prismas:** la orientación de los prismas en el seno del esmalte es bastante compleja, pues no siguen una trayectoria rectilínea a través del esmalte, sino que, en algunas zonas, por su recorrido sinuoso, experimentan entrecruzamientos.<sup>16</sup>

Los prismas tienden a mantenerse en hileras dispuestas circunferencialmente alrededor del eje mayor del diente. Los prismas de cada hilera corren en una dirección generalmente perpendicular a la superficie del diente, con una ligera inclinación hacia la cúspide a medida que se dirigen hacia la superficie externa.<sup>18</sup>

Cada prisma está ondulado en el plano transversal del diente, pero esta ondulación se encuentra ligeramente desfasada entre un prisma y el que está debajo o encima de él. Además de la ondulación en el plano transversal, existe otra ondulación de las columnas de prismas en el plano vertical. Como consecuencia de esta disposición, la dirección de las curvas de los prismas en un determinado nivel se cruza con la de los prismas de un nivel más profundo.<sup>16</sup>

En el esmalte cervical los prismas siguen un trayecto más o menos perpendicular al eje mayor del diente, en algunos casos con una ligera inclinación apical.<sup>15</sup>

### 2.2.1.3.2. UNIDADES ESTRUCTURALES SECUNDARIAS

Las unidades estructurales secundarias se definen como aquellas estructuras o variaciones estructurales que se originan a partir de las unidades estructurales primarias como resultado de varios mecanismos:

**a. Estrías de Retzius.-** Estas estrías aparecen como una serie de líneas o bandas de color pardo (oscuras) de anchura variable en los cortes longitudinales. En los cortes transversales, las estrías aparecen como anillos de “crecimiento” concéntricos. Estas líneas reflejan de manera adicional la naturaleza física de la amelogénesis. Los incrementos pueden variar de unas cuantas micras a varios cientos de ellas. 16. La naturaleza exacta de esos cambios en el desarrollo que son reflejados como estrías de Retzius se desconoce, pero indudablemente responden a una influencia sistemática sobre la formación del esmalte. Por lo tanto, es de esperar el hallazgo del mismo patrón en todas las porciones del esmalte que se forman simultáneamente en cada uno de los distintos dientes, lo que implica que el patrón de las líneas de crecimiento es característico de cada persona. 16

**b. Penachos de Linderer.-** Los penachos de Linderer son estructuras ramificadas y representan grupos o acúmulos de prismas hipomineralizados. Se extienden de la unión dentina-esmalte al interior de este último en aproximadamente un tercio de su grosor. Son ricos en matriz orgánica y muy permeable. 16

**c. Bandas de Hunter-Schreger.** Los complejos cruces de los prismas del esmalte en los dos tercios internos del mismo, producen un efecto óptico conocido como bandas de Hunter-Schreger. Aparecen como bandas alternamente claras y oscuras. Las bandas claras representan los prismas cortados longitudinalmente (parazonas) y las bandas oscuras los prismas cortados transversalmente (diazonas). 16

**d. Esmalte nudoso** Sobre las cúspides de los dientes, los prismas se entrelazan en una disposición aparentemente compleja conocida como esmalte

nudoso. El entrecruzamiento de los prismas es un factor que aumenta la resistencia del esmalte. <sup>13</sup>

**e. Conexión amelodentinaria** La conexión amelodentinaria corresponde a la zona de relación entre el esmalte y la dentina. Constituye un nivel estructural decisivo para asegurar la retención firme del esmalte sobre la dentina. Este límite no es en absoluto rectilíneo, sino que está constituido por concavidades o fosas pequeñas que dan una imagen festoneada en los cortes microscópicos. <sup>13</sup>

**f. Husos adamantinos.-** Durante las primeras fases de aposición de la odontogénesis, las prolongaciones odontoblásticas penetran a través de la unión dentina esmalte para quedar en íntima relación con los recién diferenciados ameloblastos secretores. Al iniciarse la amelogénesis, estas estructuras quedan atrapadas dentro de la matriz calcificada del esmalte para formar los husos del esmalte. Estas estructuras son túbulos dentinales que han cruzado la cara de la unión dentina esmalte. En el diente maduro, es probable que los husos representen un vacío, y que por lo tanto no contengan estructura alguna además del líquido extracelular. <sup>15</sup>

**g. Periquimatías y líneas de imbricación de Pickerill** El examen cuidadoso del esmalte humano revela que existe un patrón superficial de tipo rugoso. En efecto, bandas u ondulaciones sobresalientes, de 30-100  $\mu$ m de anchura, corren paralelamente alrededor del diente y reciben el nombre de líneas de imbricación (líneas de Pickerill). Estas crestas se hallan separadas entre sí por unos netos surcos o canales, denominados periquematías, que representan la abertura de las estrías de Retzius. Las periquematías se hacen menos visibles con la edad, debido al desgaste. <sup>16</sup>

**h. Fisuras o surcos del esmalte** Las fisuras o surcos son invaginaciones de morfología y profundidad variable que se observan en la superficie del esmalte de premolares y molares. El origen se debe a una coalescencia incompleta de los lóbulos cuspídeos (centros de morfogénesis coronaria),

donde la actividad ameloblástica se desarrolla de forma independiente para soldarse posteriormente.<sup>13</sup>

**i. Laminillas o microfisuras del esmalte** Las laminillas o microfisuras del esmalte son formaciones comparables a fallas geológicas, finas y delgadas, que se extienden de forma rectilínea desde la superficie del esmalte hasta la dentina e incluso pueden penetrar en ella. Se observan, tanto en cortes longitudinales, como en los cortes transversales. Se piensa que las laminillas se originan durante la odontogénesis a lo largo de los planos de tensión, que impiden la resorción completa de la matriz orgánica por los ameloblastos de maduración.<sup>15</sup>

#### 2.2.1.4. CUBIERTAS SUPERFICIALES

**a. Cutícula del esmalte** También denominada membrana de Nasmyth, cutícula primaria o película primitiva. Consiste en una delicada membrana que cubre toda la corona del diente recién erupcionado y que corresponde a la última secreción de los ameloblastos. Es una membrana fuertemente adherida a la superficie del esmalte, que posiblemente tiene la función de protegerlo durante el período de erupción, pero desaparece cuando el diente entra en oclusión.<sup>13</sup>

**b. Película secundaria, exógena o adquirida** El esmalte erupcionado está cubierto por una película formada por un precipitado de proteínas salivales y elementos inorgánicos provenientes del medio bucal. Es una película clara, acelular y exenta de bacterias que vuelve a formarse a las pocas horas de haber limpiado mecánicamente la superficie adamantina. Sobre ella se forma la placa dental o bacteriana, que es la colonización bacteriana de la superficie de la película adquirida. A partir de esta placa pueden iniciarse los mecanismos que dan origen a la caries y a la enfermedad periodontal.<sup>13</sup>

### 2.2.1.5. SOLUBILIDAD DEL ESMALTE

La integridad fisicoquímica del esmalte en el ámbito oral depende totalmente de la composición y la conducta química de los líquidos que lo rodean. Los factores primarios que rigen la estabilidad de la apatita del esmalte con la saliva son el pH y las concentraciones de calcio, fosfato y flúor en solución. Las concentraciones de los iones de calcio y fosfato, el pH y la capacidad de amortiguación de la saliva (en condiciones normales, el pH está entre 6,2 y 7,6) varían según el tipo de estímulo, el índice de flujo salival según cada individuo.<sup>1</sup> La mayor parte de la saliva es producida por las glándulas salivales mayores. El 65% del volumen total de la saliva es segregado por las parótidas; el 20 al 30% por las glándulas submandibulares; el 2 al 5% por las glándulas sublinguales; y el 7% restante por las glándulas salivales menores del medio bucal.<sup>1</sup>

Factor Salival	Categoría de Riesgo		
	Bajo	Intermedio	Alto
Flujo salival	$\geq 1$ ml / min	0,7-1ml/min.	$< 0,7$ ml/min.
Capacidad tampón	pH 5-7	pH 4-5	pH<4

Cuadro 1. Componentes principales de la saliva. FUENTE SANCHEZ

### 2.2.2. EROSION

**2.2.2.1. DEFINICION:** El término erosión deriva del latín erodere, erosi, erosum (corroer). Describe el proceso de destrucción gradual de la superficie de un cuerpo, generalmente por procesos electrolíticos o químicos. El término clínico de erosión dental o erosio dentium se usa para describir el resultado físico de la pérdida patológica, crónica, localizada e indolora de los tejidos dentales por acción química de ácidos y/o quelantes, sin intervención de bacterias.<sup>19</sup>

Los ácidos responsables de la erosión no son producidos por la flora bacteriana intraoral, sino que son ingeridos por el paciente (factores extrínsecos) o producidos por su organismo (factores intrínsecos); y un mínimo porcentaje por la presencia de ácidos de origen desconocido (etiología idiopática).<sup>19</sup>

Los factores extrínsecos involucrados en la erosión dental pueden agruparse en: factores ambientales, dieta, medicación y hábitos o estilo de vida. El incremento en el consumo de bebidas para deportistas durante el ejercicio, el excesivo consumo de jugos y frutas cítricas como parte de regímenes dietéticos, una excesiva frecuencia en el consumo de bebidas ácidas durante el día, son factores de estilo de vida considerados muy importantes con respecto al desarrollo de la erosión dental.<sup>19</sup>

Clínicamente, la erosión del esmalte temprana aparece como una superficie acristalada sedosa – brillante, se observa la separación de la cresta de esmalte que separa por defecto a la encía marginal. En oclusal la erosión se caracteriza por las cúspides redondeadas y concavidades. En los casos de erosión severa, la morfología oclusal desaparece. Las lesiones no cariosas de la superficie dental (LNCSD) se clasifican como desgaste, abrasión, erosión y abfracción. Las lesiones cervicales no cariosas (LCNCS) pueden presentar en una variedad de formas, incluyendo surcos poco profundos, lesiones amplias en forma de platillo y lesiones grandes en forma de cuña. Las lesiones en forma de plato poco profundo se atribuyen a una etiología erosiva. Sin embargo, el aspecto clínico puede ser variable.<sup>2</sup>



Figura 3. Erosión en la superficie palatina de las piezas 11, 12 & 13

### 2.2.2.2. ETIOLOGÍA DE LA EROSIÓN

Los ácidos responsables del desgaste no están asociados al *biofilm* dental, sino a la ingesta del paciente (factores extrínsecos) o producidas por su organismo (factores intrínsecos) y un porcentaje mínimo por la presencia de ácidos de origen desconocido (etiología idiopática).<sup>1</sup>

### 2.2.2.3. FACTORES DE RIESGO

La erosión dental está asociada a diferentes factores de riesgo relacionados con la presencia de nuevos hábitos y estilos de vida. Estos factores se han clasificado según la ingesta de ácidos en intrínsecos y extrínsecos. Entre los factores intrínsecos observamos el reflujo de ácidos gástricos, vómito recurrente o regurgitación como causas importantes de erosión dental en pacientes quienes padecen estas enfermedades o signos. Por otro lado, en los factores extrínsecos se ha reportado la ingesta de bebidas carbonatadas, y el consumo de otro tipo de alimentos con contenido de ácido cítrico, o bebidas alcohólicas.<sup>20</sup>

#### a. Factores Intrínsecos

La erosión es causada por ácido gástrico que llega a la cavidad oral como el resultado de vómitos crónicos o reflujo gástrico-esofágico persistentes por un largo periodo.

Por ejemplo, en condiciones que incluyen desórdenes del tracto digestivo superior, desórdenes endocrinos y metabólicos, efectos secundarios de algunos medicamentos, abusos de drogas, náuseas en el embarazo, vómito inducido por estrés, bulimia.<sup>20</sup> En sus manifestaciones clínicas la erosión se observa con mucha frecuencia en las piezas posteriores y sobre todo en superficies palatinas de los dientes anteriores, en las superficies linguales inferiores no se evidencia con mucha frecuencia erosión porque la lengua protege a los dientes inferiores.<sup>1</sup>

### b. Factores Extrínsecos

La erosión extrínseca es el resultado de ácidos exógenos tales como los ácidos contaminados del ambiente del trabajador como los ácidos industriales, o ácidos de agua de piscina, administración de medicamentos como hierro, suplementos ácidos. Los ácidos en la dieta son el principal factor para causar erosión dental extrínseca, como frutas ácidas y bebidas dietéticas ácidas, ácidos cítrico y fosfórico, los cuales son añadidos a las gaseosas y a los jugos de frutas, ácido ascórbico (Vitamina C) contenida en bebidas deportivas y caramelos. En este sentido, los factores extrínsecos involucrados en la erosión dental pueden ser de tipo ocupacional y ambiental, originados por la dieta, e ingesta de medicamentos y otras sustancias.<sup>20</sup>

Los factores extrínsecos de la erosión dental pueden ser agrupados en factores: ambientales, dieta, medicación y estilo de vida. Los factores ambientales involucran principalmente exposiciones a vapores ácidos o aerosoles en el trabajo, ya sea en fábricas o piscinas cloradas con bajo pH por un inadecuado mantenimiento.<sup>1</sup>

<p><b>Factores químicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• pH y capacidad buffer del producto</li> <li>• Tipo de ácido (Valor pKa)</li> <li>• Adhesión del producto a la superficie dental</li> <li>• Propiedades quelantes del producto</li> <li>• Concentración de calcio</li> <li>• Concentración de fosfato</li> <li>• Concentración de flúor</li> </ul>
<p><b>Factores biológicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Saliva: capacidad estimuladora, flujo salival, composición, capacidad buffer, pH</li> <li>• Película adquirida: propiedad de difusión limitante y espesor</li> <li>• Composición y estructura dental</li> <li>• Anatomía dental y oclusión</li> <li>• Anatomía del tejido blando en relación a los dientes</li> <li>• Movimiento fisiológico del tejido blando</li> </ul>
<p><b>Factores de comportamiento</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hábitos alimenticios</li> <li>• Estilo de vida saludable: dieta alta en alimentos ácidos y vegetales</li> <li>• Consumo en exceso de alimentos y bebidas ácidas</li> <li>• Alimentación de bebidas ácidas con biberón</li> <li>• Alta actividad física</li> <li>• Dieta</li> <li>• Cuidado del higiene oral</li> </ul>

Cuadro 2. Factores que influyen sobre el potencial erosivo dental al respecto a alimentos y bebidas (Fuente: Hwadam).<sup>28</sup>

#### 2.2.2.4. CLASIFICACIÓN DE LA EROSIÓN

Gamss y Lussi, en 2006, presentan una clasificación donde la erosión se clasifica en tres clases:

- Clase I: Lesión superficial. Incluye sólo esmalte.
- Clase II: Lesiones localizadas. Afecta esmalte y una pequeña parte de dentina, menos de 1/3 de la superficie
- Clase III: lesiones generalizadas. Afecta dentina en más de 1/3 de la superficie.
  - IIIa superficies bucales;
  - IIIb superficies linguales y palatinas
  - IIIc superficies incisales y oclusales
  - IIId severa, compromiso de muchas superficies.<sup>1</sup>

#### 2.2.2.5. DIAGNÓSTICO

El diagnóstico en estadios tempranos es difícil de identificar, debido a que existen pocos signos y síntomas. No existe un instrumento disponible en la práctica dental de rutina para la detección específica de erosión dental y su progresión.

