



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**  
FACULTAD DE ESTOMATOLOGÍA

INFLUENCIA DEL XILITOL EN LA  
MICRODUREZA DEL ESMALTE DENTAL  
HUMANO EXPUESTO AL *CITRUS*  
*AURANTIFOLIA* (LIMÓN)

Tesis para obtener el título de Especialista en  
Odontología Restauradora y Estética

**Diana Cecilia León Arbulú**

Lima-Perú

2018

## **ASESORES**

**Mg. Leyla Delgado Cotrina**

Departamento académico y clínica estomatológica UPCH

**Dra. Mg. Lidia Yileng Tay Chu-Jon**

Departamento académico y clínica estomatológica UPCH

## **DEDICATORIA**

A Dios por haberme permitido llegar hasta este punto y por haberme dado salud para poder lograr mis objetivos, a mi familia, en especial a mis padres por su motivación y apoyo constante.

### **AGRADECIMIENTOS**

Especialmente al Dr. Luis Agarie Miyasato, por su dedicación constante y por haberme inculcado valiosas enseñanzas durante mi especialidad.

A mis asesoras la Mg. Leyla Delgado Cotrina. y la Dra. Yileng Tay Chu Jon por su gran apoyo, paciencia y motivación para la culminación de esta tesis.

## RESUMEN

**Objetivo:** Evaluar la influencia del xilitol en la microdureza del esmalte dental expuesto al citrus aurantifolia (limón).

**Materiales y Métodos:** Se utilizaron 28 bloques de esmalte dental humano distribuidos aleatoriamente en 4 grupos: limón, agua/xilitol, limón/agua xilitol y agua (control). Los especímenes de esmalte fueron expuestos a las sustancias 4 veces por día (1 minuto en bebida, 3 minutos en saliva artificial), durante 5 días. Se evaluó la microdureza Vickers antes y después de realizado el ciclo erosivo. Se determinó el pH y la acidez titulable de cada sustancia.

**Resultados:** Se encontró que todas las sustancias disminuyeron la microdureza superficial del esmalte. Cuando el esmalte fue expuesto a limón los valores de microdureza disminuyeron significativamente, seguido de agua/xilitol y agua/limón/xilitol, no se encontró diferencias significativas entre ambos grupos.

**Conclusión:** El limón presenta un alto potencial erosivo en el esmalte, produciendo la mayor pérdida de microdureza superficial del esmalte. El xilitol redujo la microdureza superficial del esmalte dental independientemente de la presencia de limón.

**Palabra clave:** Citrus, Xilitol, Erosión de los Dientes.

## **ABSTRACT**

**Objective:** To evaluate the influence of xylitol on the microhardness of dental enamel exposed to citrus aurantifolia (lemon).

**Materials and Methods:** 28 blocks of human tooth enamel randomly distributed in 4 groups were used: lemon, water/xylitol, lemon/distilled water/xylitol and distilled water (control group).

It was exposed 4 times per day (1 minute in drink, 3 minutes in artificial saliva), for 5 days and then washed for 1 min with deionized distilled water. The Vickers microhardness was evaluated before and after the erosive cycle was carried out. The titratable acidity of each study group was also measured in pH and acidity.

**Results:** : It was found that all the substances decreased the surface microhardness of the enamel. When the enamel was exposed to lemon the microhardness values decreased significantly, followed by water / xylitol and water / lemon / xylitol, no significant differences were found between both groups.

**Conclusion:** The lemon presents a high erosive potential in the enamel, producing the greatest loss of surface microhardness of the enamel. Xylitol reduced the surface microhardness of tooth enamel regardless of the presence of lemon.

