



---

UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ODONTOLOGÍA**

**“COMPARACIÓN DEL EFECTO EROSIVO *IN VITRO*  
DE CUATRO BEBIDAS INDUSTRIALIZADAS SOBRE  
EL ESMALTE DENTAL”**

**TESIS PARA OPTAR POR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE CIRUJANO DENTISTA**

**AUTORA**

**VARGAS CASANA, SANDRA THAYS**

**ASESOR**

**MGTR. VASQUEZ PLASENCIA, CESAR ABRAHAM**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2017**

**1. Título:**

“COMPARACIÓN DEL EFECTO EROSIVO *IN VITRO* DE  
CUATRO BEBIDAS INDUSTRIALIZADAS SOBRE EL  
ESMALTE DENTAL”

## **2. Firma del jurado y asesor**

---

Dr. ELÍAS ERNESTO AGUIRRE SIANCAS

PRESIDENTE

---

Mgtr. EDWAR RICHARD MORÓN CABRERA

MIEMBRO

---

Mgtr. JUAN LUIS PAIRAZAMAN GARCÍA

MIEMBRO

### **3. Agradecimiento y dedicatoria**

A Dios, por bendecirme, cuidarme y fortalecerme en todo momento para continuar cumpliendo mis propósitos y metas, y poder llegar hasta donde el me lo permita. Por el amor incondicional que me brinda día con día y estar conmigo en cada paso que doy.

A mis padres y hermanos, por la confianza, colaboración, motivación y amor en todo el proceso de mi formación profesional.

A mis docentes, por su apoyo, exigencia y colaboración en mi formación profesional y en la realización de mi trabajo de investigación.

Gracias a todos ellos por hacer posible este trabajo.

#### 4. Resumen

El objetivo de la investigación fue comparar el efecto erosivo “*in vitro*” de cuatro bebidas industrializadas sobre el esmalte dental. La investigación fue cuantitativa, explicativo, de diseño experimental prospectivo, longitudinal y analítico. Se utilizó el método de microdureza Vickers mediante un durómetro. La muestra estuvo constituida por 19 terceros molares cortados en 35 bloques de esmalte, divididos: Grupo Cusqueña® Trigo, Grupo Coca-Cola®, Grupo Aquarius® Pera, Grupo Sporade® Tropical y Grupo Control. Cada bloque de esmalte se le realizó una medición inicial, luego se le sumergió 10 minutos en las bebidas, luego de ser lavados fueron almacenados en suero fisiológico por 24 horas. Luego de repetir 5 veces el proceso, se realizó la medición final para determinar la variación de microdureza con respecto a la medición inicial. Las diferencias de microdureza fueron: Cusqueña® Trigo 99,56 Kg/mm<sup>2</sup>, Coca-Cola® 148,2 Kg/mm<sup>2</sup>, Sporade® Tropical 121,97 Kg/mm<sup>2</sup>, Aquarius® Pera 70,40 Kg/mm<sup>2</sup>. Se concluyó que la bebida que presentó mayor efecto erosivo fue la Coca-Cola®, seguida del Sporade® Tropical, Cusqueña® Trigo y Aquarius® Pera. Además, se determinó que hay relación entre el pH y el efecto erosivo de las bebidas.

**Palabras clave:** efecto erosivo, microdureza, bebidas industrializadas.

**ABSTRACT:**

The objective of the research was to compare the “*in vitro*” erosive effect of four industrialized beverages on dental enamel. The investigation was quantitative, explanatory, of prospective, longitudinal and analytical experimental design. The Vickers microhardness method was used by means of a durometer. The sample consisted of 19 third molars cut into 35 enamel blocks, divided into three groups: the Cusqueña® Trigo Group, the Coca-Cola® Group, the Aquarius® Pera Group, the Sporade® Tropical Group and the Control Group. Each block of enamel was made an initial measurement, then it was immersed 10 minutes in the drinks, after being washed were stored in saline for 24 hours. After repeating the process 5 times, the final measurement was made to determine the microhardness variation with respect to the initial measurement. The microhardness differences were: Cusqueña® Trigo 99,56 Kg/mm<sup>2</sup>, Coca-Cola® 148,20 Kg/mm<sup>2</sup>, Sporade® Tropical 121,97 Kg/mm<sup>2</sup>, Aquarius® Pear 70,40 Kg/mm<sup>2</sup>. It was concluded that the drink with the greatest erosive effect was Coca-Cola®, followed by tropical Sporade, Cusqueña® Trigo and Aquarius® Pera. In addition, it was determined that there is a relationship between the pH and the erosive effect of beverages.

**Keywords:** erosive effect, microhardness, industrializadas drinks.

## 5. Contenido

1. Título: .....	i
2. Firma del jurado y asesor.....	ii
3. Agradecimiento y dedicatoria.....	iii
4. Resumen .....	iv
5. Contenido .....	vi
6. Índice de tablas. ....	vii
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LA LITERATURA .....	2
III. HIPOTESIS .....	14
IV. METODOLOGÍA.....	15
4.1. Diseño de investigación.....	15
4.1.1. El tipo de investigación .....	15
4.1.2. Nivel de la investigación. ....	15
4.1.3. Diseño de la investigación.....	15
4.2. El universo y muestra .....	15
4.3 Definición y operacionalización de variables.....	17
4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos: .....	18
4.5. Plan de análisis .....	21
4.6. Matriz de consistencia .....	22
4.7. Principios éticos: .....	22
V. RESULTADOS.....	23
5.1. Resultados.....	23
5.2 Análisis de resultados: .....	31
VI. CONCLUSIONES .....	36
RECOMENDACIONES .....	37
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:.....	38
VIII. ANEXOS .....	41

## 6. Índice de tablas.

<b>Tabla 1-</b> Efecto erosivo “ <i>in vitro</i> ” de cuatro bebidas industrializadas sobre el esmalte dental mediante la variación de microdureza superficial según Vickers.....	23
<b>Tabla 2-</b> Comparación del efecto erosivo “ <i>in vitro</i> ” de cuatro bebidas industrializadas sobre el esmalte dental.....	24
<b>Tabla 3-</b> Evaluación del efecto erosivo “ <i>in vitro</i> ” de la bebida alcohólica “Cusqueña® Trigo” sobre el esmalte dental mediante la variación de microdureza superficial según Vickers.....	25
<b>Tabla 4-</b> Evaluación del efecto erosivo “ <i>in vitro</i> ” de la bebida carbonatada “Coca-Cola®” sobre el esmalte dental mediante la variación de microdureza superficial según Vickers.....	26
<b>Tabla 5-</b> Evaluación del efecto erosivo “ <i>in vitro</i> ” de la bebida isotónica “Sporade® Tropical” sobre el esmalte dental mediante la variación de microdureza superficial según Vickers.....	27
<b>Tabla 6-</b> Evaluación del efecto erosivo “ <i>in vitro</i> ” de la bebida isotónica “Aquarius® Pera” sobre el esmalte dental mediante la variación de microdureza superficial según Vickers.....	28
<b>Tabla 7-</b> Evaluación del efecto erosivo “ <i>in vitro</i> ” del Grupo Control sobre el esmalte dental mediante la variación de microdureza superficial según Vickers.....	29
<b>Tabla 8-</b> Relación del pH y el efecto erosivo de las cuatro bebidas industrializadas mediante la variación de la microdureza superficial del esmalte.....	30

## I. INTRODUCCION

Cada ser humano tiene diferente tipo de dieta y diferente forma de consumo. Siempre buscamos lo mejor ante nuestro paladar sin distinguir o saber lo perjudicial que puede ser tener una mala dieta, los ácidos, líquidos o sólidos son alimentos comunes de la dieta de las personas, aún más las bebidas industrializadas crecen en consumo cada vez más.<sup>1</sup>

Todas las marcas de bebidas industriales a diario publicitan a sus consumidores sus productos con el fin de atraerlos. Las diversas clases de bebidas industrializadas que ofrecen al consumidor las clasifican de alguna manera como rehidratantes, con vitaminas, de agradable sabor, con antioxidantes, con electrolitos, las que ayudan a la pérdida de peso, entre otros productos más, la gran mayoría contienen un componente ácido característico que al consumirse con gran frecuencia pueden ocasionar destrucción del tejido dental en un proceso llamado “erosión dental”.<sup>2,3</sup>

Actualmente existe relación entre las lesiones de erosión dental y la ingesta de bebidas industrializadas. La erosión dental es la pérdida de tejido duro de los dientes por un proceso químico que no involucra bacterias, por ser un proceso destructivo progresivo generalmente pasa inadvertido para el paciente y por el odontólogo, hasta que causa sensibilidad o presenta un compromiso estético<sup>4,5</sup>

En nuestro medio el consumo de bebidas es inminente, diferentes bibliografías las clasifican entre bebidas carbonatadas y bebidas isotónicas, las que producen efectos negativos sobre el esmalte dentario.<sup>6</sup> En el presente estudio “*in vitro*” compararemos el grado de erosión del esmalte dentario provocado por una bebida alcohólica, una bebida carbonatada y dos bebidas isotónicas.