En un estado avanzado, también se puede tener la dificultad en determinar si la dentina se ha expuesto o no. La apariencia suave, sedosa y brillante, a veces mate en la superficie del esmalte con la ausencia de periquimatíes y del esmalte intacto a lo largo del margen gingival, son signos típicos de erosión dental en esmalte. Se ha hipotetizado que la banda de esmalte preservado a lo largo del margen gingival pudiera ser debido a que los remanentes de la placa podrían actuar como una barrera de difusión para los ácidos.<sup>20</sup>

#### 2.2.3. PH

**2.2.3.1 DEFINICION:** Es una medida de la acidez o alcalinidad de una solución.

En 1909, el químico danés Sorensen definió el potencial hidrógeno (pH) como el logaritmo negativo de la concentración molar (más exactamente de la actividad molar) de los iones hidrógeno.<sup>20</sup>

En la mayor parte de las sustancias naturales comunes, estas concentraciones son muy bajas y expresarlas en forma decimal o exponencial resulta engorroso, y con frecuencia es fuente de errores. En 1909, el danés Sören Sörensen propuso una alternativa para expresar la concentración de  $H^+$ . Sörensen sugirió que, en lugar de usar números en forma decimal o exponencial, se empleara una transformación logarítmica de la concentración molar de protones. Como resultado de esta transformación, los números fraccionarios se convierten en números con enteros positivos, y como es inversa, mientras mayor es la concentración de  $H^+$ , el valor del pH es menor. Hoy en día el pH es la forma más común de expresar la acidez y la alcalinidad. La concentración de  $H^+$  se puede medir directamente y se puede expresar en moles/litro, pero en la mayoría de los laboratorios se deduce la cantidad de  $H^+$  por comparación de la muestra estudiada con soluciones reguladoras de concentración conocida y el resultado se expresa en unidades de pH.<sup>21</sup>

Reacción	pH	$[H^+] \times 10^7$	$[OH^-] \times 10^7$	pOH	Ejemplos
Ácida	0	1	0.000 000 000 000 01	14	Ácido sulfúrico concentrado
	1	0.1	0.000 000 000 000 1	13	Ácido. Clorhídrico
	2	0.01	0.000 000 000 001	12	Jugo de Limón, Jugo gástrico
	3	0.001	0.000 000 000 01	11	Jugo de Naranja
	4	0.000 1	0.000 000 000 1	10	Lluvia ácida
	5	0.000 01	0.000 000 001	9	Café negro
Neutra	6	0.000 001	0.000 000 01	8	Orina, saliva
	7	0.000 000 1	0.000 000 1	7	Agua pura
Básica	8	0.000 000 01	0.000 001	6	Agua de mar
	9	0.000 000 001	0.000 01	5	Polvo de hornear
	10	0.000 000 000 1	0.000 1	4	Leche de magnesia
	11	0.000 000 000 01	0.001	3	Limpiadores caseros
	12	0.000 000 000 001	0.01	2	Agua de jabón
	13	0.000 000 000 000 1	0.1	1	Limpiadores de hornos
	14	0.000 000 000 000 01	1	0	Sosa cáustica

Figura 4. Niveles de pH. (FUENTE VELASQUEZ)

El analizador de pH se utiliza para determinar la concentración de iones del gas hidrógeno  $[H^+]$  en una disolución. Este equipo permite realizar mediciones de la acidez de una solución acuosa, siempre que el mismo sea utilizado de forma cuidadosa y se ajuste a procedimientos plenamente comprobados. A los analizadores de pH se les denomina, además, pH metros, monitores de pH o potenciómetros pH-METRO DIGITAL. Los pH-metros en general poseen un analizador y unas sondas detectoras denominadas comúnmente electrodos.<sup>22</sup>

#### **2.2.4. ACCIÓN DE LOS ÁCIDOS DE LA DIETA**

La desmineralización se define como la pérdida de tejido calcificado. Ésta ocurre cuando los iones calcio y fosfato se desprenden del esmalte. Según Steffen (1.996) se acepta la interdependencia entre bacterias, azúcar, esmalte y tiempo en la etiología de la caries, pero existen otros factores que pueden predisponer a un incremento del riesgo de descalcificación del esmalte. Entre estos factores encontramos una pobre higiene oral, las restauraciones desbordantes y la composición ácida de la dieta. Los primeros estudios sobre la erosión dental y su relación con la dieta y las bebidas fueron realizados por Darby en 1.892 y Millar en 1.907. Los ácidos juegan un papel crítico en los procesos de descalcificación. La mayoría de las bebidas refrescantes poseen algún tipo de ácido cuyo pH suele estar por debajo del límite crítico del inicio de los procesos de desmineralización del esmalte, es decir, pH inferior a 5,5.<sup>16</sup>

#### **2.2.5. BEBIDAS ENERGIZANTES**

Se define la bebida energizante como: “Una bebida utilizada para proveer alto nivel de energía proveniente de los carbohidratos (también grasas y proteínas) al cuerpo”. El primer registro de bebidas energizantes se remonta a 1906, cuando una de las más conocidas marcas de gaseosas colas, se ofertaba como tal; sus efectos estaban dados por sus altas concentraciones de cafeína. Posteriormente en 1926, en el Reino Unido, aparece una bebida creada por William Owen con el propósito de generar una fuente de energía para ayudar a la recuperación de pacientes enfermos. A partir de 1938 dicho producto se comercializa hacia nuevas compañías. Estas bebidas evolucionan en Asia en la década de 1960, en el proceso de búsqueda de alimentos para aumentar la energía y disminuir el agotamiento físico y mental (9); en 1962 aparece en el mercado la primera bebida energética de Japón, compuesta por taurina, vitaminas del complejo B, niacina y ginseng; en la misma época, en Tailandia, se produjo una bebida a la cual se le agregó, además de los anteriores, cafeína y azúcar. Durante los años 1970 y 1980 la industria de bebidas colas iniciaron la producción de diferentes productos con altas concentraciones de cafeína, azúcar, e incluso mezclas con guaraná, pero con el surgimiento de la más conocida bebida energizante en Austria en 1987 y su posterior llegada a

Estados Unidos en 1997; el comercio de dichas bebidas comenzó a aumentar exponencialmente a nivel mundial.<sup>20</sup>

Las bebidas energizantes son productos de venta libre, promocionados como una forma de aliviar la fatiga, mantener la vigilia, mejorar el rendimiento físico y estimular las capacidades cognitivas ante situaciones de estrés. Adolescentes y adultos jóvenes son sus mayores consumidores, buscando mejorar su rendimiento intelectual, vincularse socialmente y/o antagonizar los efectos del alcohol, motivaciones surgidas de la publicidad y las creencias populares. Dado que toda la población tiene libre acceso a estas bebidas, su publicidad es abierta y masiva y la única restricción que contempla la ley es la venta a menores de edad. El consumo se ha disparado en los últimos años, aunque su seguridad no esté completamente estudiada. Este es un problema relevante, pues diversos componentes de estas bebidas pueden representar un riesgo para la salud de quienes las consumen, especialmente sin restricción de cantidad. En 2011 la European Food Safety Authority realizó un estudio para recolectar datos sobre el consumo de bebidas energizantes en 16 países de la Unión Europea. Se encontró que 68% de los adolescentes, 30% de los adultos y hasta 18% de los niños las habían consumido con alguna variación entre los países evaluados. Entre la población juvenil, los estudiantes universitarios tienen una mayor predilección por estas bebidas, los más proclives a su consumo son los de medicina, según estudios realizados en Nueva York, Turquía y Canadá, en los cuales la población estudiada refiere que la ingestión frecuente es realizada con el objetivo de lograr un mayor rendimiento académico (34,8%) y controlar los efectos de la intoxicación por alcohol (11,9%). Aun teniendo conocimiento de su posible toxicidad, los estudiantes universitarios objeto de estos estudios las consideran un producto seguro.<sup>23</sup>

Durante los años 1970 y 1980 la industria de bebidas colas iniciaron la producción de diferentes productos con altas concentraciones de cafeína, azúcar, e incluso mezclas con guaraná, pero con el surgimiento de la más conocida bebida energizante en Austria en 1987 y su posterior llegada a Estados Unidos en 1997; el comercio de dichas bebidas comenzó a aumentar exponencialmente a nivel mundial.<sup>24</sup>

## Cuadro N° 03

**Encuesta sobre el Consumo de Productos en una muestra que representa el 46.3% de consumidores de 11 años a más de Lima y Callao.**

PRODUCTO	FRECUENCIA DE USO/CONSUMO %	LUGAR DE COMPRA %	MARCAS(Principales marcas) %
BEBIDAS ENERGIZANTES REHIDRATANTES	Diario/interdiario 32.6	bodega 71.6	Sporade® 43.1
	semanal 22.0	supermercado 20.0	Gatorade® 29.9
	eventual 45.4	otros lugares 8.4	Red Bull 11.3
			Powerade® 8.1

Fuente:CPI-2012.

### 2.2.6. ESTILO DE VIDA Y DIETA

Un estilo de vida sano no quiere decir dientes sanos. La tendencia actual en la moda sugiere un incremento en el interés por un estilo de vida saludable y de delgadez; lo que exige al individuo moderno ejercitarse regularmente, llevar una dieta saludable y tener un cuidado dental más riguroso, que exige un cepillado más frecuente. A pesar de los beneficios que obtienen, existe una desventaja a nivel dentario, que son las lesiones no cariosas. Estos cambios dentro de los hábitos considerados dentro del estilo de vida sano, ocasionan a nivel dental ciertos cambios en el funcionamiento del medio bucal, llevando al individuo a riesgo de erosión dental.<sup>25</sup>

Dentro del punto de vista nutricional, estos individuos que por este cambio de estilo de vida, comienzan a reemplazar los azúcares y carbohidratos por otro tipo de alimentos, considerados más saludables, presentan a nivel dental otro tipo de lesiones. El dentista ahora ya no encuentra lesiones cariosas, sino que ahora predominan las lesiones a nivel cervical, consideradas como lesiones no cariosas. A pesar de que estas personas evitan los azúcares, y han cambiado sus hábitos alimenticios hacia unos saludables; los dientes aún pueden estar

en peligro. Dietas ricas en frutas cítricas frescas o sus jugos, bebidas dietéticas carbonadas y bebidas contienen varios tipos de ácidos, los cuales son agresivos para el tejido dentario.<sup>25</sup>

### **2.2.7. ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATÓMICA**

La espectrofotometría de absorción atómica (a menudo llamada AA) es un método instrumental de la Química analítica que determina una gran variedad de elementos al estado fundamental como analitos.<sup>26</sup>

#### **2.2.7.1 DESCRIPCION**

Es un método instrumental que está basado en la atomización del analito en matriz líquida y que utiliza comúnmente un nebulizador pre-quemador (o cámara de nebulización) para crear una niebla de la muestra y un quemador con forma de ranura que da una llama con una longitud de trayecto más larga. La niebla atómica es desolvatada y expuesta a una energía a una determinada longitud de onda emitida ya sea por una Lámpara de Cátodo hueco construida con el mismo analito a determinar o una Lámpara de Descarga de Electrones (EDL). Normalmente las curvas de calibración no cumplen la Ley de Beer-Lambert en su estricto rigor. La temperatura de la llama es lo bastante baja para que la llama de por sí no excite los átomos de la muestra de su estado fundamental. El nebulizador y la llama se usan para desolvatar y atomizar la muestra, pero la excitación de los átomos del analito es hecha por el uso de lámparas que brillan a través de la llama a diversas longitudes de onda para cada tipo de analito. En AA la cantidad de luz absorbida después de pasar a través de la llama determina la cantidad de analito existente en la muestra. Hoy día se utiliza frecuentemente una mufla de grafito (u horno de grafito) para calentar la muestra a fin de desolvatarla y atomizarla, aumentando la sensibilidad. El método del horno de grafito puede también analizar algunas muestras sólidas o semisólidas. Debido a su buena sensibilidad y selectividad, sigue siendo un método de análisis comúnmente usado para ciertos elementos en muestras acuosas (y otros líquidos). Otro método alternativo de atomización es el Generador de Hidruros.<sup>26</sup>

### 2.3. HIPOTESIS

Existe un efecto erosivo diferente en el esmalte dentario permanente según la exposición a las tres bebidas energizantes.

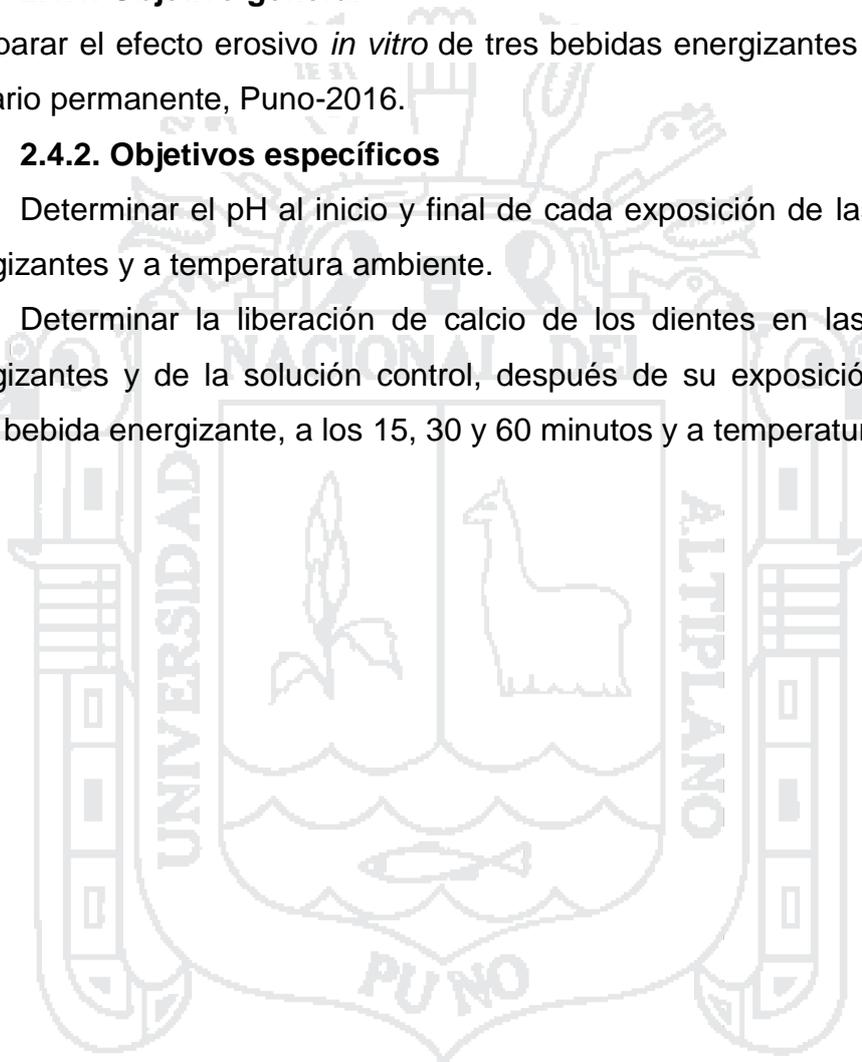
### 2.4. OBJETIVOS

#### 2.4.1. Objetivo general

Comparar el efecto erosivo *in vitro* de tres bebidas energizantes en el esmalte dentario permanente, Puno-2016.

#### 2.4.2. Objetivos específicos

- Determinar el pH al inicio y final de cada exposición de las tres bebidas energizantes y a temperatura ambiente.
- Determinar la liberación de calcio de los dientes en las tres bebidas energizantes y de la solución control, después de su exposición a 25 ml de cada bebida energizante, a los 15, 30 y 60 minutos y a temperatura ambiente.



## CAPITULO III

### MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. DISEÑO Y TIPO DE ESTUDIO

**NIVELES DE INVESTIGACION:** Explicativo:

**TIPO DE INVESTIGACION:** Experimental, prospectivo, longitudinal, analítico

- *Experimental* debido a que se contó con un grupo control negativo representado por agua bidestilada y 3 grupos experimentales representado por bebidas energizantes.
- *In vitro* porque el estudio se realizó en coronas dentarias anatómicas sometidas a las bebidas energizantes, y se manipulo todo en laboratorio.
- *Prospectivo* debido a que la recolección de los muestra se realizó conforme la ocurrencia de los hechos.
- *Longitudinal* debido a que las variables fueron observadas en varios momentos de acuerdo a los objetivos de la investigación.

#### 3.2. Muestra de estudio:

**Técnica de muestreo:** La selección de la muestra fue en base a un muestreo no probabilístico; por conveniencia se trabajaron con coronas dentarias permanentes y fueron divididos en 04 grupos: 03 grupos experimentales y 01 grupo control.

##### Grupos de estudio:

##### a. Grupos experimentales (GE)

GE<sub>1</sub>: 15 coronas dentales expuestas a 25 ml de la bebida energizante Sporade® a 15, 30 y 60 minutos.

GE<sub>2</sub>: 15 coronas dentales expuestas a 25 ml de la bebida energizante Powerade® a 15, 30 y 60 minutos.

GE<sub>3</sub>: 15 coronas dentales expuestas a 25 ml de la bebida energizante Red Bull® a 15, 30 y 60 minutos.

##### b. Grupo control negativo (GC-)

GC<sub>1</sub>: 3 coronas dentales expuestas a 25 ml de solución de agua bidestilada, a 15, 30 y 60 minutos.

GC2: 3 coronas dentales expuestas a 25 ml de solución de agua bidestilada. a 15, 30 y 60 minutos.

GC3: 3 coronas dentales expuestas a 25 ml de solución de agua bidestilada. a 15, 30 y 60 minutos.

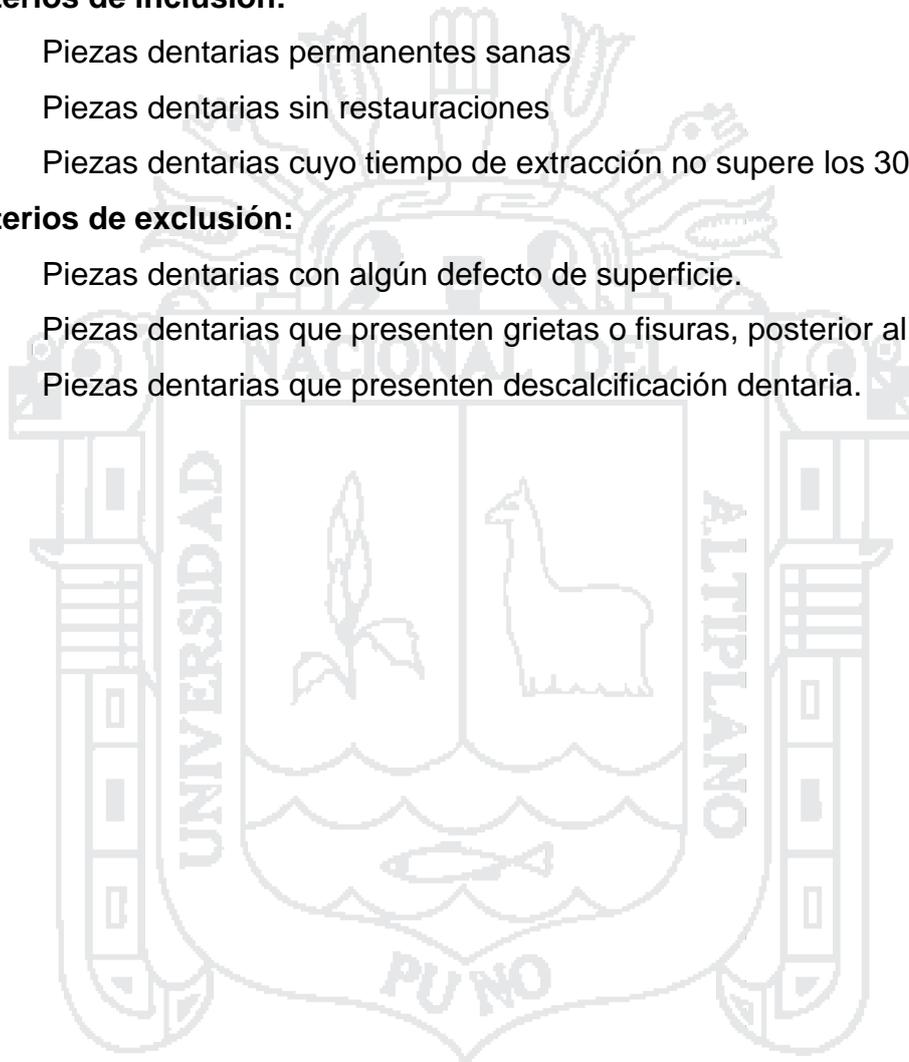
### 3.3. Criterios de selección

#### Criterios de inclusión:

- Piezas dentarias permanentes sanas
- Piezas dentarias sin restauraciones
- Piezas dentarias cuyo tiempo de extracción no supere los 30 días.

#### Criterios de exclusión:

- Piezas dentarias con algún defecto de superficie.
- Piezas dentarias que presenten grietas o fisuras, posterior al corte.
- Piezas dentarias que presenten descalcificación dentaria.



**3.4. Operacionalización de Variables:**

VARIABLES		DIMENSIONES	INDICADORES	Unidad de medida	ESCALA
VARIABLE INDEPENDIENTE	BEBIDAS ENERGIZANTES	Bebida energizante Sporade®	Composición química de la bebida.	ml	De razón
		Bebida energizante Gatorade®			
		bebida energizante Red Bull®			
VARIABLE DEPENDIENTE	EFECTO EROSIVO	Calcio liberado del esmalte dentario de la bebida energizante Sporade®	Calcio liberado a los 15 min.	mg/L	De razón
		Calcio liberado del esmalte dentario de la bebida energizante Gatorade®	Calcio liberado a los 30 min.		
		Calcio liberado del esmalte dentario de la bebida energizante Red Bull®	Calcio liberado a los 60 min.		
COVARIABLE	pH de las bebidas energizantes	pH de las bebidas energizantes Sporade® pH de las bebidas energizantes Gatorade® pH de las bebidas energizantes Red Bull®	Acido Neutro Alcalino	pH >0 - <7 pH = 7 pH >7 - <14	De razón

### 3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:

#### Técnica:

Se utilizó la observación para Registrar y Analizar los datos de la liberación de calcio del esmalte dentario y pH.

#### Instrumentos:

##### Instrumento documental

- ✓ Ficha de Recolección de Datos. (Anexo 1).

Los valores de calcio liberados al ser sometido *In Vitro*, del esmalte de dientes permanentes humanos a las bebidas energizantes, se registraron en una ficha de recolección de datos (Anexo).

Los valores de pH en intervalos de tiempo de las bebidas energizantes, se registraron en una ficha de recolección de datos (Anexo)

##### Instrumentos mecánicos:

- pH-metro
- Espectrofotómetro de Absorción Atómica ICP - OES.

##### Método de recolección de datos:

- *Consideraciones éticas.*
  - Se solicitó autorización previa para el uso del Mega laboratorio central de la Universidad Nacional del Altiplano- Puno.
- *Selección de la muestra*
  - Las 54 piezas dentarias permanentes que cumplen con los criterios de inclusión fueron limpiadas con cepillo dental, cureta periodontal, agua destilada; y fueron almacenados en suero fisiológico.
- *Preparación de la muestra*
  - Para cortar las piezas dentarias ya seleccionadas se utilizó un torno dental de alta velocidad de corte con discos de corte de grano fino, bajo adecuada refrigeración; la cual se realizó un corte horizontal de las piezas dentarias a nivel del cuello dentario lográndose obtener 54 coronas dentarias que cumplieron los criterios de inclusión, eliminando aquellos que presentaron grietas y líneas de fractura.
  - Una vez obtenidas las coronas dentarias estas fueron almacenados a 37°C en suero fisiológico en un recipiente de vidrio.

- *Preparación de los materiales*
  - Se preparó 15 recipientes estériles para cada una de las bebidas energizantes Sporade®, Powerade®, Red Bull® y el grupo control que requirió 9 recipientes estériles para un volumen de 25 ml, todos los recipientes estériles fueron debidamente rotulados (tipo de bebida, tiempo).

#### PROCEDIMIENTOS:

- Primero se procedió a medir el pH inicial de las tres bebidas energizantes; haciendo uso de un pH-metro con previa calibración del pH-metro.

Una vez ya rotulado los recipientes se procedió a medir en una probeta 25 ml de cada bebida energizante y se colocó en los recipientes para cada grupo experimental.

Seguidamente se procedió a sumergir las coronas dentales a la acción de las bebidas energizantes de mayor consumo que son Sporade®, Powerade® y Red Bull®, por un periodo de 15, 30 y 60 minutos y a temperatura ambiente.

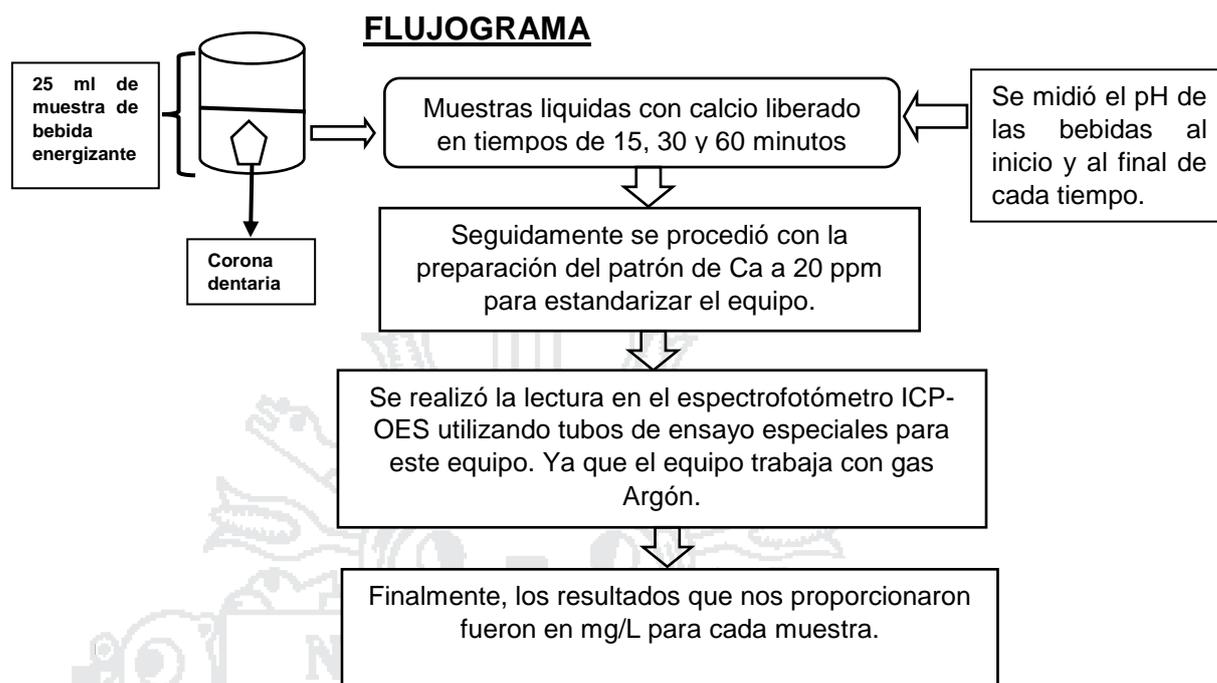
- En el grupo control las coronas dentales fueron expuestas a 25 ml de agua bidestilada, colocadas en frascos estériles por un periodo de 15, 30 y 60 minutos y a temperatura ambiente.

- Se colocó la muestra líquida en tubos de ensayo especiales para la lectura en el espectrofotómetro de absorción atómica ICP- OES.

- Seguidamente se procedió con la preparación del patrón de Ca a 20 ppm para estandarizar el equipo, el cual este patrón permite leer la concentración del elemento en la muestra.

Luego se realizó la lectura en espectrofotometría que midió básicamente la liberación de calcio que generaron las bebidas energizantes.

Finalmente se imprimió los resultados obtenidos de la lectura en mg/L de cada muestra.



### 3.6. AMBITO DE ESTUDIO.

#### AMBITO GENERAL

Ubicación: la investigación se realizó en el departamento de Puno, ubicado en el extremo sur oriente de Perú, a una altitud de 3825 m.s.n.m. a orillas del Lago Titicaca, en un territorio de aproximadamente de 72,000 Km<sup>2</sup>, representa el 5.6% del territorio peruano.

Población: la población estimada de la provincia de Puno es de 228, 987 habitantes.

Clima: La ciudad cuenta con el clima más frío del Perú, la temperatura media de todo el año es de 7°C.

Actividades económicas; la población puneña se dedica a la actividad agropecuaria, industrial, pesquera y minera.