## **II. REVISION DE LA LITERATURA**

### **2.1. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL**

#### **2.1.1. Antecedentes:**

Moreno. Et al. <sup>7</sup> (2011) En su estudio comprobaron el efecto de las bebidas refrescantes sobre la mineralización de la superficie del esmalte de 25 premolares permanentes extraídas. Los dientes fueron cortados por la mitad obteniendo 50 muestras los cuales fueron divididos en 3 grupos de estudio. Bebidas gaseosas, jugos y néctares, aguas minerales purificadas y saborizadas. Antes y después de la exposición a las bebidas, a los bloques de esmalte se le midió la mineralización con el equipo Diagnodent 2095 (Kavo). La exposición a las bebidas se dio de la siguiente manera: un minuto de exposición del bloque de esmalte en las bebidas según grupo, luego se lo sumergió durante tres minutos en saliva artificial repitiendo este ciclo 5 veces, durante un periodo de 20 minutos. Este estudio se realizó una vez al día en un mes, y se utilizó una bebida nueva para cada día. Concluyendo que el grupo de bebidas gaseosas provocaron una mayor desmineralización en el esmalte dentario, seguido del grupo jugos y néctares, mientras que el grupo de aguas minerales purificadas y saborizadas no provocan efectos en la mineralización en la superficie del esmalte.

Xavier. Et al. <sup>8</sup> (2010) Realizaron un estudio in-vitro midiendo la microdureza del esmalte antes y después de exponer los bloques de esmalte a bebidas isotónicas. Las cuales fueron Gatorade limón y mandarina y fueron conservadas a temperatura ambiente y a 90°C, En su grupo control tuvieron agua destilada. El proceso de medición se realizó de la siguiente manera: un minuto expuesta a la bebida

asignada, luego de eso fueron sumergidas en saliva artificial durante 3 minutos, repitiendo todo lo anterior cinco veces, dos veces al día y con un intervalo de 12 horas entre estas. La medición fue realizada aplicando una carga de 100g durante un periodo de 15 segundos y concluyeron que todas las bebidas analizadas causan desmineralización del esmalte, No hubo diferencia significativa entre grupos a temperatura ambiente, pero si hubo diferencia entre grupos expuestos a 90°C.

Ehlen. Et al.<sup>9</sup> (2009) Los autores del presente estudio analizaron el efecto erosivo sobre el esmalte y la raíz del diente en cinco bebidas distintas, las cuales fueron: Jugo natural de manzana al 100%, Coca-Cola® light, Coca-Cola®, Gatorade y Red Bull y se los compararon con su pH. Es estudio se realizó de la siguiente manera: Se midió el pH de cada bebida y luego fueron sumergidas las muestras de esmalte en las bebidas durante 25 horas. Se concluyó que las bebidas Red Bull y Gatorade tienen un mayor efecto erosivo además de un mayor grado de pH ácido.

Machado, et al.<sup>10</sup> (2008). Evaluaron la nanodureza, el módulo de elasticidad y la rugosidad de la superficie del esmalte después de su exposición con bebidas cítricas. Para medir la nanodureza y el módulo de elasticidad se usó un nano indentador, mientras que para medir la rugosidad de la superficie del esmalte se utilizó un perfilometro. Se designaron tres grupos de acuerdo a la bebida a utilizar: grupo de bebidas gaseosas, grupo de jugo de naranja y para el grupo control se usó agua potable. Se midió el pH de las bebidas antes del contacto con las bebidas cítricas por 5 semanas. Concluyeron en el grupo que fue expuesto a la bebida gaseosa tuvo una disminución mayor en cuanto a la nanodureza, el modulo elástico y rugosidad del esmalte en comparación con el grupo jugo de naranja. En cuanto al pH, la bebida más acida fue la gaseosa de 5°C y a 37°C el jugo de naranja con un pH similar.

Liñan. Et al.<sup>11</sup> (2007) En su estudio evaluó el efecto erosivo con tres bebidas carbonatadas, en su metodología la muestra fue de 60 bloques de esmalte divididos en cuatro grupos. Se expuso a los especímenes a 1 minuto al efecto de las bebidas, después de esto fueron inmersos en 3 minutos de saliva artificial y se repitió así durante 20 minutos. Para la evaluación se usó el método de dureza Vickers con una medición antes y después. Se concluyó que si existe diferencia significativa entre la medición inicial y final de los tres grupos que fueron sumergidos en las bebidas, teniendo mayor efecto erosivo la bebida “Kola Real”, en segundo lugar “Coca-Cola®” y presentando menos efecto erosivo la bebida carbonatada “Inka Kola”.

Jain et al. <sup>12</sup> (2007) En este estudio el autor evaluó 20 bebidas de marcas comerciales no alcohólicas, evaluando su pH. Su metodología fue medir el grado de erosión diferenciándolas como bebidas de cola, no-cola, azucaradas y de dieta. Luego de sumergidos los especímenes de esmalte fueron pesados a las 6, 24 y 48 horas. Concluyendo así que las bebidas de no-cola tienen un mayor efecto erosivo, seguidos de las bebidas de cola y por ultimo las bebidas azucaradas y de dieta en ese orden, encontraron una relación directa con el grado de erosión y el pH.

## **2.1.2. Bases teóricas de la investigación**

### **2.1.2.1 Erosión Dental**

La literatura le ha dado distintas denominaciones al término “erosión dental”, como corrosión y degradación dental, considerando a estos como sinónimos. La erosión dental es definida como la pérdida progresiva del tejido dental duro, además de ser un proceso frecuentemente no doloroso pero irreversible, es causada muchas veces

por procesos químicos como la disolución de ácidos sin presencia de bacterias, siendo así de etiología no infecciosa.<sup>13,14</sup>

Es considerada además como una lesión no cariosa en la superficie del esmalte por el desgaste que se puede observar en los dientes, es causada también como un signo secundario de alguna enfermedad sistémica como la diabetes, y de trastornos de la conducta alimentaria como la anorexia y bulimia.<sup>13</sup>

El desgaste superficial causado por la erosión dental es progresivo debido a cantidad o frecuencia de los ácidos derivados del estómago o la dieta. Clínicamente tienen las siguientes características: se localizan en el tercio cervical, son lesiones superficiales y pequeñas, más extensas y no profundas, tienen márgenes lisos y no definidos totalmente, se observa un esmalte sin brillo; cuando se ubican en las caras oclusales tienen casi las mismas características, pero tienen forma de pozo o canaleta. En la erosión dental severa la morfología del diente desaparece en su totalidad.<sup>13,14</sup>

La pérdida irreversible del tejido dental tiene un inicio clínico evidente y en cuanto a la distribución no es uniforme dentro de los arcos dentarios. La localización de las lesiones dentales depende de su etiología y afectarán más a unos que a otros. La prevalencia en niños y adolescentes es más frecuente en dientes anteriores y en las caras palatinas además de los primeros molares permanentes.<sup>13,15</sup>

### **2.1.2.2 Etiología de la Erosión**

#### **a. Factores biológicos**

Dentro de este grupo consideramos a la película adquirida, la saliva, la lengua y la estructura de soporte del diente, todo esto se relaciona con la erosión dental.<sup>16</sup>

La película orgánica o también conocida como película adquirida, está libre de microorganismos y cubre la superficie de los tejidos duros y blandos de la cavidad oral. Está compuesta de mucinas, enzimas y proteínas, esta actúa como una membrana selectiva permanente o también como una barrera de difusión, esta película orgánica evita el contacto de la superficie dental con los ácidos, protegiéndola contra la desmineralización de la erosión, entre otras de sus funciones también es un depósito de los iones remineralizadores.<sup>17</sup>

La saliva otro factor biológico cumple un rol en la formación de la película adquirida. Esta contiene toques para resistir los cambios en el pH y proporciona también un constante suministro de iones a la superficie de la pieza dentaria. Cuando el agente erosivo es neutralizado y se lo retira de la superficie dental, empieza la deposición de calcio y fosfato salival esto puede conducir a la remineralización de los tejidos.<sup>16,18</sup>

Un bajo nivel de saliva y una capacidad amortiguadora baja puede ser relacionado con la erosión dental.<sup>17</sup>

#### **b. Factores químicos**

Existen diferentes factores químicos que pueden intervenir en la erosión, alguno de ellos son el pH, la titularidad o acidez total y las propiedades quelantes. A esto se le agrega la relación entre la frecuencia y la duración de la ingesta.<sup>15,16</sup>

Los componentes minerales de las piezas dentarias son distintos entre los individuos, es por eso que cada persona responde de una forma distinta a los procesos de erosión dental. El grado de saturación de los minerales del diente se rige por: el valor del pH, el contenido de calcio, fosfato y fluoruro; estos

componentes impulsan la fuerza de disolución, cuando tenemos una solución sobresaturada en contacto con el esmalte y la dentina no disuelve estos tejidos, por otro lado, el bajo grado de saturación produce la desmineralización de la pieza dental.<sup>17</sup>

### **c. Factores conductuales**

Algunos factores que predisponen la erosión dental son: la disminución del flujo salival, el ejercicio regular con deshidratación, la ingesta de ácidos frecuente y un estilo de vida no saludable como el alcoholismo crónico.<sup>16,17</sup> Otros factores que son predictores de la susceptibilidad a producir erosión dental son el uso de medicamentos ácidos o de drogas ilegales.<sup>17</sup>

A esta lista se agregan trastornos alimentarios principalmente bulimia y anorexia, estos son considerados participantes en el proceso erosivo en periodos de vómito y reflujo repetidos. A esto se le suman factores de riesgo como cuatro tomas de ácidos por día o vómitos semanales, los progresos de estos factores producen erosión de aproximadamente 1um al día.<sup>14</sup>