#### AMBITO ESPECÍFICO

El presente estudio se desarrolló en el Mega laboratorio de la Universidad Nacional del Altiplano, ubicado en la ciudad de Puno, siendo su dirección legal en la avenida Floral N° 1153.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. RESULTADOS:

**TABLA 1.**

Valores de pH inicial de tres bebidas energizantes

BEBIDA	PH INICIAL
Sporade®	2.79
Powerade®	3.98
Red Bull®	3.32

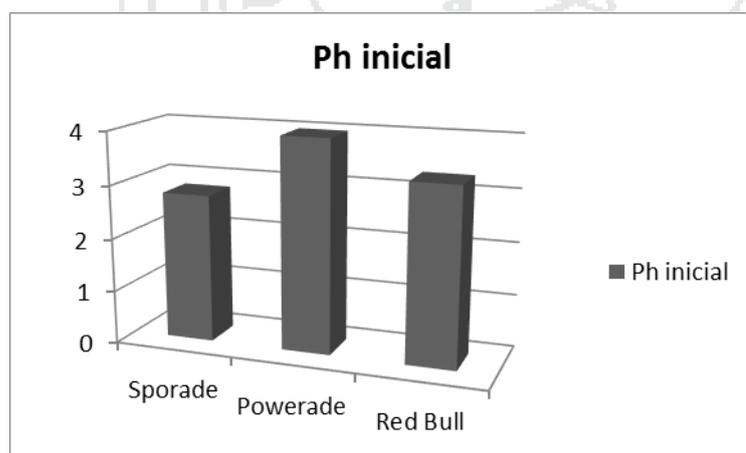
Fuente: elaboración propia

Interpretación:

En la tabla 1 y grafico 1, se muestra los resultados del pH inicial de tres bebidas energizantes, siendo la bebida Sporade® con un pH bajo de 2.79 unidades, seguido de la bebida Red Bull® con un pH de 3.32 unidades y finalmente la bebida Powerade® con un valor de pH de 3.98.

**GRAFICO 01**

Valores de pH inicial de tres bebidas energizantes.



Fuente: Tabla

**TABLA 2.**

Valores de pH final de tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.

Estadísticos	Sporade	Powerade	Red Bull
	B1	B2	B3
No. de observaciones	15	15	15
Mínimo	3.110	3.380	4.170
Máximo	3.850	3.600	4.260
Media	3.359 (C)	3.513 (B)	4.214 (A)
Desviación estándar	0.221	0.060	0.028

Fuente: elaboración propia

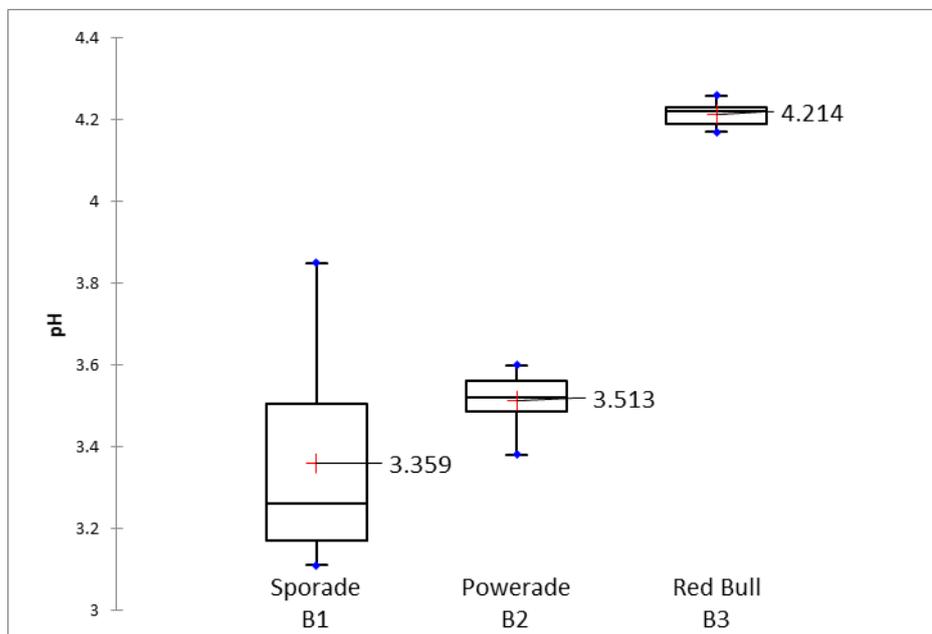
Interpretación:

En la tabla 2 y grafico 2, se muestra los resultados del efecto erosivo de tres bebidas energizantes, respecto al pH se tiene el promedio de 3.359 unidades; la bebida Powerade® (B2) presentó un promedio 3.513 unidades; para Red Bull® (B3) un promedio de 4.214 unidades; la menor desviación estándar se presentó en Red Bull® y fue similar en las otras dos bebidas.

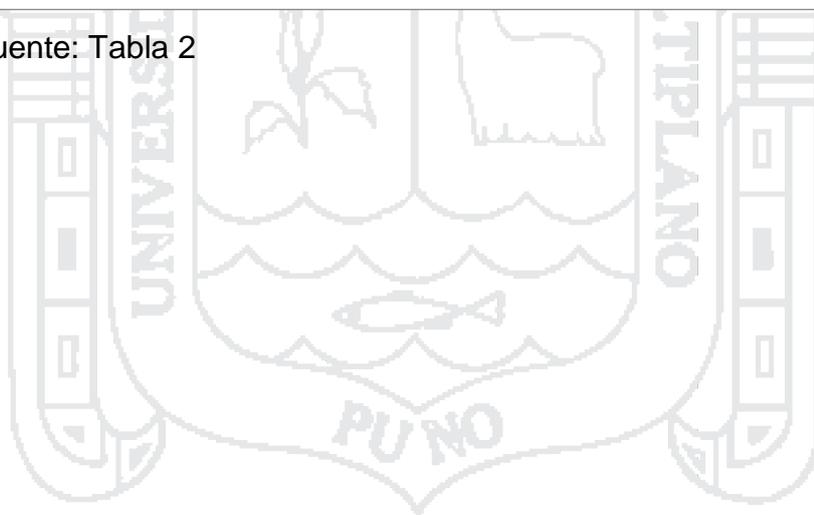
El análisis de varianza (anexo 1) de los valores de pH encontró diferencia estadística significativa entre bebidas energizantes ( $p < 0.05$ ), por lo cual se prosiguió el análisis con la prueba de rango múltiple de Tukey, la misma que indica que las tres bebidas presentan un promedio de pH estadísticamente diferente, siendo el mayor pH para Red Bull® (A), seguido de Powerade® (B) y finalmente con el menor pH promedio la bebida Sporade® (C).

**GRAFICO 02**

Valores de pH final de tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.



Fuente: Tabla 2



**TABLA 3.**

Valores de pH final para tres tiempos de exposición en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro

<b>Estadísticos</b>	<b>15 min</b>	<b>30 min</b>	<b>60 min</b>
No. de observaciones	15	15	15
Mínimo	3.110	3.240	3.480
Máximo	4.190	4.230	4.260
Media	3.592 (C)	3.693 (B)	3.801 (A)
Desviación estándar	0.452	0.402	0.331

Fuente: elaboración propia

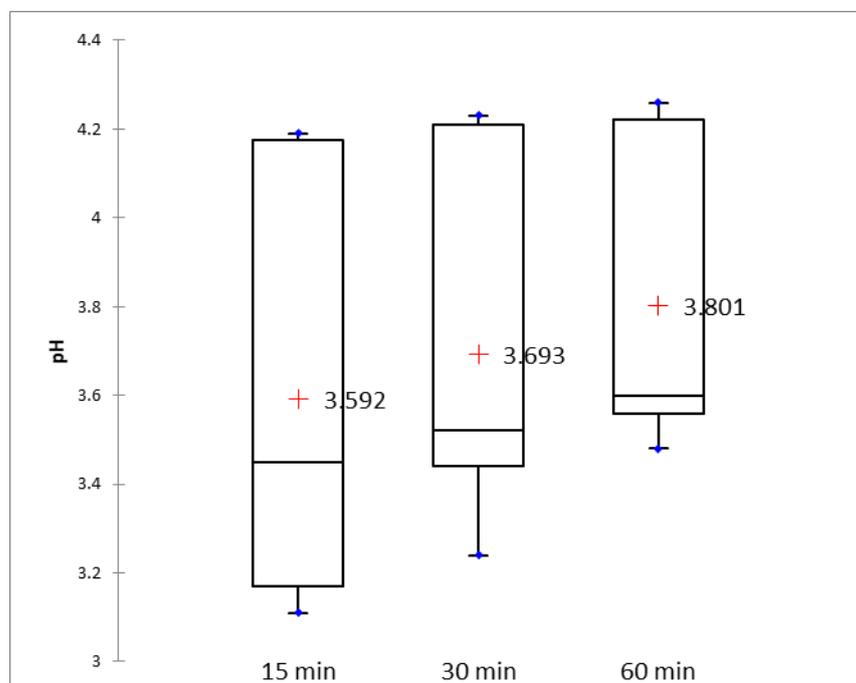
### **Interpretación:**

En la tabla 3 y grafico 3, se muestra los resultados del efecto erosivo de tres bebidas energizantes en tres tiempos de exposición, respecto al pH se tiene para el tiempo de 15 minutos un promedio es de 3.592 unidades; para 30 minutos un promedio 3.693 unidades; para 60 minutos un promedio de 3.801 unidades; la menor desviación estándar se presentó en Red Bull® y fue similar en las otras dos bebidas.

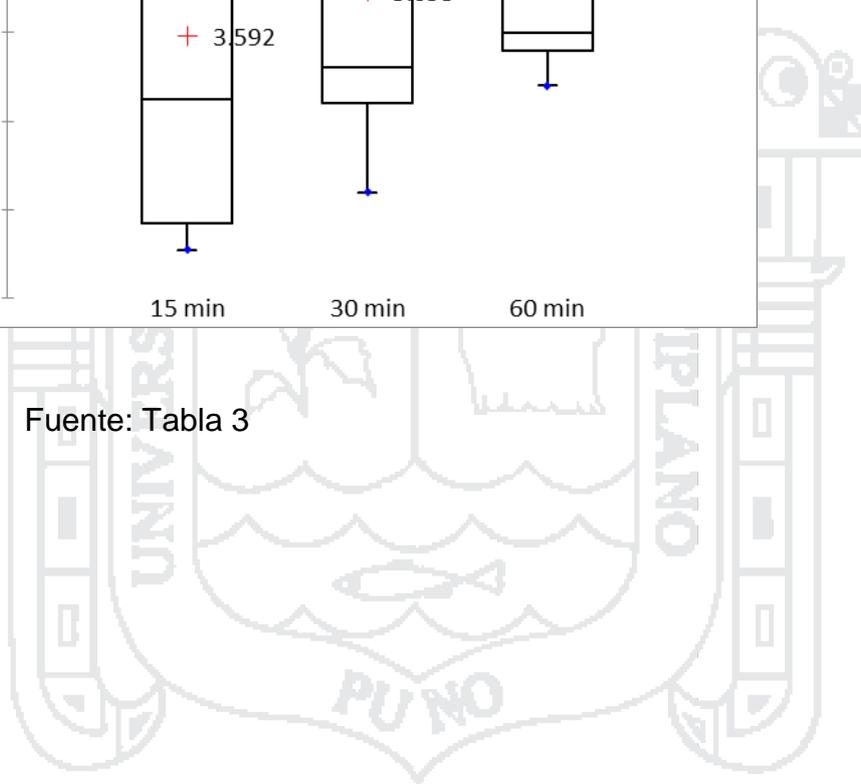
El análisis de varianza de los valores de pH encontró diferencia estadística significativa entre tiempos de exposición ( $p < 0.05$ ), por lo cual se prosiguió el análisis con la prueba de rango múltiple de Tukey, la misma que indica que los tiempos de exposición de 30 y 60 minutos presentan un promedio de pH estadísticamente similar (A), mientras que el tiempo de 15 minutos presenta un pH promedio menor (B) y diferente a los otros dos.

**GRAFICO 3.**

Valores de pH final para tres tiempos de exposición en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.



Fuente: Tabla 3



**TABLA 4.**

Valores de pH final para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro

<b>Estadísticos</b>	<b>B1-15</b>	<b>B1-30</b>	<b>B1-60</b>	<b>B2-15</b>	<b>B2-30</b>	<b>B2-60</b>	<b>B3-15</b>	<b>B3-30</b>	<b>B3-60</b>
Observaciones	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mínimo	3.110	3.240	3.480	3.38	3.49	3.55	4.17	4.19	4.220
Máximo	3.190	3.580	3.850	3.51	3.54	3.60	4.19	4.23	4.260
Media	3.142	3.344	3.590	3.45	3.51	3.57	4.18	4.22	4.238
Desviación Es.	(D)	(C)	(B)	(B)	(B)	(B)	(A)	(A)	(A)
	0.030	0.145	0.154	0.04	0.45	0.01	0.00	0.01	0.018

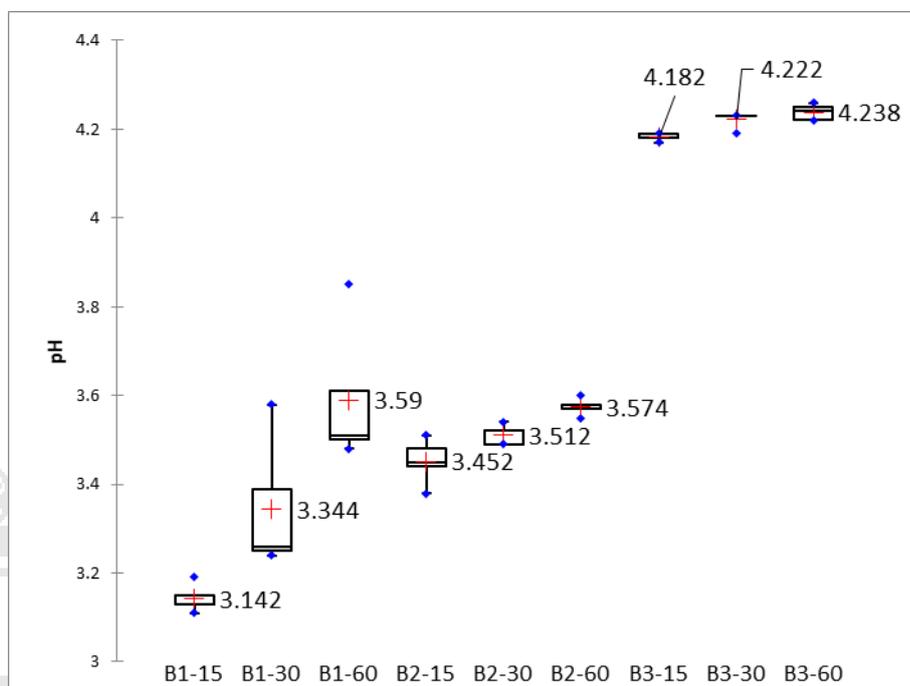
Fuente: elaboración propia

Interpretación:

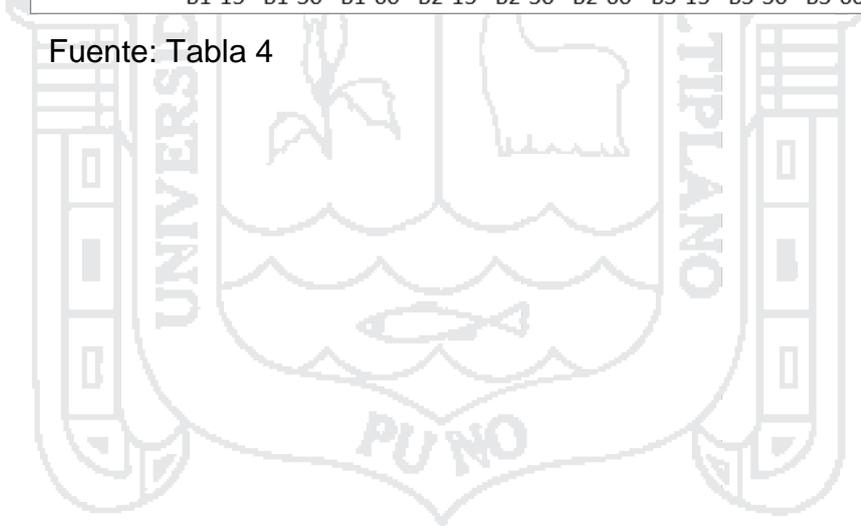
En la tabla 4 y gráfico 4, se muestra los estadísticos de las combinaciones de tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición, para Sporade® se tiene 3.142, 3.344 y 3.59 unidades de pH, para Powerade® los promedios fueron 3.452, 3.512 y 3.574 unidades para los 3 tiempos, la bebida Red Bull® presentó valores promedio de pH de 4.182, 4.222 y 4.238 unidades; la mayor desviación estándar tuvo la bebida Powerade® a los 30 minutos de exposición, el resto presentó desviaciones menores y similares. El análisis de varianza de los valores de pH encontró diferencia estadística significativa entre las combinaciones de bebidas y tiempos de exposición ( $p < 0.05$ ), por lo cual se prosiguió el análisis con la prueba de rango múltiple de Tukey, la misma que indica que la bebida Red Bull® presenta los mayores valores pH promedio para los tres tiempos de exposición (A), seguidamente la bebida Powerade® (B), finalmente la bebida Sporade® en tiempos de 15 y 30 minutos presenta los valores más bajos de pH.