#### **2.1.2.3 Desmineralización**

La hidroxiapatita es el componente mineral principal del esmalte, su equilibrio se da en un entorno acuoso y un medio neutro. El pH crítico para la hidroxiapatita es de 5.5, aquí se inicia una fase de disolución química, este proceso en su nivel más simple incluye la difusión de los ácidos hacia el esmalte dental. Para que se produzca la disolución del esmalte es necesario que haya una reacción entre los materiales orgánicos del esmalte y el ion hidrogeno.<sup>16,18</sup>

Una característica principal de la desmineralización inicial es una superficie reblandecida, aquí los prismas periféricos son disueltos, pero no forman lesión sub-superficial. El esmalte íntegro es poroso ya que existen espacios entre los cristales y prismas, estos pequeños espacios permiten que intercambien sustancias con el medio bucal. Cuando un proceso de desmineralización por ácidos o quelantes se inicia, existe más penetración de agentes desmineralizadores debido a que los poros del esmalte aumentan de tamaño, cuando la competencia del ácido supera el efecto buffer (capacidad neutralizadora) también se inicia un proceso de desmineralización.<sup>15</sup>

#### **2.1.2.4 Remineralización**

Gracias al papel de la saliva las lesiones erosivas pueden ser remineralizadas. Cuando los ácidos actúan sobre los cristales de hidroxiapatita, la reacción del esmalte se evidencia mediante una pérdida de sustancia y es incapaz de repararse, en otras palabras, no se reconstruye, aunque puede existir remineralización.<sup>18</sup>

El proceso de desmineralización se puede invertir si el pH es neutro y existen suficientes iones calcio ( $\text{Ca}^{+2}$ ) y fosfato ( $\text{PO}_4^{-3}$ ). Los productos de disolución son neutrales mediante el taponamiento de estos iones en la saliva los cuales inhiben el proceso de disolución mediante el efecto del ion común.<sup>18</sup>

El proceso de remineralización básicamente es reconstruir los cristales de apatita parcialmente disueltos. Podemos potenciar este efecto si hay presencia de iones fluoruro en el sitio de acción.<sup>19</sup>

Cinco minutos es el tiempo aproximado que la saliva necesita para neutralizar o eliminar los ácidos de las superficies dentales, esto puede variar según la composición de la saliva, la cantidad y el individuo.<sup>15</sup>

#### **2.1.2.5 Mecanismo de desarrollo de erosión dental**

El proceso de desmineralización de la matriz inorgánica se produce mediante la disolución de la hidroxiapatita, esto se debe a la unión del ion H del ácido con el ion Ca del esmalte lo cual conlleva a la pérdida de este en las zonas con las que contacta el ácido.<sup>18</sup>

El mecanismo primario inicial de la lesión es la descalcificación rápida, se produce una disolución química directa a los prismas adamantinos y se extiende hasta las capas más profundas del esmalte.<sup>16</sup> El tiempo de este proceso depende de la duración y el número de contactos químicos, también incluye la naturaleza del ácido que interviene.<sup>15</sup>

Un ejemplo de erosión del esmalte es que es producido por el ácido cítrico, el cual tiene dos procesos: Primero se disuelve la hidroxiapatita y se forma el citrato de calcio.<sup>15</sup>

Segundo se produce una acción quelante, esta remueve los iones de calcio de la bebida y la saliva que están en contacto con la pieza dentaria. Esta acción quelante continúa aun después que aumenta el pH. Los ácidos cítricos son quelantes de alta capacidad debido a sus tres grupos carboxilos.<sup>15</sup>

#### **2.1.2.6 Factores que influyen en la erosión dental**

Algunos estudios evidencian que cualquier sustancia (alimentos) con un pH crítico menor de 5.5 es un agente corrosivo y desmineralizador del esmalte.<sup>18</sup>

No es exclusivamente dependiente el efecto erosivo de las bebidas con el pH, pero si influye mucho ya que la regulación de su contenido ácido (efecto buffer) incluye en este y además también estas bebidas tienen la propiedad de obtener calcio, fosfato y fluor.<sup>16</sup>

La frecuencia en la que las bebidas están en contacto con los dientes evidencia que si hay relación en el mayor grado de erosión que produce ya que los primeros minutos que tienen contacto con el esmalte resultan más nocivos.<sup>18</sup>

El hábito de retener un líquido en la boca antes de tragar el sorbo aumenta el riesgo de erosión, además el consumo de bebidas ácidas directamente de la botella aumenta también el ataque corrosivo por mayor contacto con el ácido.<sup>18</sup>

Otro factor que influye es la disminución del flujo salival nocturno. Por ejemplo, si una persona consume bebidas ácidas antes de dormir o al momento de levantarse, es considerado altamente riesgoso ya que el flujo salival tarda en normalizarse.<sup>15</sup>

Por último, se ha encontrado que el indicador de potencial erosivo más efectivo es la titularidad. La titularidad o acidez total es un método para medir el potencial erosivo de los productos, este indica la concentración total de iones de hidrógeno para reaccionarse con la superficie dental.<sup>15</sup>

#### **2.1.2.7 El pH**

El concepto general es que el pH es la concentración de iones hidrógeno en una sustancia, se indica en números para expresar el grado de acidez, alcalinidad o neutralidad. Mientras más alta es la concentración de iones hidrógeno más bajo es el valor del pH. El valor del pH del agua pura es 7 por lo que es considerado neutro.<sup>15,17</sup>

Al momento de ingerir alimentos el pH determina la supervivencia y crecimiento de microorganismos, por ejemplo, algunos de estos se ven afectados por el nivel de los iones hidrogeno ya que estos acidifican el interior de la célula hasta inhibirla.<sup>16</sup>

### **2.1.3 Bebidas industrializadas**

Un concepto contemporáneo acerca de las bebidas es que son líquidos que son ingeridos para satisfacer la sed, reponer líquidos faltantes en el organismo y ayudar a la digestión, también es definido como bebidas saborizadas, endulzadas, acidificadas y cargadas con dióxido de carbono.<sup>16</sup>

Muchas veces la calidad de las bebidas carbonatadas guarda mucha relación con la cantidad de acidulantes como por ejemplo el ácido fosfórico.<sup>17</sup>

En los refrescos la acides es de vital importancia, el valor del pH influye directamente sobre los conservantes debido a que estos tienen mayor acción cuando existen bajos niveles de pH.<sup>16</sup>

#### **2.1.3.1 Bebidas carbonatadas**

Son bebidas que por lo general son saborizadas, endulzadas y acidificadas, además de ser cargadas con CO<sub>2</sub>. El nombre que le dio originalmente por cargar el agua con dióxido de carbono preparando así bicarbonato de sodio o carbonato.<sup>17</sup>

El CO<sub>2</sub> es un gas incoloro y denso con una característica de olor picante, este forma un ácido carbónico al disolverse en el agua, este acido es inestable y forma dos clases de sales: los carbonatos y los bicarbonatos. El CO<sub>2</sub> en la industria es el único gas usado para conseguir refrescos (chispeante).<sup>18,19</sup> Además de esto, algunas

bebidas presentan ácido fosfórico el cual interfiere en la absorción de calcio complicando así la remineralización.<sup>7</sup>

### **2.1.3.2 Bebidas Isotónicas**

El agua siempre ha sido la primera elección para calmar la sed, pero las bebidas isotónicas son más consumidas a diario por las personas, estas cubren las necesidades electrolíticas y energéticas.<sup>19</sup>

Estas bebidas además de rehidratar a su consumidor le reponen la energía de forma inmediata, esto se da mediante azúcares (glucosa, fructuosa, sacarosa y maltosa), esta combinación acelera la rehidratación, además aporta hidratos de carbono y su asimilación es más lenta lo cual permite realizar una mayor cantidad de ejercicios, en muchas marcas los fabricantes añaden vitaminas y proteínas para lograr una rápida asimilación.<sup>19</sup>

### **2.1.3.3 Bebidas alcohólicas**

Existen artículos de investigación que correlacionan las bebidas alcohólicas con la erosión dental, algunas bebidas mencionadas son: vino, cidra, etc. Por otro lado, el reflujo gástrico está ligado al consumo de alcohol lo que produce mayor grado de erosión.<sup>20</sup>

Un estudio de investigación realizado por Piekarz et al.<sup>21</sup> en 2008, concluye que la dentina es más susceptible que el esmalte cuando se consume vino, por lo tanto, el potencial erosivo de las bebidas alcohólicas es muy bien reconocido.

### **2.1.4 Dureza superficial:**

Se define como la resistencia superficial de un elemento al ser sometido a ralladuras o a sufrir deformaciones permanentes, por lo tanto, la capacidad que tiene este elemento para resistir la penetración de una punta determina el grado de carga. De este concepto es inspirado el método para poder medirlo, el cual trata de penetrar o rallar una muestra del material aplicando sobre este una carga establecida. Se relaciona dicha carga con la magnitud de la penetración o ralla y de acuerdo a esto se establece el valor de la dureza, cuanto mayor sea el valor mayor será la resistencia de ese material.<sup>22,23</sup>

El esmalte presenta una dureza de 5 en la escala de Mohs (escala de uno a diez que determina la dureza); una dureza Knoop (KHN) de 360-390 Kg/mm<sup>2</sup> y una dureza Vickers de  $324.1 \pm 87.25$  kg/mm<sup>2</sup>.<sup>24</sup>

La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria, está en relación directa con el grado de mineralización. La dureza del esmalte se debe a que posee un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo (1-2%) de matriz orgánica.<sup>24</sup>

Existen actualmente diversos procedimientos para medir la dureza. Todos tienen similitudes porque se basan en el mismo principio, su única diferencia es el tipo de penetrador utilizado. El método más usado es el empleo de indentador de diamante. Las pruebas utilizadas con mayor frecuencia son la Brinell, la Rockwell, la Vickers y la Knoop. La elección de la prueba la determina el material que se va a medir.<sup>25</sup>

#### **2.1.4.1 Dureza Vickers**

Para la prueba Vickers se va a utilizar una punta de diamante en forma de pirámide de base cuadrada. El ángulo entre las caras de la pirámide es de 136°. Para poder

calcular la dureza Vickers se deberá dividir la carga por la superficie de la indentación. Las longitudes de las diagonales se calculan y promedian. Estos valores se trasladan a una tabla donde se obtiene el número de dureza.<sup>22,30</sup> Ésta prueba se presta para determinar la dureza de materiales bastante frágiles, por eso se utiliza para medir la dureza de la estructura dentaria.<sup>26</sup>

Fórmula de Dureza Vickers:

$$HV = \frac{2F \operatorname{sen} \theta / 2}{d^2} = 1.854 \frac{F}{d^2}$$

HV: Dureza Vickers

Dónde: F: Carga sobre el diamante piramidal (kgf)

d: Media de las diagonales de la indentación (mm)

$\alpha$ : ángulo entre las aristas del diamante piramidal opuestas.

### III. HIPOTESIS

Las bebidas carbonatadas producen un mayor efecto erosivo “*in vitro*” sobre el esmalte dental.

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1. Diseño de investigación

#### 4.1.1. El tipo de investigación

- Investigación cuantitativa.

#### 4.1.2. Nivel de la investigación.

- Investigación de nivel explicativo.

#### 4.1.3. Diseño de la investigación.

- El diseño de la presente investigación es de tipo experimental, prospectivo, longitudinal y analítico.

### 4.2. El universo y muestra

El universo estuvo conformado por dientes sanos terceros molares erupcionados, que no presenten lesiones cariosas, restauraciones, ni manchas; donados por pacientes con no más de tres meses de avulsión. La muestra poblacional estuvo conformada por 19 terceros molares y 35 bloques de esmalte de unidad muestral, los cuales se eligieron por presentar valores de Dureza Vickers entre 300 y 350 kg/mm<sup>2</sup>, con estos bloques se elaboraron 35 especímenes que fueron distribuidos en 5 grupos.

La muestra de aleatorización simple fue determinada empleando la fórmula de tamaño de muestra para comparar promedios, aplicada a la escala EVA, dada por:

$$n = \frac{2 * (\sigma_1 + \sigma_2)^2 \cdot z^2}{(\bar{x}_1 - \bar{x}_2)^2}$$

Dónde:

n: Número de bloques por grupo

$Z_{\alpha/2}=1.96$  Valor normal con error tipo I del 5%

$Z_{\beta}=0.842$  Valor normal con error tipo II del 20%

$\bar{q}_1$  Efecto erosivo promedio producido por una bebida alcohólica.

$\bar{q}_2$  Efecto erosivo promedio producido por una bebida alcohólica.

S Desviación estándar del efecto erosivo de bebidas industrializadas

Se asume que  $\frac{q}{\bar{q}_1 - \bar{q}_2} = 0.5$ , entonces:

$$q = 2 * (1.645 + 0.842)^2 * 0.5^2$$

$$q = 7 \square\square\square\square\square\square\square/\square\square\square\square\square$$

La muestra constituida de 35 bloques de esmalte, fue dividida en 5 grupos.

- Grupo Cusqueña® Trigo: Este grupo tuvo 7 bloques de esmalte que fue expuesto a la acción de la bebida alcohólica “Cusqueña® Trigo”.
- Grupo Coca-Cola®: Este grupo tuvo 7 bloques de esmalte que fue expuesto a la acción de la bebida carbonatada “Coca-Cola®”.
- Grupo Sporade® Tropical: Este grupo tuvo 7 bloques de esmalte que fue expuesto a la acción de la bebida isotónica “Sporade® Tropical”.
- Grupo Aquarius® Pera: Este grupo tuvo 7 bloques de esmalte que fue expuesto a la acción de la bebida isotónica “Aquarius® Pera”.
- Grupo Control: Este grupo tuvo 7 bloques de esmalte que no fue expuesto a ninguna solución y se utilizara como grupo control.

### 4.3 Definición y operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Valores Finales	Tipo de Variable	Escala de Medición
Efecto erosivo	Hipomineralización del esmalte dentario, producido por un proceso químico, no bacteriano, por exposición a ácidos.	Diferencia de la microdureza inicial con la microdureza final alcanzada a los 5 días.	Valor de la microdureza superficial empleando la prueba Vickers	Kg/mm <sup>2</sup>	Cuantitativa	De razón
Bebidas industrializadas	Líquidos saborizados, endulzados, acidificados y cargados con dióxido de carbono que calma la sed.	Para efectos de la investigación la definición coincidió con la conceptual.	Etiqueta del producto	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cusqueña ® Trigo</li> <li>▪ Coca-Cola®</li> <li>▪ Sporade® Tropical</li> <li>▪ Aquarius ® Pera</li> </ul>	Cualitativa	Nominal
pH de las bebidas industrializadas	Iones de hidrogeno que se encuentran en la bebida, determinando las características acidas o básicas de la bebida.	Para efectos de la investigación la definición coincidió con la conceptual.	Color correspondiente con un valor de pH (tira de papel)	0 – 14 (H+) /ml	Cuantitativa	De intervalo

#### **4.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos:**

##### **a) Obtención y Selección de Muestra**

Las molares donados por pacientes con no más de tres meses de avulsión, fueron lavadas con un cepillo dental y para remover el tejido periodontal se utilizó una cureta periodontal y agua destilada. Todos los dientes, después del lavado fueron almacenados en suero fisiológico (NaCl 0,9% a temperatura ambiente) para su conservación.

Se le realizaron los cortes tratando de aprovechar áreas más planas y que tengan el paralelismo entre la superficie a evaluar y la base del microdurómetro, de esta manera se podrá evitar la distorsión en las indentaciones a la toma de la microdureza superficial. Se utilizaron discos diamantados de grano grueso con baja rotación y refrigeración constante para cortar los dientes mediante cortes longitudinales aproximadamente 2 o 3 fragmentos por diente, se obtuvieron 50 fragmentos de esmalte superficial de forma cuadrada de 5mm de longitud (ancho y largo) por 2.5 mm de espesor, para verificar las medidas de cada fragmento de utilizo un calibrador Iwanson. Los fragmentos de esmalte fueron observados bajo un microscopio incorporado al durómetro, eliminando aquellos que no presenten valores entre 300 y 350 kg/mm<sup>2</sup>, quedando 35 bloques que fueron almacenados en suero fisiológico (NaCl 0,9% a temperatura ambiente).

##### **b) Preparación unitaria de los especímenes:**

Se adaptó el protocolo de Signori<sup>27</sup>, donde los fragmentos antes de ser preparados se procedieron a lijar la superficie vestibular con lijas de agua fina (tamaño de partícula 600 / 800 / 1000 / 1200 / 1500 / 2000 / 2500) y pulido con discos de fieltro

y diamante. La base (parte dentina) y los lados de los especímenes eran sellados con barniz de uñas, dejando sólo la superficie del esmalte expuesto y se almacenaron en suero fisiológico (NaCl 0,9% a temperatura ambiente) hasta su uso.

Para la preparación de cada espécimen se utilizó acrílico de curado rápido (fase plástica) en moldes de 15 mm de diámetro por 10mm de altura, se colocó un bloque de esmalte en el centro del área superficial superior, luego se buscó el paralelismo entre esta superficie libre y la base del molde con una platina. Se utilizó el mismo procedimiento para preparar los 35 bloques de esmalte.

Cada grupo se diferenciará por un color específico, se usó un color distinto de acrílico para poder diferenciar cada grupo:

- Grupo “Cusqueña® Trigo”: Amarillo (A)
- Grupo “Coca-Cola®”: Morado (M)
- Grupo “Sporade® Tropical”: Rojo (R)
- Grupo “Aquarius® Pera”: Verde (V)
- Grupo “Control”: Blanco (B)

#### **c) Medida del pH en las bebidas industrializadas**

El pH de la bebida carbonatada, isotónicas y alcohólica; se midió con un pH-metro (tira de papel) al abrir las bebidas. La bebida control por tener un pH neutro no se realizó esta prueba.

#### **d) Medida de microdureza superficial inicial.**

Se utilizó el método de microdureza Vickers mediante un durómetro de marca “Universal Hardness Tester” que fue programado para aplicar una carga de 5 Kgf en un tiempo de 15 segundos. Las mediciones fueron realizadas bajo asesoría del

Ing. Iván E. Vásquez, en el “Laboratorio de Fractomecánica” de la Facultad de Materiales de la Universidad Nacional de Trujillo.

Con el microscopio incorporado al durómetro se buscó un área regular del bloque de esmalte donde se realizaron 3 indentaciones en distintas áreas del esmalte de cada espécimen, se midieron sus diagonales y se promediaron, este valor se registró en una ficha donde se obtuvo la medida promedio de la microdureza en  $\text{kg/mm}^2$  por muestra, se obtuvieron 21 valores de microdureza inicial por cada grupo (Anexo 1). Este procedimiento se realizó en los 35 especímenes que fueron agrupados según su color, y cada uno fue codificado del 1 al 7 en cada grupo, se almacenaron en suero fisiológico en 5 recipientes.