**GRAFICO 4.**

Valores de pH final para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro

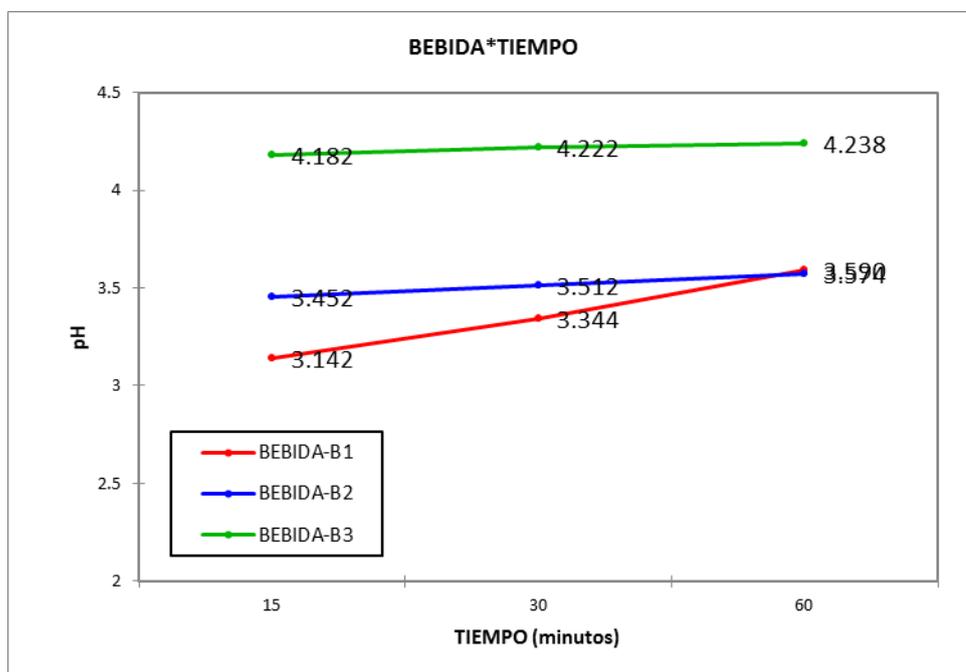


Fuente: Tabla 4



**GRAFICO 5.**

Interacción de valores de pH final para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizada para comparar su efecto erosivo in vitro



Fuente: Tabla 4

**Interpretación:**

En el grafico 5 se muestra la interacción de las bebidas energéticas, el análisis de varianza determinó la existencia de diferencia estadística significativa para la interacción de primer orden (Bebidas y tiempo), a los 15 minutos de exposición el pH fue mayor para la bebida Red Bull® (B3), se mantuvo constante a los 30 y 60 minutos. Para la bebida Powerade® (B2) su pH fue intermedio a los 15 minutos, luego presenta un ligero incremento a los 30 minutos y a los 60 minutos disminuye ligeramente, mientras que la bebida Sporade® (B1) presentó un incremento de pH desde el inicio hasta el final de la exposición.

De los resultados se observa que el pH de las bebidas es ácido, debido a que se encuentra entre 3 a 4 unidades, las variaciones en los tres tiempos de exposición fueron mínimas y nunca llegaron al cambio de una unidad de pH.

**TABLA 5.**

Valores de Ca en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro.

Estadísticos	Sporade®	Powerade®	Red Bull®
	B1	B2	B3
No. de observaciones	15	15	15
Mínimo	9.960	3.799	8.346
Máximo	13.911	8.570	12.936
Media	11.852 (A)	6.166 (C)	9.956 (B)
Desviación estándar	1.150	1.364	1.153

Fuente: elaboración propia

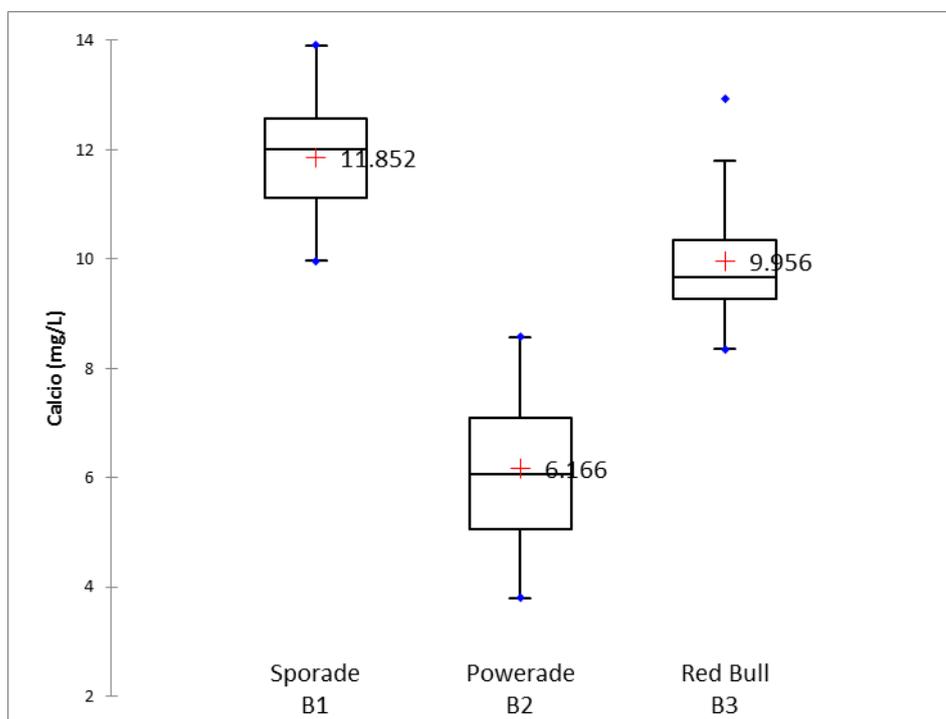
Interpretación:

En la tabla 5 y grafico 6, se muestra los resultados del efecto erosivo de tres bebidas energizantes, respecto al Calcio (Ca) se tiene para la bebida Sporade® (B1) un promedio de 11.852 mg/L; para la bebida Powerade® (B2) un promedio de 6.166 mg/L; y para la bebida Red Bull® (B3) un promedio de 9.956 mg/L; la desviación estándar fue similar en las tres bebidas.

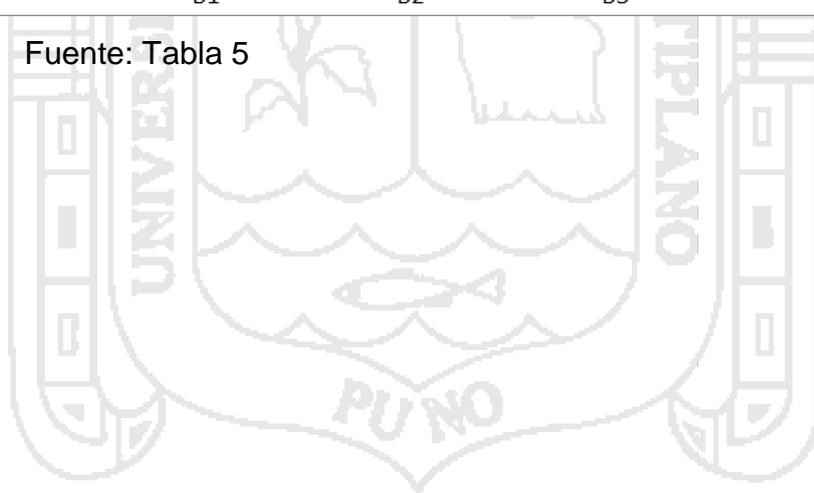
El análisis de varianza de los valores de Ca encontró diferencia estadística significativa entre bebidas energizantes ( $p < 0.05$ ), por lo cual se prosiguió el análisis con la prueba de rango múltiple de Tukey, la misma que indica que las tres bebidas presentan un promedio de Ca estadísticamente diferente. De los resultados se evidencia que la bebida Sporade® presenta un mayor efecto erosivo sobre la pieza dentaria in vitro, seguido de Red Bull® y con menor efecto erosivo de las tres utilizadas se tiene a Powerade®.

**GRAFICO 6.**

Valores de Ca en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro



Fuente: Tabla 5



**TABLA 6.**

Valores de Ca para tres tiempos de exposición en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro

Estadísticos	15 min	30 min	60 min
No. de observaciones	15	15	15
Mínimo	3.799	4.829	7.066
Máximo	12.077	13.911	13.394
Media	8.246 (B)	9.538 (A)	10.190 (A)
Desviación estándar	2.504	3.247	1.970

Fuente: elaboración propia

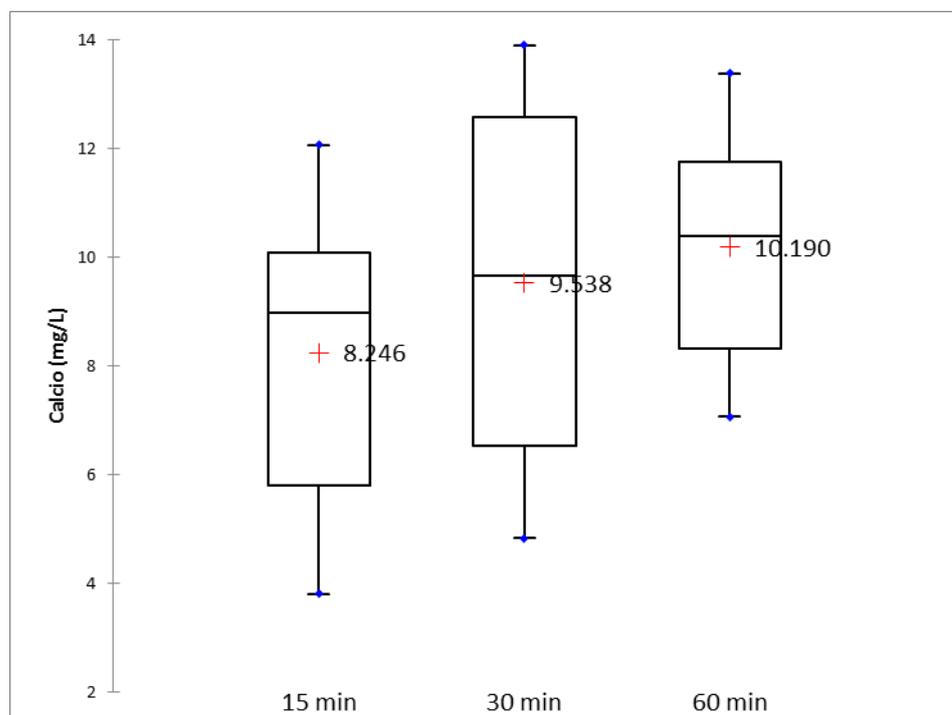
Interpretación:

En la tabla 6 y grafico 7, se muestra los resultados del efecto erosivo de tres bebidas energizantes en tres tiempos de exposición, respecto al Calcio se tiene para el tiempo de 15 minutos un promedio de 8.246 mg/L; para el tiempo de 30 minutos promedio 9.538 mg/L; para el tiempo de 60 minutos un promedio de 10.190 mg/L; la menor desviación estándar se presentó en los 60 minutos y la mayor desviación a los 30 minutos de exposición.

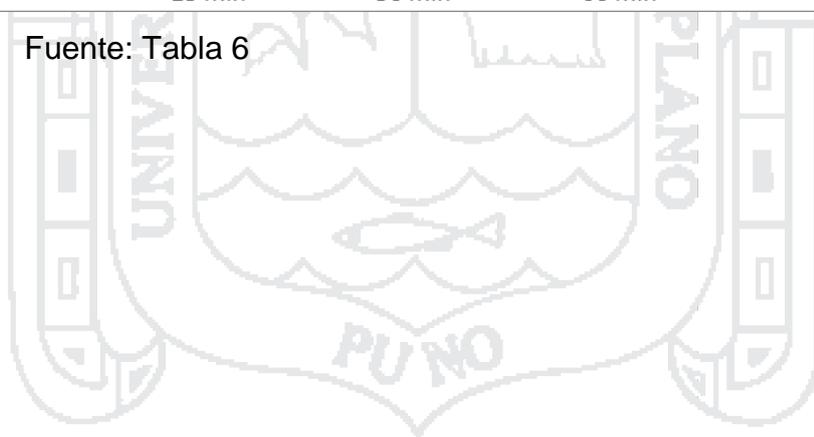
El análisis de varianza de los valores de Calcio encontró diferencia estadística significativa entre los tiempos de exposición ( $p < 0.05$ ), por lo cual se prosiguió el análisis con la prueba de rango múltiple de Tukey, De los resultados se desprende que el tiempo de 60 minutos de exposición presenta una mayor erosión del diente bajo condición de in vitro.

**GRAFICO 7.**

Valores de Ca para tres tiempos de exposición en tres bebidas energizantes utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro



Fuente: Tabla 6



**TABLA 7.**

Valores de Ca para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro

<b>Estadísticos</b>	<b>B1-15</b>	<b>B1-30</b>	<b>B1-60</b>	<b>B2-15</b>	<b>B2-30</b>	<b>B2-60</b>	<b>B3-15</b>	<b>B3-30</b>	<b>B3-60</b>
Observaciones	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Mínimo	9.960	11.668	11.503	3.799	4.829	7.066	8.346	9.167	10.299
Máximo	12.077	13.911	13.394	6.071	6.682	8.570	9.558	12.936	11.800
Media	10.645	12.780	12.131	5.106	5.604	7.789	8.988	10.230	10.649
	(B)	(A)	(A)	(E)	(E)	(D)	(D)	(C)	(B)
Desviación estándar	0.848	0.836	0.739	0.843	0.858	0.659	0.563	1.545	0.646

Fuente: elaboración propia.