**e) Experimento de erosión:**

Los bloques de esmalte de cada grupo fueron secados y agrupados en 5 recipientes rotulados. En cada recipiente se vertió 100ml de bebida según grupo, se usaron las bebidas justo después de abrir los envases, en el grupo control de utilizo suero fisiológico. Los especímenes fueron expuestos a la acción de las bebidas por 10 minutos a temperatura de ambiente, luego con una jeringa triple los especímenes fueron enjuagados a presión y almacenados en suero fisiológico renovado cada día. Este procedimiento se realizó 1 vez al día por 5 días con un intervalo de 24 horas entre cada evento. Con el fin de garantizar las propiedades de cada bebida se utilizó una bebida nueva para cada día del experimento.

**f) Medida de microdureza final:**

Al cabo de los 5 días se volvió a calcular la microdureza de los 35 especímenes siguiendo el mismo procedimiento aplicado para la microdureza inicial. Se

realizaron 3 indentaciones por espécimen, obteniéndose 21 medidas de la microdureza final por cada grupo.

#### **4.5. Plan de análisis**

Los datos recolectados fueron procesados en IBM SPSS Statistics 23, reportándose las medias y desviaciones estándar de la microdureza y erosión dentaria.

La comparación del efecto erosivo “*in vitro*” sobre el esmalte dental producido por cuatro bebidas industrializadas y los controles fueron evaluados empleando el análisis de varianza y el test de Tukey para comparaciones múltiples.

La relación entre el pH y el efecto erosivo de las cuatro bebidas industrializadas se analizó empleando la Prueba de correlación de Pearson. La significancia estadística fue considerada al 5%.

#### 4.6. Matriz de consistencia

DISEÑO TEORICO					
Problema	Objetivos	Hipótesis	VARIABLES	Población	Muestra
¿Cuál es la diferencia entre el efecto erosivo “ <i>in vitro</i> ” de cuatro bebidas industrializadas sobre el esmalte dental?	<p><b>OBJETIVO GENERAL</b></p> <p>Comparar el efecto erosivo “<i>in vitro</i>” de cuatro bebidas industrializadas sobre el esmalte dental.</p> <p><b>OBJETIVOS ESPECIFICOS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar el efecto erosivo “<i>in vitro</i>” de la bebida alcohólica “Cusqueña® Trigo” sobre el esmalte dental.</li> <li>• Evaluar el efecto erosivo “<i>in vitro</i>” de la bebida carbonatada “Coca-Cola®” sobre el esmalte dental.</li> <li>• Evaluar el efecto erosivo “<i>in vitro</i>” de la bebida isotónica “Sporade® Tropical” sobre el esmalte dental.</li> <li>• Evaluar el efecto erosivo “<i>in vitro</i>” de la bebida isotónica “Aquarius® Pera” sobre el esmalte dental.</li> <li>• Relacionar el pH y el efecto erosivo de las cuatro bebidas industrializadas.</li> </ul>	Las bebidas carbonatadas producen un mayor efecto erosivo “ <i>in vitro</i> ” sobre el esmalte dental.	<p>Efecto erosivo</p> <p>Bebidas industrializadas</p> <p>pH</p>	Dientes sanos terceros molares.	35 bloques de esmalte dental.

#### 4.7. Principios éticos:

Para la ejecución de la presente investigación, se siguieron los principios de la Declaración de Helsinki, agregada por la Asamblea General de la AMM, Tokio 2004, la 59ª Asamblea General, Seúl, Corea, octubre 2008, la 64ª Asamblea General, Fortaleza, Brasil, octubre 2012.<sup>28</sup>

## V. RESULTADOS

### 5.1. Resultados

**Tabla 1. Efecto erosivo “in vitro” de cuatro bebidas industrializadas sobre el esmalte dental**

GRUPOS	Microdureza inicial Kg/mm <sup>2</sup>		Microdureza final Kg/mm <sup>2</sup>		Dif. de Microd	Coeficiente de variación	ANOVA	P
	Media	Desviación estándar	Media	Desviación estándar				
Cusqueña® Trigo	315,39	4,99	215,83	4,80	99,56	26,50%	19,795	0,000
Coca-Cola®	319,60	5,91	171,40	6,81	148,20	42,69%	9,966	0,000
Sporade® Tropical	319,95	5,59	197,98	5,68	121,97	33,30%	7,426	0,000
Aquarius® Pera	320,33	6,24	249,93	5,82	70,40	17,46%	14,687	0,000
CONTROL	320,71	4,71	320,27	4,68	0,44	0,10%	1,763	0,254

Fuente. Datos proporcionados por el autor.

### Interpretación

Se observa en la tabla que la bebida Coca-Cola® presentó la mayor diferencia numérica entre la microdureza inicial y final (148.20 Kg/mm<sup>2</sup>).

Todas las bebidas presentaron diferencias estadísticas entre la microdureza inicial y final (p=0,00).

**Tabla 2. Comparación del efecto erosivo “in vitro” de cuatro bebidas industrializadas sobre el esmalte dental.**

Tipo de bebida (I)	Tipo de bebida (J)	Diferencia (I-J) Kg/mm <sup>2</sup>	Error estándar	p
Cusqueña® Trigo	Coca-Cola®	48,649	2,387	,000
	Sporade® Tropical	22,410	2,387	,000
	Aquarius® Pera	29,159	2,387	,000
	Grupo Control	99,120	2,387	,000
Coca-Cola®	Sporade® Tropical	26,239	2,387	,000
	Aquarius® Pera	77,807	2,387	,000
	Grupo Control	147,769	2,387	,000
Sporade® Tropical	Aquarius® Pera	51,569	2,387	,000
	Grupo Control	121,530	2,387	,000
Aquarius® Pera	Grupo Control	69,961	2,387	,000
Grupo Control	Cusqueña® Trigo	-99,120	2,387	,000
	Coca-Cola®	-147,769	2,387	,000
	Sporade® Tropical	-121,530	2,387	,000
	Aquarius® Pera	-69,961	2,387	,000

Fuente. Datos proporcionados por el autor.

### Interpretación

Los resultados obtenidos en el Test de TUKEY para la comparación del efecto erosivo “in vitro” de cuatro bebidas industrializadas sobre el esmalte dental, se encontró diferencia altamente significativa ( $p = 0,000$ ).

Al comparar las diferencias de microdurezas entre las bebidas se encontró que presentaron diferencias estadísticas entre ellas ( $p=0,00 < 0.01$ ).

**Tabla 3. Evaluación del efecto erosivo “in vitro” de la bebida alcohólica  
“Cusqueña® Trigo” sobre el esmalte dental**

Especimen	N	Microd.Inicial Kg/mm2	Desv. Est.		Microd.Final Kg/mm2	Desv. Est.	Coefficiente de variacion entre muestras inicial - final	P
1	7	319,27	0,90		218,50	1,51	26,5%	0,000
2	7	315,20	1,51		214,93	0,61	26,7%	0,000
3	7	308,73	0,61		209,10	0,44	27,2%	0,001
4	7	312,20	0,44		212,87	0,90	26,8%	0,000
5	7	320,90	1,32		223,37	0,90	25,3%	0,000
6	7	320,67	0,90		217,80	0,44	27,0%	0,000
7	7	310,73	1,21		214,23	1,21	26,0%	0,000
PROMEDIO		315,39			215,83			

Fuente. Datos proporcionados por el autor.

### **Interpretación**

Los resultados obtenidos en la Prueba de T-STUDENT se encontró que el promedio de microdureza inicial (315,39 Kg/mm<sup>2</sup>) y final (215,83 Kg/mm<sup>2</sup>) fueron estadísticamente diferentes ( $p = 0,000 < 0,05$ )

**Tabla 4. Evaluación del efecto erosivo “in vitro” de la bebida carbonatada  
“Coca-Cola®” sobre el esmalte dental**

Especimen	N	Microd.Inicial Kg/mm <sup>2</sup>	Desv. Est.	Microd.Final Kg/mm <sup>2</sup>	Desv. Est.	Coefficiente de variacion entre muestras inicial - final	P
1	7	310,70	0,90	167,77	0,90	42,2%	0,00000
2	7	317,93	1,51	163,73	1,21	45,3%	0,00000
3	7	329,70	0,61	182,90	1,32	40,5%	0,00000
4	7	320,87	0,44	170,13	1,21	43,4%	0,00000
5	7	322,67	1,32	178,10	1,51	40,8%	0,00000
6	7	315,80	0,90	165,33	0,61	44,2%	0,00000
7	7	319,53	1,21	171,80	0,44	42,5%	0,00000
PROMEDIO		319,60		171,40			

Fuente. Datos proporcionados por el autor.

### **Interpretación**

Los resultados obtenidos en la Prueba de T-STUDENT se encontró que el promedio de microdureza inicial (319,60 Kg/mm<sup>2</sup>) y final (171,40 Kg/mm<sup>2</sup>) fueron estadísticamente diferentes ( $p = 0,000 < 0,05$ )

**Tabla 5. Evaluación del efecto erosivo “in vitro” de la bebida isotónica “Sporade® Tropical” sobre el esmalte dental**

	N	Microd.Inicial Kg/mm <sup>2</sup>	Desv. Est.		Microd.Final Kg/mm <sup>2</sup>	Desv. Est.	Coefficiente de variación entre muestras inicial - final	P
1	7	328,40	1,32		206,27	0,90	32,3%	0,000
2	7	310,13	1,21		174,83	1,21	39,5%	0,000
3	7	309,93	0,61		194,30	1,32	32,4%	0,000
4	7	316,90	0,44		201,03	1,21	31,6%	0,000
5	7	330,60	0,44		207,40	1,51	32,4%	0,000
6	7	325,97	0,90		202,13	0,61	33,2%	0,000
7	7	317,70	1,32		199,90	0,44	32,2%	0,000
PROMEDIO		319,95			197,98			

Fuente. Datos proporcionados por el autor.

### **Interpretación**

Los resultados obtenidos en la Prueba de T-STUDENT se encontró que el promedio de microdureza inicial (319,95 Kg/mm<sup>2</sup>) y final (197,98 Kg/mm<sup>2</sup>) fueron estadísticamente diferentes ( $p = 0,000 < 0,05$ )

**Tabla 6. Evaluación del efecto erosivo “in vitro” de la bebida isotónica**

**“Aquarius® Pera” sobre el esmalte dental**

Especimen	N	Microd.Inicial Kg/mm2	Desv. Est.		Microd.Final Kg/mm2	Desv. Est.	Coefficiente de variacion entre muestras inicial - final	P
1	7	315,80	1,32		256,70	1,51	14,6%	0,000
2	7	325,93	1,21		249,63	0,61	18,7%	0,000
3	7	322,30	1,32		248,80	0,44	18,2%	0,000
4	7	335,40	1,51		266,47	0,90	16,2%	0,000
5	7	301,13	0,61		232,37	0,90	18,2%	0,000
6	7	313,60	1,32		238,40	0,44	19,3%	0,000
7	7	328,13	1,21		257,13	1,21	17,2%	0,000
PROMEDIO		320,33			249,93			

Fuente. Datos proporcionados por el autor.

**Interpretación**

Los resultados obtenidos en la Prueba de T-STUDENT se encontró que el promedio de microdureza inicial (320,33 Kg/mm<sup>2</sup>) y final (249,93 Kg/mm<sup>2</sup>) fueron estadísticamente diferentes ( $p = 0,000 < 0,05$ )

**Tabla 7. Evaluación del efecto erosivo “in vitro” del Grupo Control sobre el esmalte dental**

Especimen	N	Microd.Inicial Kg/mm2	Desv. Est.	Microd.Final Kg/m	Desv. Est.	Coficiente de variacionentre muestras inicial - final	P
1	7	322,97	0,90	323,00	1,51	0,0%	0,93663
2	7	330,23	1,21	328,73	0,61	0,3%	0,25648
3	7	329,40	1,32	328,80	0,44	0,1%	0,50791
4	7	315,53	1,21	315,67	0,90	0,0%	0,78740
5	7	310,00	1,51	309,07	0,90	0,2%	0,12840
6	7	326,53	0,61	327,20	0,44	0,1%	0,37561
7	7	310,30	0,44	309,43	1,21	0,2%	0,33789
PROMEDIO		320,71		320,27			

Fuente. Datos proporcionados por el autor.

### **Interpretación**

Los resultados obtenidos en la Prueba de T-STUDENT se encontró que el promedio de microdureza inicial (320,71 Kg/mm<sup>2</sup>) y final (320,27 Kg/mm<sup>2</sup>) no fueron estadísticamente diferentes ( $p = 0,569 > 0,05$ )

**Tabla 8. Relación del pH y el efecto erosivo de las cuatro bebidas industrializadas**

		pH	COEF. EROSION
<b>pH</b>	Correlación de Pearson	1,00	-0,980
	Sig. (bilateral)		0,003
	N	5	5
<b>COEF. EROSION</b>	Correlación de Pearson	-0,980	1,00
	Sig. (bilateral)	0,003	
	N	5	5

Fuente. Datos proporcionados por el autor.

Bebida	pH	Dif. de Microd
Cusqueña® Trigo	3	99,56
Coca-Cola®	2	148,2
Sporade® Tropical	3	121,97
Aquarius® Pera	5	70,4
CONTROL	7	0,44

**Interpretación:**

El resultado obtenido en la Prueba de correlación de Pearson se determinó que la correlación es significativa a nivel 0.01 (bilateral).

Existe relación entre el pH y la diferencia de la microdureza inicial y final.

## 5.2 Análisis de resultados:

En la investigación se demostró que todas las bebidas industrializadas usadas producen el mismo efecto en la erosión del esmalte dental, pero no en la misma intensidad, siendo el grupo Coca-Cola® quien produjo un mayor efecto erosivo seguido del grupo Sporade® Tropical, luego el grupo Cusqueña® Trigo y finalmente el grupo Aquarius® Pera. Todas las bebidas industrializadas analizadas en este estudio tenían un pH menor a 5, y los procesos de desmineralización comienzan cuando el pH es menor a 5,5 siendo este el pH crítico de la hidroxiapatita, de esta manera tienen la capacidad de producir efecto erosivo en la superficie del esmalte dental.

La Coca-Cola® fue la bebida con menor pH, y la que produjo el mayor efecto erosivo, esto se puede explicar porque presenta ácido fosfórico en su composición, siendo este un acidificante que interfiere con la absorción de calcio y contribuye al desequilibrio que lleva a una pérdida adicional de calcio.<sup>9</sup>

Los resultados de la investigación concuerdan con Moreno<sup>7</sup>, que encontró que la Coca-Cola® tuvo el mayor efecto erosivo, sin embargo, este autor comparó bebidas gaseosas con jugos y aguas minerales saborizadas, mientras que en este estudio se comparó la bebida gaseosa con una bebida alcohólica y dos bebidas isotónicas. Ambos estudios evaluaron el pH de las bebidas, siendo la Coca-Cola® la bebida

con menor pH, probablemente el efecto desmineralizador del pH ácido explique el mayor efecto erosivo de la Coca-Cola®. El estudio usó como grupo control cloruro de sodio mientras el estudio de Moreno<sup>7</sup> utilizó saliva artificial; ninguno encontró efecto erosivo sobre el esmalte.

Jain<sup>12</sup> en su estudio de investigación menciona que las bebidas no-cola, refiriéndose a las bebidas refrescos: producen más erosión del esmalte dental que las bebidas carbonatadas o bebidas cola, lo cual no concuerda con los resultados de este estudio ya que la bebida carbonatada Coca-Cola® es de cola, y según los resultados de este estudio produce mayor erosión del esmalte dental a diferencia de las demás bebidas utilizadas en este estudio.

Jensdottir<sup>13</sup> en su estudio midió la microdureza Vickers en esmalte dental introducido en bebidas (carbonatada, isotónica, zumo de naranja), concluyó que la bebida “Coca-Cola®” produjo mayor grado de desmineralización del esmalte, lo cual concuerda con los resultados del estudio.

Por otro lado, Liñan D. et al<sup>11</sup> evaluaron el efecto erosivo de 3 bebidas carbonatadas sobre la superficie dental: Kola Real, Coca-Cola® e Inka Kola. Entre los resultados del estudio se concluyó que la Kola Real fue la bebida que presentó el mayor efecto erosivo, siendo similar este efecto la bebida carbonatada Coca-Cola®, mientras que Inca Kola presentó el menor efecto erosivo. Además, se tomó en cuenta el valor del pH de las bebidas, teniendo todas ellas un valor menor al pH crítico, Coca-Cola® 2,35. Todo esto concuerda con este estudio, siendo de igual manera la bebida

carbonata Coca-Cola® la que produjo el mayor efecto erosivo en este estudio y la bebida con un valor 2 de pH.

De forma similar Ehlen et al.<sup>9</sup> compararon bebidas ácidas para identificar el riesgo de erosión dental y encontraron que la profundidad de la lesión en esmalte y superficie radicular durante la exposición a Gatorade fue mayor que la producida por Red Bull y Coca-Cola®. Al no encontrar estudios con algunas similitudes de comparación entre bebidas isotónicas y gaseosas que brinden estos resultados, podemos destacar el presente estudio en el que la Coca-Cola® supero a la bebida isotónica utilizada, pero en el estudio de Ehlen<sup>9</sup> el Gatorade presenta más potencial erosivo, es probable que otras bebidas isotónicas produzcan mayor efecto erosivo que la Coca-Cola®, lo cual no concuerda con este estudio.

Ferreira R. et al<sup>14</sup> evaluaron el efecto erosivo de las cervezas sobre la microdureza del esmalte bovino, usaron Coca-Cola® como bebida comparativa y para el control usaron saliva, se analizaron 50 muestras de esmalte de incisivos anteriores y lo dividieron en grupos para su estudio, de acuerdo al grupo las bebidas utilizadas fueron Coca-Cola®, Heineken, Brahma, Budweiser y como grupo control saliva. A diferencia de este estudio de investigación que los valores de medición fueron en Vickers, estos autores utilizaron “Knoops”, que también es una medida válida para medir el grado de microdureza del esmalte. La metodología de Ferreira<sup>14</sup> discrepa al del estudio en lo que refiere a los tiempos de exposición y medición, ya que las mediciones de microdureza fueron antes y después de los 5, 30, 60 minutos de la exposición a las bebidas mientras que en este estudio se realizó una medida antes y después por 10 minutos durante 5 días con un intervalo de 24 horas entre cada día de la exposición de las bebidas. Los autores concluyeron que la Coca-Cola®

disminuye la microdureza del esmalte mucho más en comparación con las cervezas seguida de la cerveza Heineken que tiene casi las mismas características que la cerveza utilizada en este estudio, esto concuerda con los resultados de este estudio donde la Coca-Cola® presenta mayor efecto erosivo seguida de la cerveza Cusqueña® Trigo. Existe diferencia en la muestra utilizada porque este estudio fue realizado con muestras de esmalte humano, mientras que en el estudio de Ferreira R. et al.<sup>14</sup> usaron bloques de esmalte de bovinos. Pero por otro lado Laurance P. et al.<sup>29</sup> realizaron una revisión de las estructuras de tejidos dentales para comparar los de humanos y bovinos, y concluyen en que tienen similitud en lo que respecta a su composición, mientras que este estudio de investigación es realizado en esmalte dental humano, que se asemeja más a un estudio in-vivo.