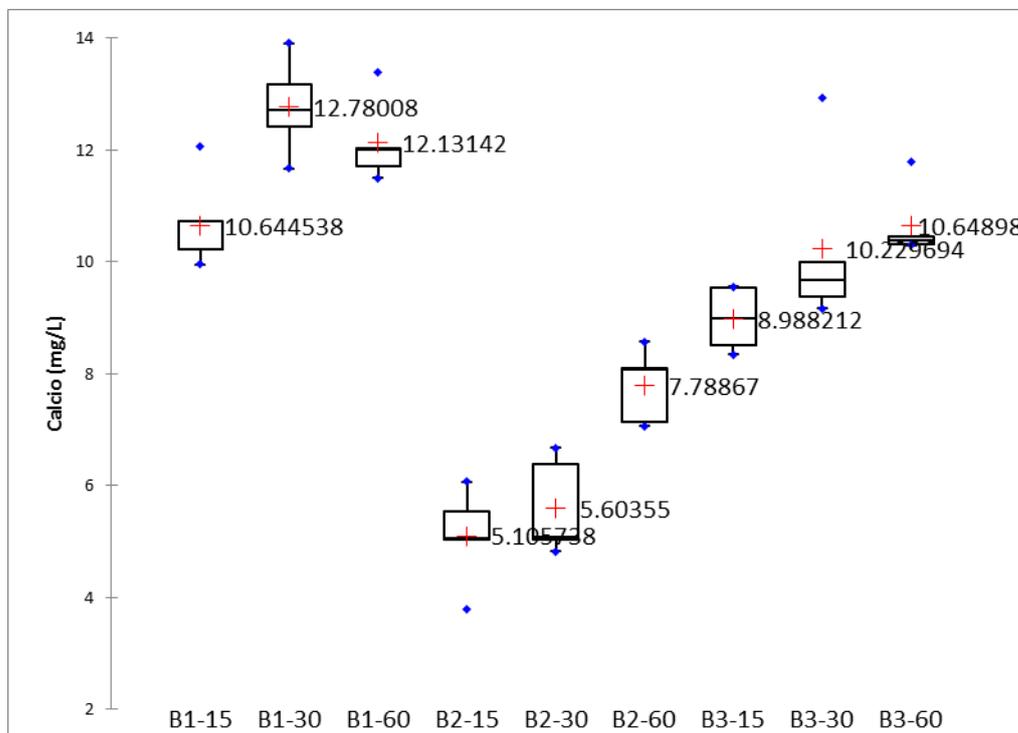
**Interpretación:**

En la tabla 7 y grafico 8, se muestra los estadísticos de las combinaciones de tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición, para Sporade® se tiene 10.645, 12.78 y 12.131 mg/L de Calcio; para la bebida Powerade® los promedios fueron de 5.106, 5.604 y 7.789 mg/L, la bebida Red Bull® presentó valores promedio de Ca de 8.988, 10.23 y 10.649 mg/L.

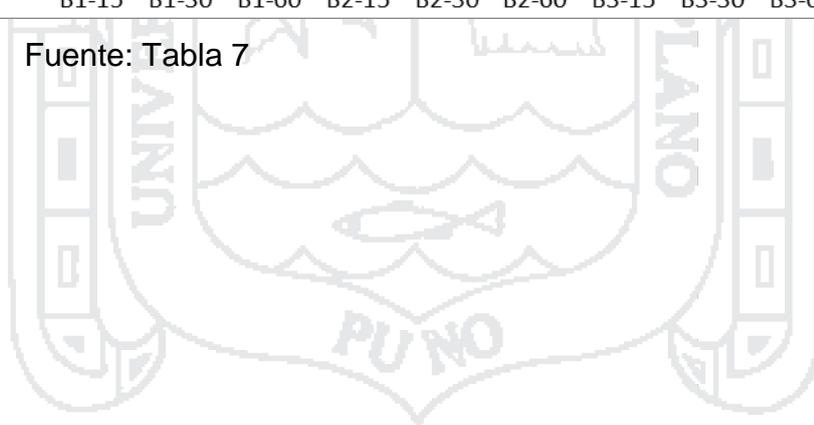
El análisis de varianza de los valores de Calcio encontró diferencia estadística significativa entre las combinaciones de bebidas y tiempos de exposición ( $p < 0.05$ ), por lo cual se prosiguió el análisis con la prueba de rango múltiple de Tukey, la misma que indica que la bebida Sporade® presenta los mayores valores Ca promedio para los tres tiempos de exposición (A y B), la bebida Red Bull® se ubica en segundo lugar con valores promedio de Ca intermedios (B, C y D), finalmente la bebida Powerade® presenta los menores valores de Ca ( D y E).

**GRAFICO 8**

Valores de Ca para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro

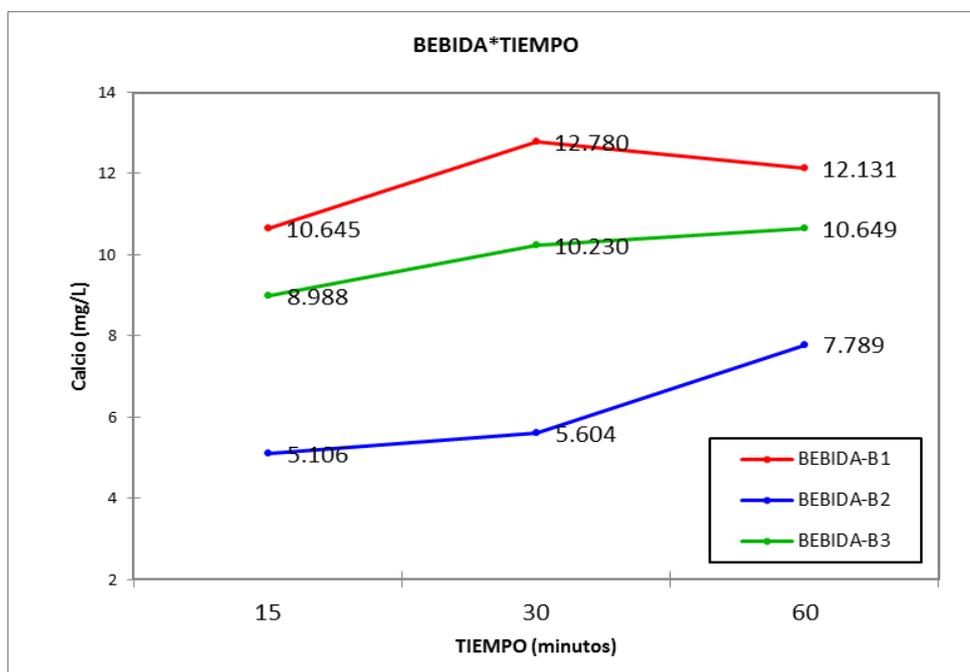


Fuente: Tabla 7



**GRAFICO 9.**

Interacción de valores de Ca para tres bebidas energizantes y tres tiempos de exposición utilizadas para comparar su efecto erosivo in vitro



Fuente: Tabla 7

En el grafico 9 se muestra la interacción de las bebidas energéticas con el tiempo, el análisis de varianza determinó la existencia de diferencia estadística significativa para la interacción de primer orden (Bebidas y tiempo), se observa que a los 15 minutos de exposición el Calcio fue mayor para la bebida Sporade® (B1), el mismo que se incrementó en los 30 y 60 minutos. Para la bebida Red Bull (B3) su contenido de Ca fue intermedio a los 15 minutos, luego presenta un ligero incremento a los 30 minutos y 60 minutos, mientras que la bebida Powerade® (B2) presentó un incremento de Ca desde el inicio hasta el final del tiempo de exposición, sin embargo, fue la bebida que se mantuvo con el menor contenido de Ca desde el inicio del experimento.

De los resultados se observa que el contenido de Ca presentó diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.05$ ) para las tres bebidas analizadas, de lo cual se evidencia que el mayor efecto erosivo lo presenta la bebida Sporade®, seguido de Red Bull® y con el menor efecto erosivo de los tres la bebida Powerade®.

## 4.2. DISCUSION

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto erosivo *in vitro* de tres bebidas energizantes en el esmalte dentario permanente, Puno-2016.

**Rirattanapong P. y col. 2013.** En su estudio obtuvo que. Coca-Cola®, tuvo un pH de 2,39, fue la más ácida entre los refrescos. Coca-Cola®, Pepsi® y Sprite® no mostraron diferencias medias significativas en el calcio liberado.

Estos resultados difieren de los encontrados en el presente estudio ya que la bebida más ácida fue Sporade® a los 15, 30 y 60 minutos fue de un valor de 3.14, 3.34 y 3.59. En cuanto al calcio liberado hubo una diferencia estadística significativa para las Bebidas y tiempo ya que Sporade® presenta mayores valores de calcio liberado para los tres tiempos de exposición que son de 10.645 mg/L, 12.780 mg/L y 12.131 mg/L seguido de Red Bull® y finalmente de powerade®. Esto es probablemente debido a que se estudió otro tipo de bebidas; Ambos valorado por Espectrofotometría de Absorción Atómica Sin embargo **Quispe L. 2009.** En su estudio In Vitro obtuvo que las bebidas Coca Cola®, Sprite® e Inca Cola® tuvieron un pH de 5.64, 5.2 y 5.25 la cual difiere con los valores que obtuvo Rirattanapong P. y col. 2013 y también con nuestros resultados ya que en nuestro estudio se encontró niveles de pH menores a 5. **Quispe L. 2009.** Obtuvo notable incremento de calcio liberado por las bebidas Coca Cola®, Sprite® e Inca Cola® las cuales fueron 73.028, 74 y 93.72 mg/L. Diferentes a los encontrados en nuestro estudio ya que la bebida Sporade® presenta los mayores valores de Ca promedio para los tres tiempos de exposición. Podemos notar un notable incremento en la liberación de calcio del esmalte dentario, a medida que pasa el tiempo para las tres bebidas. Nuestro resultado difiere con el estudio debido al tiempo expuesto que fueron máximo de 60 minutos y **Quispe L. 2009** lo realizó a las 192 horas.

En nuestro estudio el tiempo de consumo si está relacionado con la desmineralización del calcio, porque se ha visto un incremento del calcio liberado en los tres tiempos sobretodo en la bebida Sporade® y seguido de Red Bull® y finalmente Powerade® al igual que en el estudio de **Moreno X, y**

**col. (2011)** concluyeron que el efecto erosivo estaba directamente relacionado con la forma de tomar las bebidas y el periodo.

**López y col. 2008.** En su estudio concluyeron que las bebidas colas, de naranja-lima-limón®, y el jugo de naranja registraron valores de pH más bajos. Al igual que en nuestro estudio las bebidas energizantes registraron valores de pH bajos, es decir el pH inicial que fueron los siguientes en Sporade® 2.79, en Powerade® 3.98 y en Red Bull® fue 3.32. Que causa disolución del esmalte de acuerdo a los resultados obtenidos de la liberación de calcio.

**Kuldeep D. et al (2013).** Determino la desmineralización por la tasa de calcio liberado de la superficie del esmalte en la exposición a las bebidas usando el método de titulación con EDTA. Resultados: La cola con un pH de 2,50 fue la más ácida entre las bebidas, esto es similar al pH inicial de la bebida Sporade® que fue de 2.79. La mayor tasa de calcio liberado fue exhibida por Coca Cola® (Grupo 1) a 0,460 mg / ml. Conclusión: La bebida de bajo pH tiene un efecto perjudicial sobre el esmalte.

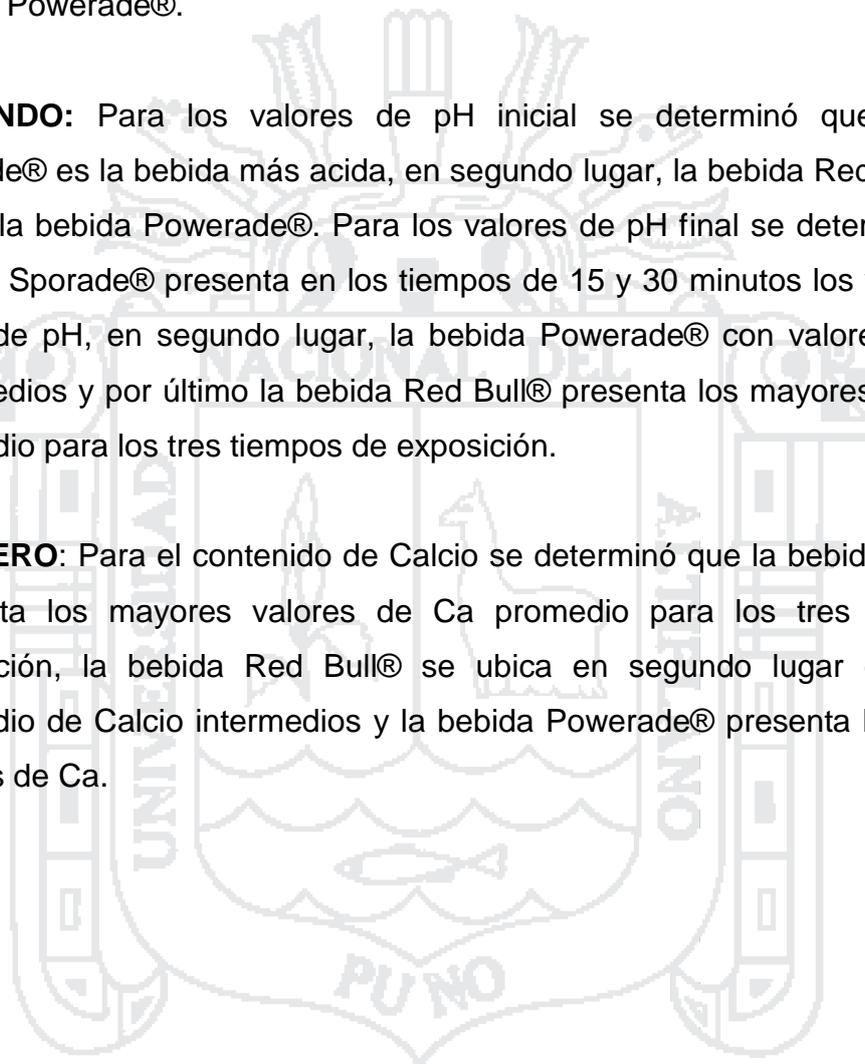
**Brown y col. 2007.** Evaluaron el potencial erosivo de las bebidas saborizadas gasificadas del mercado del Reino Unido. En su estudio obtuvo un pH bajo (2,74 a 3,34) y en el ensayo de disolución de hidroxiapatita, todas las aguas demostraron potencial erosivo (89-143%). Estos resultados se asemejan en cuanto al pH bajo que se encontró en la bebida Sporade® que fue de 3.142 y 3.344 a los 15 y 30 minutos.