Jameel R. et al.<sup>15</sup> realizaron un estudio de investigación en el cual midieron bloques de esmalte sumergiéndolos en diferentes bebidas, entre las cuales hacemos mención a agua destilada desionizada, café, té, Coca-Cola y jugo de naranja. Utilizaron los mismos criterios de inclusión que este estudio para escoger las piezas dentarias y luego obtuvieron bloques de esmalte. Para la medición de la erosión dental utilizaron el sistema de imágenes microscópicas electrónica de barrida (SEM), y medición de microdureza (Vickers) la cual concuerda con la medición realizada en este estudio. Hay concordancia de resultados, siendo la Coca-Cola la bebida que produce mayor erosión del esmalte dental, este resultado se obtuvo a pesar de compararlo con café y té a 60°C de temperatura y el jugo de naranja a 4°C. A pesar de todo esto, la Coca-Cola produce mayor erosión dental, seguido del Jugo de

naranja, lo cual concuerda con los resultados de esta investigación. Es posible que los cambios de temperatura puedan hacer variar los cambios del esmalte; metodológicamente esto tendrá que tomarse en cuenta para futuros estudios.

## VI. CONCLUSIONES

- La bebida con mayor efecto erosivo fue la Coca-Cola®, seguida de Sporade® Tropical, luego Cusqueña® Trigo y finalmente Aquarius® Pera.
- La bebida alcohólica Cusqueña® Trigo si presentó efecto erosivo.
- La bebida carbonatada Coca-Cola® si presentó efecto erosivo.
- La bebida isotónica Sporade® Tropical si presentó efecto erosivo.
- La bebida isotónica Aquarius® Pera si presentó efecto erosivo.
- Existe relación entre el pH y el efecto erosivo, a menor pH mayor efecto erosivo.

## **RECOMENDACIONES:**

-Se recomienda realizar estudios in vivo, debido a la formación de película adquirida sobre el esmalte, la capacidad efecto buffer de la saliva, el pH salival y otros fluidos orales, el efecto erosivo de estas bebidas podría ser diferente.

-Se recomienda disminuir el consumo de bebidas con alto contenido de azúcar, de bebidas no nutritivas y otras con altos grados de acidez teniendo presente el efecto erosivo que provoca, reemplazándolas por bebidas naturales o endulzándolas con esteviósidios.

-A los consumidores se les recomienda no mantener o jugar por mucho tiempo con la bebida acida dentro de la boca, se sugiere el uso de sorbetes y así evitar el menor contacto con los dientes, además de no realizar el cepillado inmediatamente después del consumo de bebidas acidas ya que el esmalte al ser expuesto a alguna bebida este se encuentra desorganizado y puede ser removido mediante la abrasión.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Magalhaes A, Wiegand A, Rios D, Honorio M, Buzalaf M. Insight into preventive measures for dental erosion. 2008; 17(2): 75-86.
2. Cuniberti R. Lesiones cervicales no cariosas, la lesión dental del futuro. Buenos Aires: Ed Médica Panamericana; 2009: 19-29.
3. Bartlett D. The role of erosion in tooth wear: etiology, prevention and management. Int Dent J. 2005; 55(4): 277-84.
4. Ten J, Imfeld T. Dental erosion, summary. Eur J Oral 1996; 104: 241-244.
5. Zero D. Etiology of dental erosion –extrinsic factors. Eur J Oral 1996; 104:162-177
6. Larsen M. Bruun C. Esmalte-saliva - Reacciones químicas inorgánicas. Tratado de cariología. 2 ed. RJ; 1998.
7. Moreno X, 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): 157-163.
8. Xavier C, Cavalcanti L, Viegas M, Babtista da Costa R. Avaliação “*in vitro*” do Potencial Erosivo de Bebidas Isotônicas. Rev Bras Med Esporte. 2010; 16(6): 455-458.
9. Ehlen L, Marshall T, Quian F, Wefel J. Acid beverages increase the risk of “*in vitro*” tooth erosion. Rev Nutr Res. 2008; 28(5): 299-303.
10. Machado C, Lancefield W, Catledge A. Human Enamel nanohardness, elastic modulus and surface integrity after beverage contact. Rev Braz Dent J. 2008; 19(1): 68-72.

11. Liñan D, Meneses L, Delgado C. Evaluación “*in vitro*” del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. Rev Estomatologica Herediana. 2007; 17(2): 58-62.
12. Jain P, Nihill P, Sobkowski J, Agustin M. Comercial soft drinks: PH and “*in vitro*” dissolution of enamel. Gen Dent. 2007; 55(2): 150-168.
13. Jensdottir T, Holbrook P, Nauntofte B. Immediate erosive potential of cola drinks and orange juices. J Dent Rev. 2006; 85(3): 226-230.
14. Ferreira R, Lacerda M, Carneiro M, Marques R, Bresciani E. Harmful Effect of Beer on Bovine Enamel Microhardness – “*in vitro*” Study. Plos One. 2016; 11(10): 1-7.
15. Jameel R, Khan S, Rahim Z, Bakri M, Siddiqui S. Analysis of dental erosion induced by different beverages and validity of equipment for identifying early dental erosion, “*in vitro*” study. J Pak Med Assoc. 2016; 66(7): 843-848.
16. Gómez M, Campos A. Histología y embriología bucodental. Madrid: Médica Panamericana; 1999.
17. Larsen M, Bruun C. Esmalte-saliva - Reacciones químicas inorgánicas. In: Tratado de cariología. 2da ed. RJ; 1998.
18. Smith A, Shaw L. Baby fruit juices and tooth erosion. Brit Dent J. 1987;162: 65-67.
19. Lussi A. Dental erosion. Clinical diagnosis a case history taking. Eur J Oral Sci. 1996; 104: 158-160.
20. Imfield T. Dental erosion. Definition, classification and links. Eur J Oral Sci. 1996; 104: 151-155.

21. Eccles J. Jenkins W. Dental erosion and diet. *Journal of Dentistry*. 1974; 2: 153-159.
22. Ten J. Imfeld T. Dental erosion, summary. *Eur J Oral Sci*. 1996; 104: 241-244.
23. Scheutzel P. Etiology of dental erosion - intrinsic factors. *Eur J Oral Sci*. 1996; 104: 178-190.
24. Zero D. Etiology of dental erosion - extrinsic factors. *Eur J Oral Sci*. 1996; 104: 162-177.
25. Miller W. Experiments and observations on the wasting of tooth tissue erroneously designated as erosion, abrasion, denudation, etc. *Dent Cosmos*. 1907; 49: 109-124.
26. Sobral M. Luz M. Gama A. Garone N. Influencia da dieta líquida ácida no desenvolvimento de erosão dental. *Pesqui Odontol Bras*. 2000; 14: 406-410.
27. Signori C, Van de Sande F, Maske T, De Oliveira E, Cenci M. Influence of the Inoculum Source on the Cariogenicity of “*in vitro*” Microcosm Biofilms. *Caries Res*. 2016; 50: 97–103.
28. Asociación Médica Mundial. Declaración de Helsinki. Tokio: Asamblea Medica Mundial. Oct 2013.

## VIII. ANEXOS

### 8.1 ANEXO 1: Informe de “Laboratorio de Fractomecánica” Facultad de Materiales UNT y Calibración del Indentador.

INFORME N° 101 -JUL-2016

**Solicitante:** Sandra Thays Vargas Casana  
**Documento:** 01- Informe Inicial  
**Institución:** Universidad Católica los Ángeles de Chimbote  
**Título:** Efecto Erosivo in – vitro sobre el esmalte dental producido por cinco bebidas industriales. Trujillo 2016

**Muestreo realizado por:** Laboratorio de Fractomecánica

#### MUESTRA

**Espécimen:**  
35 Muestras de material cerámico en una matriz de resina poliéster

#### PARAMETROS DEL ENSAYO

**Ensayos:** Micro durezaVickers, Normativa BS EN ISO 6507:05/ ASTM E 92.82:03

**Equipo:** Universal Hardness Tester

**Calibrador:** Indentec Hardness Testing Machines Ltd., IN4529N, 453.1 HV 10 +/- 1.0

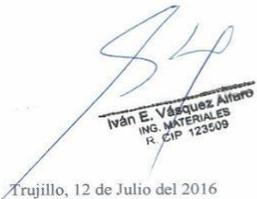
**Indentador:** Pirámide de diamante

**Carga:** 5 Kgf (Kilogramos fuerza)

**Unidad de Medida:** HV (DurezaVickers)

**Unidad de Reporte:** HV5

**Jefe de Laboratorio:** Ing. Iván E. Vásquez Alfaro

  
Trujillo, 12 de Julio del 2016

Iván E. Vásquez Alfaro  
ING. MATERIALES  
R. CIP. 123509

INFORME N° 101 -JUL-2016

#### Calibración de Identador – Durómetro

Hardness Scale	Block Serial Number	Specified Hardness	Value	Error
HV10+/-1,0	IN4529N	453,2	453,1	0,1
HV10+/-1,0	IN4529N	453,1	453,1	0,0
HV10+/-1,0	IN4529N	453,2	453,1	0,1

## ANEXO 2: REPORTE FOTOGRAFICO

### RECOLECCION DE LAS PIEZAS



### LIMPIEZA Y ALMACENAMIENTO DE LAS PIEZAS DENTARIAS



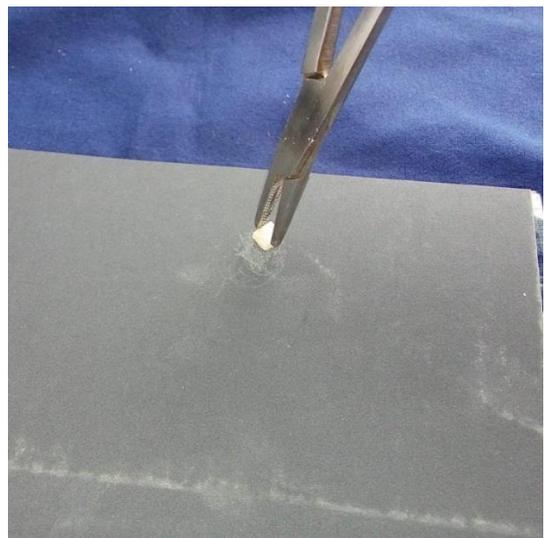
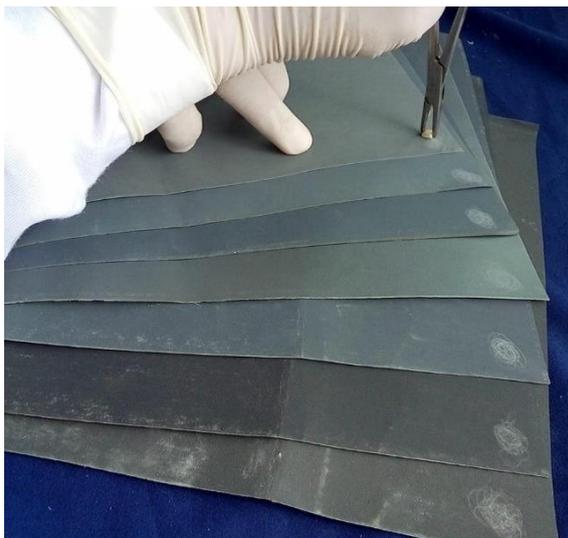
### OBTENCION DE LOS BLOQUES DE ESMALTE (CORTES)



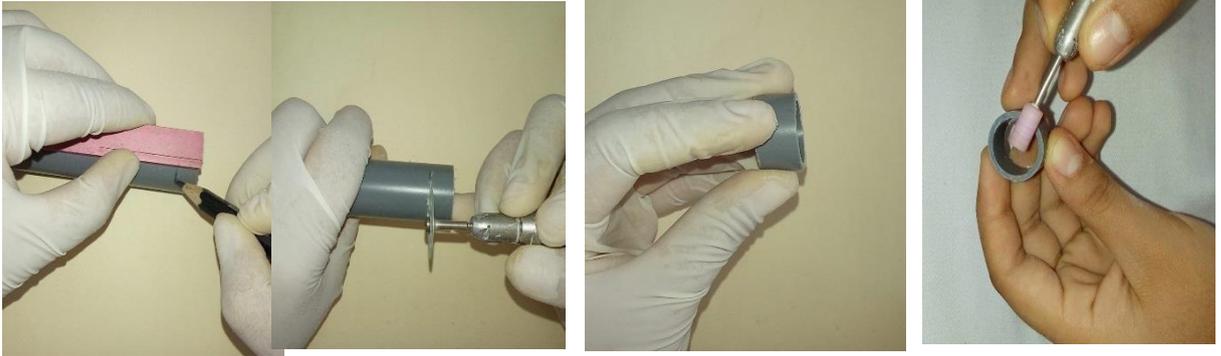
## CALIBRACION DE LOS BLOQUES DE ESMALTE (5mm x 2.5)



## PULIDO DE LOS BLOQUES ESMALTE

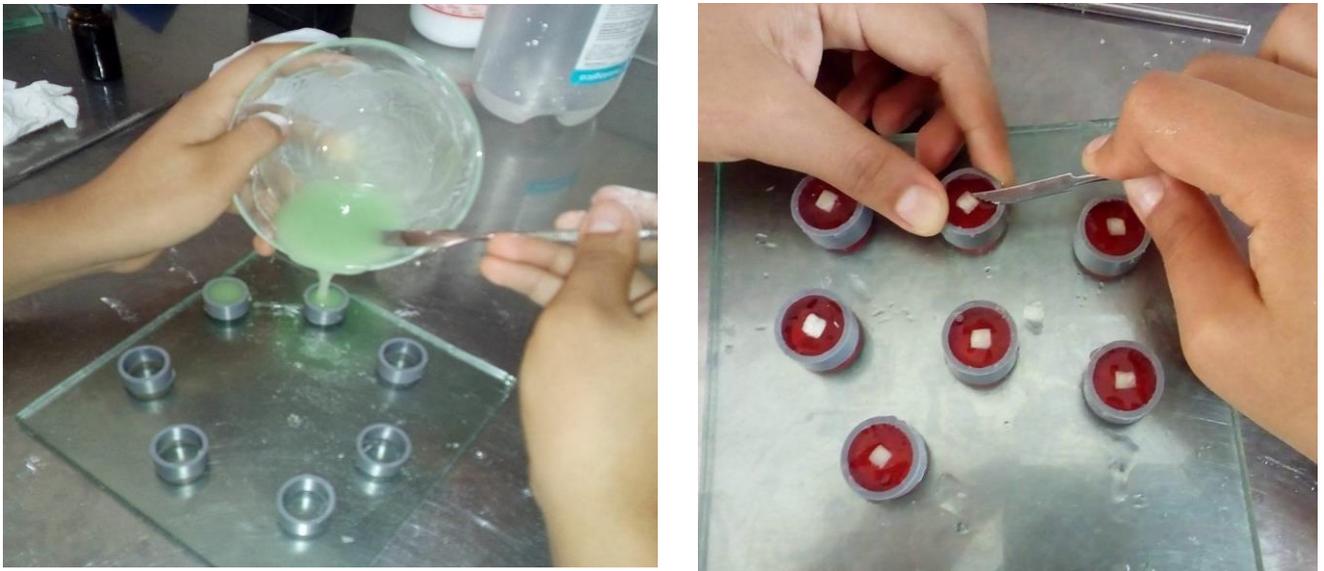


## PREPARACION DE MOLDES



Corte y nivelación de los moldes para preparación de las muestras.

## PREPARACION DE LOS ESPECIMENES



Preparación de acrílico y colocación de los bloques de esmalte.

## AGRUPACION POR COLOR Y ROTULACION DE LOS ESPECIMENES



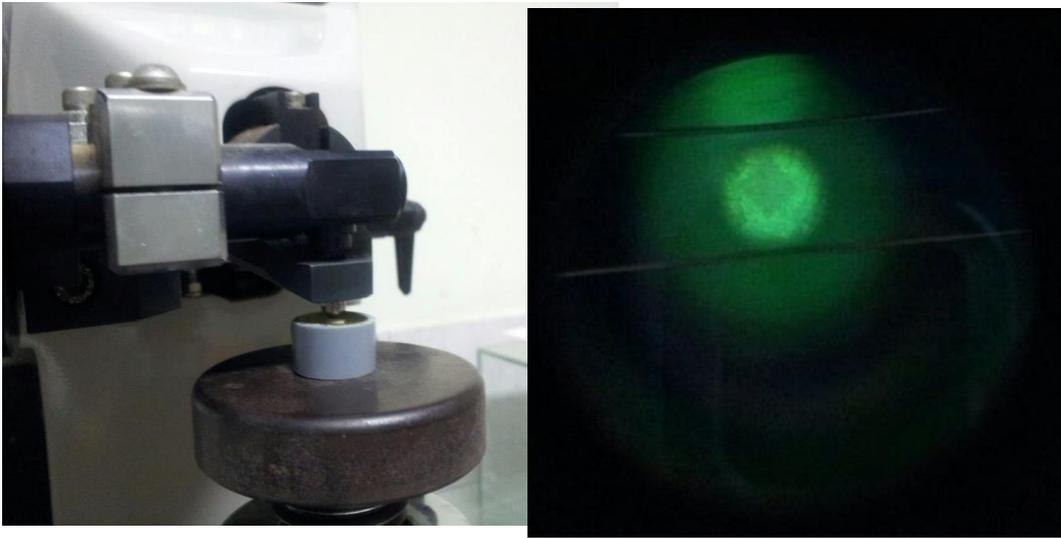
Rotulación de los cinco grupos separados por color y enumerados del 1 al 7 por grupos

## MEDICION DE MICRODUREZA INICIAL



**Durómetro vickers**

## INDENTACION: Indentador Vickers de diamante



## EXPERIMENTO DE EROSION