## CONCLUSIONES

**PRIMERO:** EL efecto erosivo sobre los dientes bajo condiciones in vitro, según el contenido de Calcio indica que el mayor efecto erosivo lo presenta la bebida Sporade®, seguido de Red Bull® y con el menor efecto erosivo de los tres la bebida Powerade®.

**SEGUNDO:** Para los valores de pH inicial se determinó que la bebida Sporade® es la bebida más acida, en segundo lugar, la bebida Red Bull® y por último la bebida Powerade®. Para los valores de pH final se determinó que la bebida Sporade® presenta en los tiempos de 15 y 30 minutos los valores más bajos de pH, en segundo lugar, la bebida Powerade® con valores promedio intermedios y por último la bebida Red Bull® presenta los mayores valores pH promedio para los tres tiempos de exposición.

**TERCERO:** Para el contenido de Calcio se determinó que la bebida Sporade® presenta los mayores valores de Ca promedio para los tres tiempos de exposición, la bebida Red Bull® se ubica en segundo lugar con valores promedio de Calcio intermedios y la bebida Powerade® presenta los menores valores de Ca.



## RECOMENDACIONES

1. Realizar este tipo de estudios en piezas dentarias en grupos ordenados según la pieza dentaria para que los valores de calcio liberados sean exactos.
2. Realizar estudios con otro tipo de bebidas de consumo común: Café. Cerveza, Vinos, etc. Para complementar los estudios realizados.
3. El cepillado inmediato después del consumo de alimentos ácidos debe ser evitado ya que el esmalte se encuentra desorganizado y puede ser removido fácilmente, esto para minimizar los efectos de la erosión dental.
4. Como odontólogos tomamos también el papel de educadores de salud oral, reforzando los conocimientos acerca de erosión dental y transmitir a nuestros pacientes que acuden a la consulta.
5. Ofrecer charlas a padres de familia del riesgo que implica el consumo de estas bebidas, las cuales comúnmente son utilizadas en las loncheras. Así mismo, para orientar a sus hijos en sus hábitos alimenticios con respecto a este tipo de alimentos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Sánchez R. Efecto erosivo de las bebidas carbonatadas. Investigación bibliográfica del proceso de suficiencia profesional para optar el título de cirujano dentista. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima Perú 2009.
2. Amambal J. Estudio in vitro del efecto erosivo de las bebidas industrializadas en el esmalte de dientes permanentes humanos. Tesis para optar el título profesional de Cirujano dentista. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima Perú, 2013.
3. Mas AC. 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: Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2002.
4. Brown C., Smith G., Shaw L., Parry J., Smith A. The erosive potencial of Flavoured sparkling water drinks.School of Dentistry, University of Birmingham and Birmingham Dental Hospital, Birmingham, PMID:17263857[PubMed - indexed for MEDLINE] Int J Paediatr Dent. 2007 March; 17(2): p. 86-91. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/17263857>
5. Rirattanapong P, Vongsavan K, Surarit R. Effect of soft drinks on the release of calcium from enamel surfaces. Department of Pediatric Dentistry, Faculty of Dentistry, Mahidol University, Bangkok, Thailand.PMID:24437328 [PubMed - indexed for MEDLINE]. Southeast Asian J Trop Med Public Health.2013 Sep; 44(5):927-30. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24437328>.
6. Moreno R, Narvaez C, Bittner S. Efecto In Vitro de las bebidas refrescantes sobre la mineralización de la superficie del esmalte dentario de piezas permanentes extraídas. Int. J. Odontostomat. 2011; 5(2): p. 157-163.
7. Kuldeep D, Navin A. Navpreet K. Effect of Commercial and Domestic Beverages on Calcium Release from Enamel Surfaces Post Graduate Student MDS, Department of Public Health Dentistry, Kanti Devi Dental College and Hospital, Mathura, India. Journal of Advanced Oral Research, Vol 4; Issue 2: May–Aug2013.

8. Wang YL Y COL. 2014. Erosive potential of soft drinks on human enamel: an in vitro study. J Formos Med Assoc. 2014 Nov;113(11):850-6. doi: 10.1016/j.jfma.2014.06.002. Epub 2014 Jul
9. Cavalcanti X. Avaliação in vitro da Microdureza do Esmalte Dentário após Exposição a Bebidas Isotônicas. Brasil: Universidade Federal da Paraíba, Pesquisa Brasileira em Odontopediatria e Clínica Integrada; 2010; 10(2):145-150.
10. Ehlen L, Marshall T, Quian F, Wefel J. Acid beverages increase the risk of in vitro tooth erosion. Nutr Res. 2008; 28(5): p. 299-303.
11. López O., Cerezo M., Potencial erosivo de las bebidas industriales sobre el esmalte dental. Rev Cubana Salud Pública [revista en la Internet]. 2008 Dic [citado 2014 Abr 20] vol34 n°4. Lima. Perú.oct.-dic. 2008. Disponible en:[http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-34662008000400010&lng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662008000400010&lng=es).
12. Quispe L. Potencial erosivo de tres bebidas carbonatadas valorado a travez de la liberación de calcio en el esmalte dentario In vitro de niños de 6 a 12 años que asisten a la clínica odontológica de Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez, Juliaca; 2009.
13. Gómez ME, Campos A (2.002): "Esmalte". En Histología y Embriología Bucodental. 2ª Ed. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España. Capítulo10, pág 271-315. I.S.B.N.: 84-7903-716-4.
14. Ross MH, Kaye GI, Pawlina W (2.005) "Aparato digestivo I: cavidad oral y estructuras asociadas". En Histología. Texto y atlas Color con Biología Celular y Molecular. 4ª Ed. Ed Médica Panamericana. Madrid, España. Cap 15, pág 436-475. I.S.B.N.: 84-7903-806-3
15. Davis WL (1.988) "Esmalte". En Histología y Embriología Bucal. Ed. Interamericana-McGraw-Hill. México. Capítulo 7, pág 96-116. I.S.B.N.: 968-25-1357-X.
16. Navarro R. "Estudio mediante microscopio electrónico de barrido de los efectos producidos por coca-cola® y schweppes® limón en el esmalte intacto y en el esmalte grabado y sellado con una resina ortodóncica" Universidad de Murcia Facultad de Medicina Sección de Odontología Departamento de Dermatología, Estomatología, Radiología y Medicina Física 1 de Diciembre de 2006. Pgs. 81

17. Barrancos M, Barrancos P. Operatoria Dental- Integración Clínica. 4th ed.:Médica Panamericana; 2006; p. 266.
18. Eisenmann DR (1.986): "Estructura del esmalte". En Histología oral. Desarrollo, estructura y función. Ten Cate A R. 2ª Ed. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España. Capítulo 12, pág 252-73. I.S.B.N.: 84-7903-063-1.
19. Duran L, Meneses, López, Delgado. Evaluación in vitro del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. Rev. Estomatol. Herediana. jul./dic. 2007, vol.17, no.2. Disponible en: <[http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S101943552007000200003&lng=es&nrm=iso](http://revistas.concytec.gob.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S101943552007000200003&lng=es&nrm=iso)>. ISSN 1019-4355.
20. Fajardo M.; Mafla A. Diagnóstico y epidemiología de erosión dental. Salud UIS 2011; 43 (2): 179-189. Universidad Cooperativa de Colombia, Pasto, Colombia.
21. Velázquez M. Monroy M. Ácidos, Bases, pH y Soluciones Reguladoras mlvm/maov/julio de 2009
22. Manual de mantenimiento para equipos de laboratorio de la Organización Panamericana de la Salud, documento consultado en julio de 2014 en la página web: [http://www.cnts.salud.gob.mx/descargas/LAB\\_manual\\_mantenimiento.pdf](http://www.cnts.salud.gob.mx/descargas/LAB_manual_mantenimiento.pdf)
23. Gorab A. R. Dirección General de Servicios Médicos. UNAM Asociación Mexicana para la salud de la adolescencia. 18
24. Sánchez JC, Romero CR, Arroyave CD, García AM, Giraldo FD, Sánchez LV. Bebidas energizantes: efectos benéficos y perjudiciales para la salud. Perspect Nutr Humana. 2015;17: 79-91.
25. Castillo D. Incidencia de lesiones no cariosas y su relación con hábitos que forman parte de un estilo de vida considerado saludable en 300 personas del valle de cumbayá. Tesis de grado presentada como requisito para la obtención de Título de Odontóloga Quito Universidad San Francisco Diciembre de 2011 Disponible en : <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1495/1/101739.pdf>
26. Wikipedia, La enciclopedia libre. Espectroscopia de absorción atómica (AA). (2016, 2 de marzo). Fecha de consulta: 21:23, diciembre 8, 2016

desde [https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Espectroscopia de absorci%C3%B3n at%C3%B3mica \(AA\)&oldid=89544048](https://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Espectroscopia_de_absorci%C3%B3n_at%C3%B3mica_(AA)&oldid=89544048).

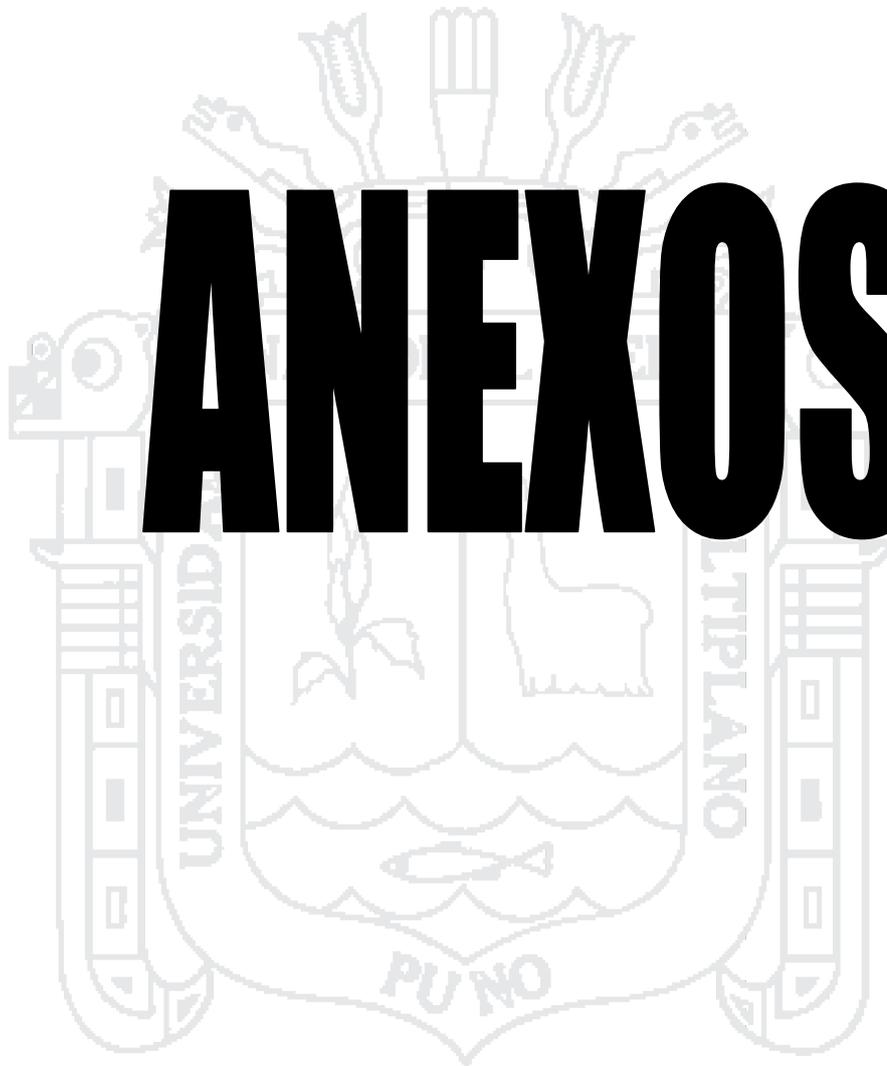
27. Asociación Dental de Indiana. Bebidas ácidas destruyen los dientes. 2012. Disponible en:

[http://drinksdestroyteeth.org/wpcontent/uploads/2012/10/4C\\_SPANISH\\_Drinks\\_DestroyTeeth\\_2013.pdf](http://drinksdestroyteeth.org/wpcontent/uploads/2012/10/4C_SPANISH_Drinks_DestroyTeeth_2013.pdf)

28. Hwadam S. Determinación del pH y Contenido Total de Azúcares de Varias Bebidas No Alcohólicas: su Relación con Erosión y Caries Dental. Tesis de Pregrado presentada como requisito para la obtención del título de Odontóloga Universidad San Francisco De Quito Quito, mayo de 2013



# ANEXOS



**Análisis estadístico para la variable pH**

**Análisis de la varianza**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
BEBIDA	2	6.236	3.118	565.985	< 0.0001
TIEMPO	2	0.327	0.163	29.652	< 0.0001
BEBIDA*TIEMPO	4	0.222	0.056	10.084	< 0.0001
Error	36	0.198	0.006		
Total, corregido	44	6.983			

**Prueba de rango múltiple de Tukey para bebidas**

Categoría	Media estimada	Grupos
B3	4.214	A
B2	3.513	B
B1	3.359	C

**Prueba de rango múltiple de Tukey para tiempos de exposición**

Categoría	Media estimada	Grupos
60	3.801	A
30	3.693	B
15	3.592	C

**Prueba de rango múltiple de Tukey para bebidas y tiempos de exposición**

Categoría	Media estimada	Grupos
BEBIDA-B3*TIEMPO-60	4.238	A
BEBIDA-B3*TIEMPO-30	4.222	A
BEBIDA-B3*TIEMPO-15	4.182	A
BEBIDA-B1*TIEMPO-60	3.590	B
BEBIDA-B2*TIEMPO-60	3.574	B
BEBIDA-B2*TIEMPO-30	3.512	B
BEBIDA-B2*TIEMPO-15	3.452	B C
BEBIDA-B1*TIEMPO-30	3.344	C
BEBIDA-B1*TIEMPO-15	3.142	D

**Análisis estadístico para la variable Ca**  
**Análisis de la varianza**

Fuente	GDL	Suma de los cuadrados	Media de los cuadrados	F	Pr > F
BEBIDA	2	251.443	125.721	162.461	< 0.0001
TIEMPO	2	29.353	14.676	18.965	< 0.0001
BEBIDA*TIEMPO	4	10.461	2.615	3.379	0.019
Error	36	27.859	0.774		
Total corregido	44	319.115			

**Prueba de rango múltiple de Tukey para bebidas**

Categoría	Media estimada	Grupos
B1	11.852	A
B3	9.956	B
B2	6.166	C

**Prueba de rango múltiple de Tukey para tiempos de exposición**

Categoría	Media estimada	Grupos
60	10.190	A
30	9.538	A
15	8.246	B

**Prueba de rango múltiple de Tukey para bebidas y tiempos de exposición**

Categoría	Media estimada	Grupos
BEBIDA-B1*TIEMPO-30	12.780	A
BEBIDA-B1*TIEMPO-60	12.131	A B
BEBIDA-B3*TIEMPO-60	10.649	B C
BEBIDA-B1*TIEMPO-15	10.645	B C
BEBIDA-B3*TIEMPO-30	10.230	C
BEBIDA-B3*TIEMPO-15	8.988	C D
BEBIDA-B2*TIEMPO-60	7.789	D
BEBIDA-B2*TIEMPO-30	5.604	E
BEBIDA-B2*TIEMPO-15	5.106	E

## Matriz básica de datos

BEBIDA	TIEMPO	Ca	pH
B1	15	10.23270	3.13
B1	15	10.22120	3.11
B1	15	12.07660	3.15
B1	15	9.95999	3.13
B1	15	10.73220	3.19
B1	30	12.42700	3.26
B1	30	12.72610	3.58
B1	30	13.16870	3.25
B1	30	13.91100	3.24
B1	30	11.66760	3.39
B1	60	11.50270	3.51
B1	60	13.39350	3.5
B1	60	12.02380	3.48
B1	60	12.01720	3.61
B1	60	11.71990	3.85
B2	15	3.79903	3.51
B2	15	6.07149	3.48
B2	15	5.54838	3.44
B2	15	5.04251	3.38
B2	15	5.06728	3.45
B2	30	5.04193	3.52
B2	30	6.68188	3.49
B2	30	4.82865	3.49
B2	30	5.08793	3.52
B2	30	6.37736	3.54
B2	60	8.09462	3.57
B2	60	7.13452	3.55
B2	60	8.56960	3.58
B2	60	8.07833	3.57
B2	60	7.06628	3.6
B3	15	8.34645	4.19
B3	15	8.98130	4.18
B3	15	8.51451	4.18
B3	15	9.55789	4.17
B3	15	9.54091	4.19
B3	30	12.93630	4.23
B3	30	9.99485	4.23
B3	30	9.67200	4.23
B3	30	9.37828	4.23
B3	30	9.16704	4.19
B3	60	10.29940	4.26
B3	60	10.38470	4.24
B3	60	10.45150	4.25
B3	60	11.80000	4.22
B3	60	10.30930	4.22

Códigos:

B1: Sporade®

B2: Powerade®

B3: Red Bull®

**FOTOGRAFIAS**



1. RECOLECCION DE LAS MUESTRAS (DIENTES)



2. RECORTE DE LAS CORONAS DENTARIAS



3. CORONAS DENTARIAS LISTAS PARA PROCESAR



4. COLOCANDO ACRILICO A LA ZONA CORTADA



5. CORONAS LISTAS PARA SUMERGIR



6. MIDIENDO LA BEBIDA EN PROBETA 25 ml PARA CADA FRASCO



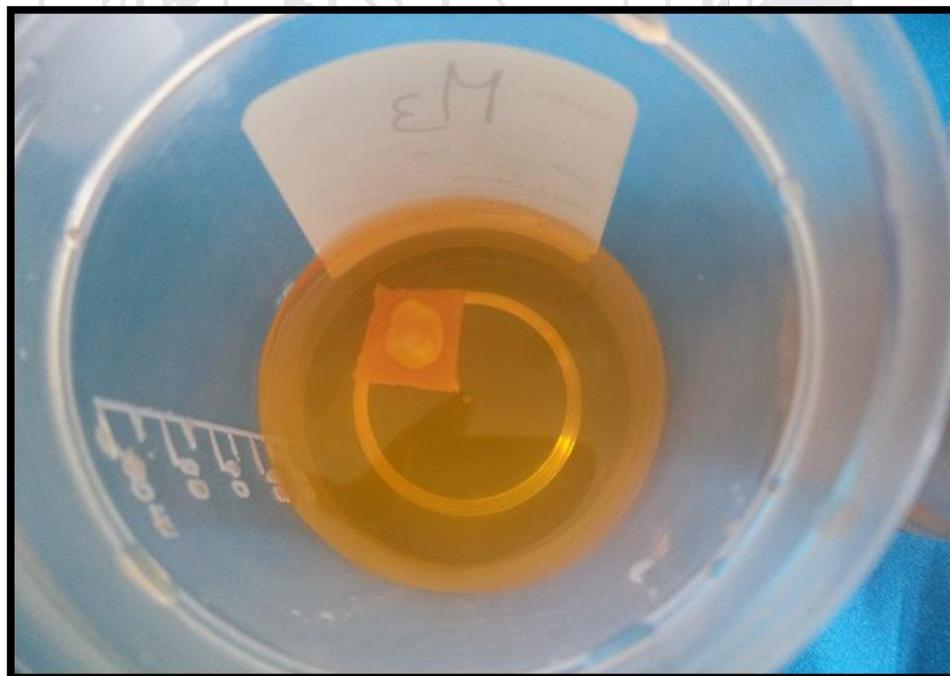
7. MUESTRAS SUMERGIDAS EN LA BEBIDA SPORADE



8. MUESTRAS SUMERGIDAS Y BIEN ROTULADAS CON RESPECTIVOS TIEMPOS.



9. MUESTRAS SUMERGIDAS EN LA BEBIDA POWERADE



10. CORONA DENTARIA SUMERGIDA A LA BEBIDA



11. MUESTRAS SUMERGIDAS EN LA BEBIDA RED BULL



12. MUESTRAS GUARDADAS EN REFRIGERADOR



13.CALIBRANDO EL PHMETRO



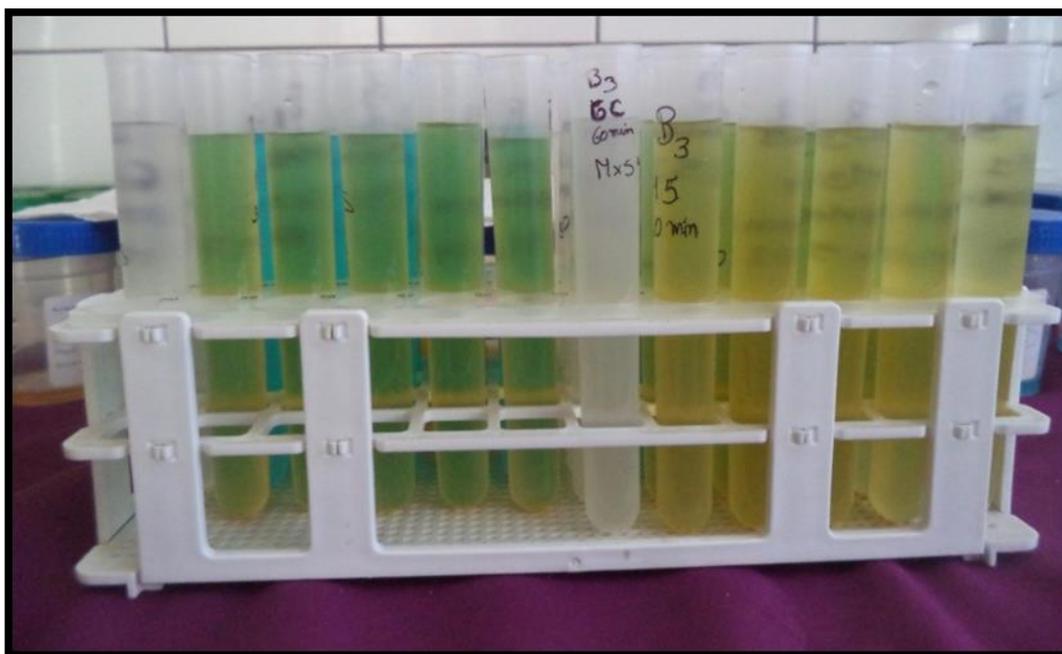
14.MIDIENDO EL pH FINAL DE LA BEBIDA POWERADE



15.MIDIENDO EL pH FINAL DE LA BEBIDA RED BULL



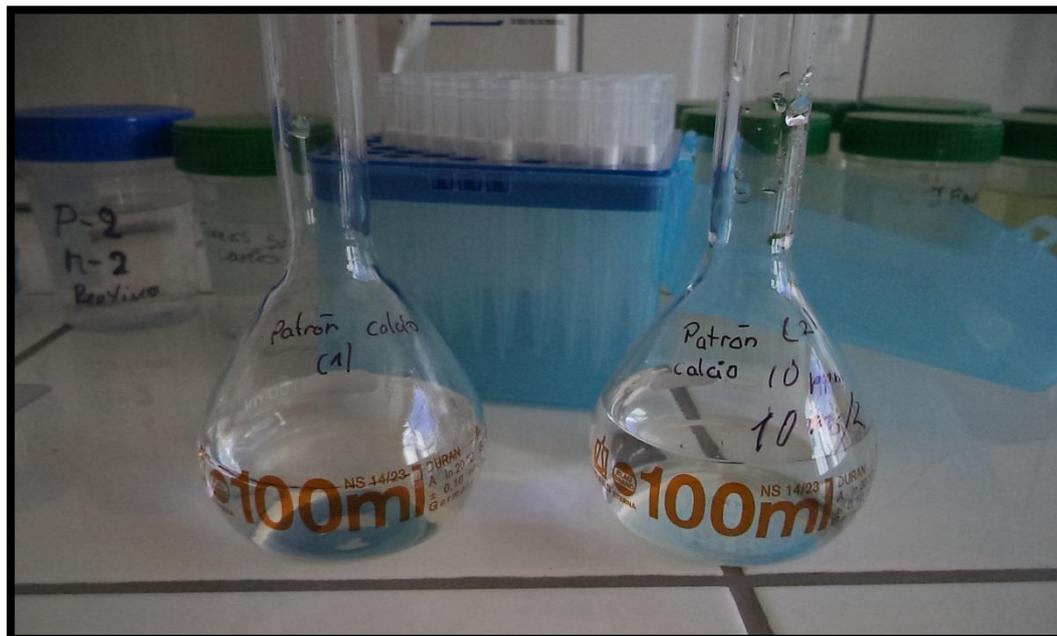
16.MIDIENDO EL pH FINAL DE LA BEBIDA SPORADE



17. MUESTRAS LISTAS PARA SU LECTURA EN EL ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA



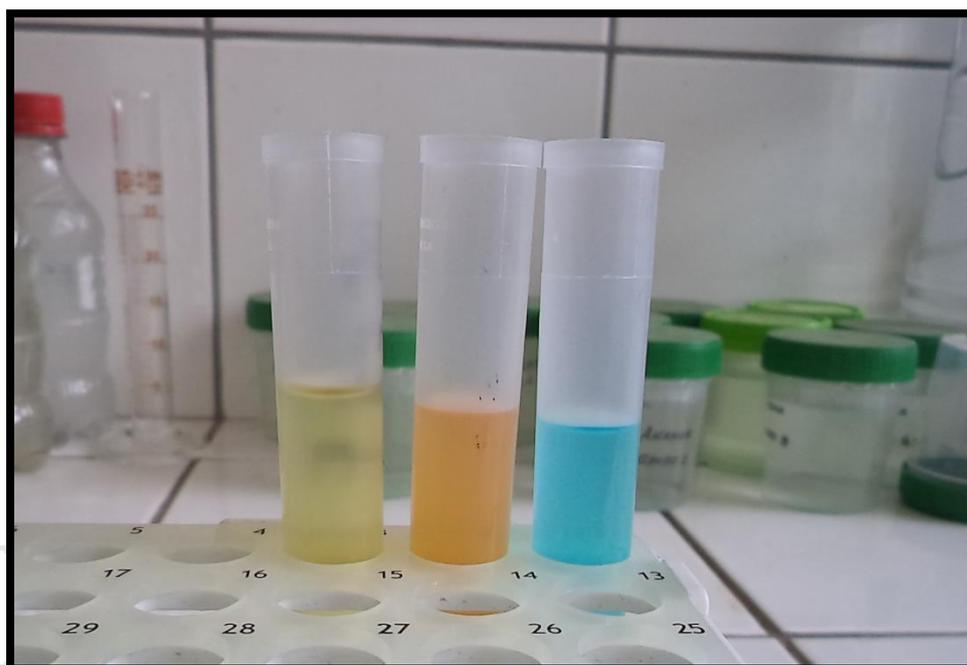
18. LECTURA DE LAS MUESTRAS



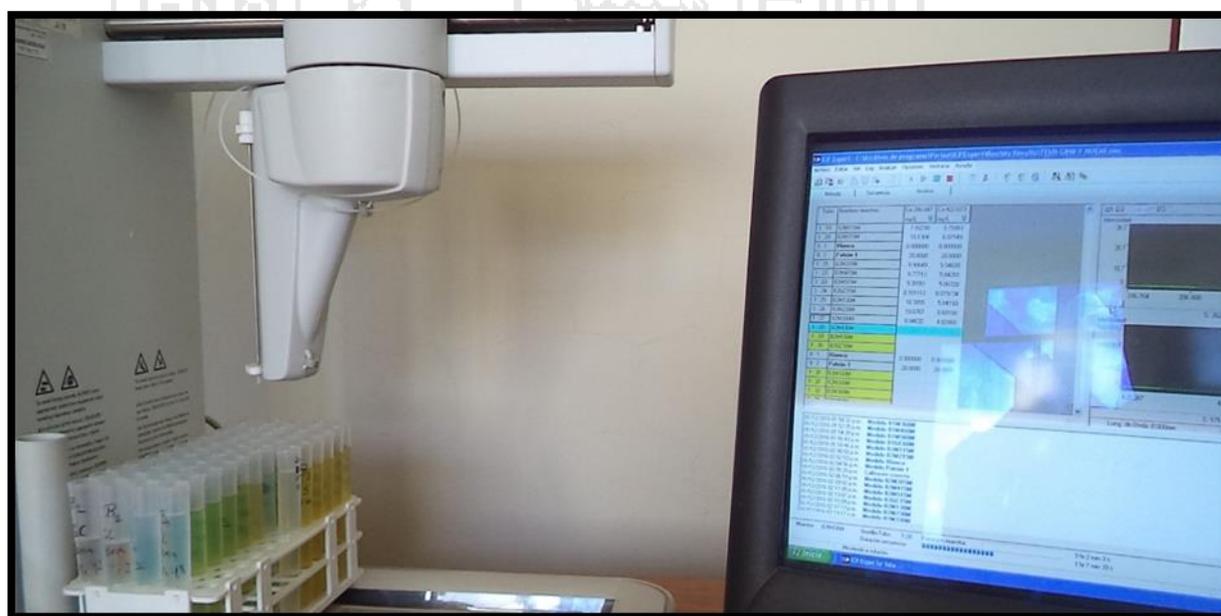
19. PATRON DE CALCIO PREPARADO PARA EL ESTANDAR DEL EQUIPO



20. ESPECTROFOTOMETRO DE ABSORCION ATOMICA



21. LECTURA DE LAS BEBIDAS ORIGINALES PARA VER SI PRESENTABA CALCIO



22. RESULTADO DE LAS MUESTRAS