**Keywords:** Citrus, Xylitol, Tooth Erosion

## **INDICE DE CONTENIDOS**

	<b>Pág.</b>
<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>11</b>
<b>II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN</b>	
II.1. Planteamiento del problema	12
II.2. Justificación	12
<b>III. MARCO TEÓRICO</b>	
III.1 Erosión dental	13
III.2. Erosión dental y bebidas ácidas	15
III.3. Erosión dental y citrus aurantifolia(limón)	20
III.4. Xilitol como agente remineralizador	22
<b>IV. OBJETIVOS</b>	
IV.1. Objetivo general	26
IV.2. Objetivos específicos	26
<b>V. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
V.1. Diseño de estudio	27
V.2. Muestra	27
V.3. Criterios de selección	27
V.4. Variables	28
V.5. Técnicas y procedimientos	29
V.6. Ciclo erosivo	30
V.7. Microdureza superficial	30
V.8. Determinación del pH	31
V.9. Determinación de la acidez titulable	31
V.10. Plan de análisis	32
V.11. Consideraciones éticas	32
<b>VI. RESULTADOS</b>	<b>33</b>
<b>VII. DISCUSIÓN</b>	<b>37</b>
<b>VIII. CONCLUSIONES</b>	<b>44</b>
<b>IX. RECOMENDACIONES</b>	<b>45</b>
<b>X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>46</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>47</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Valores de pH, acidez titulable y tipo de ácido de las bebidas evaluadas.	37
<b>Tabla 2.</b> Comparación de la diferencia de microdureza superficial del esmalte después de la exposición a bebidas (kg/mm <sup>2</sup> ).	38

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfico 1.</b> Comparación de la diferencia de microdureza de las bebidas evaluadas.	39

## I. INTRODUCCIÓN

La erosión dental es el resultado físico de la pérdida del tejido dental mineralizado, cuando se encuentra sometido químicamente al ataque ácido sin implicación bacteriana.<sup>1</sup>

Este tipo de lesiones no cariosas pueden ser causadas por diversos factores, entre ellos, la dieta alimenticia, ya sea por consumo de frutas ácidas, jugos que contengan las mismas o algunas bebidas de cola gasificadas. La frecuencia de la ingesta de los jugos de fruta naturales ha aumentado; éstos presentan un alto potencial erosivo en las estructuras dentales, ya sea esmalte o dentina, debido al bajo pH que presentan.

Es así que en busca de encontrar productos o sustancias que permitan neutralizar el potencial erosivo de los jugos de frutas ácidas o de bebidas de soda sobre el esmalte dental; se ha estudiado distintas sustancias como el xilitol, fluoruro de sodio, fluoruro de estaño, té verde, entre otros.

Es por ello que el presente trabajo propone evaluar la influencia del xilitol en la microdureza del esmalte dental expuesto al citrus aurantifolia(limón).

## **II. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN**

### **II.1. Planteamiento del problema**

La ingesta de *citrus aurantifolia*, conocido como “limón”, es un fruto con alto aporte vitamínico, debido a que es una fuente de ácido ascórbico, denominado vitamina C. El consumo frecuente y excesivo de esta bebida, podría producir erosión del esmalte debido a la presencia de ácidos en su composición independientemente del tipo de endulzante que posea su fórmula.

Se conocen diversas sustancias que contrarrestan el efecto erosivo que produce el limón, pero algunas no se encuentran al alcance económico ni se puede tener acceso a estos productos debido a que son sólo utilizados por odontólogos. Por otro lado el xilitol, ha demostrado ser un producto que participa en la remineralización y puede ser utilizado regularmente por las personas.

En referencia a lo descrito, nos planteamos el siguiente problema: *¿El xilitol influye en la microdureza del esmalte dental cuando es expuesto al citrus aurantifolia(limón)?*

### **II.2. Justificación**

El presente trabajo presenta tres relevancias consistentes: La primera es la relevancia teórica, que consiste en proporcionar información acerca del efecto que puede ocasionar el xilitol a nivel dentario en consumidores habituales del limón que puede ser la población en general, los cuáles serán afectados a largo plazo. La segunda es la relevancia clínica, mediante la cual con el uso del xilitol nos permitirá conocer e indicar a los pacientes una forma para contrarrestar el efecto erosivo de las frutas ácidas sobre las estructuras dentales y la tercera es la relevancia social, que nos permitirá obtener datos acerca de la pérdida de sustancia dental como consecuencia de la erosión que produce el limón y de esta forma, orientar a la población en la decisión de consumo del mismo.

### III. MARCO TEÓRICO

#### III.1. Erosión dental

La erosión dental puede ser definida como la pérdida de estructura dental debido a un proceso químico causado por ácidos o agentes quelantes, sin la presencia de microorganismos, por ello se define a la erosión dental como una lesión dental no cariosa.<sup>1</sup>

El término, erosión dental, utilizado para referir este tipo de lesiones, no es el adecuado, autores como Grippo *et al* (2004), define el término como la pérdida progresiva de un material sólido debido a la interacción mecánica entre la superficie de dicho sólido y un fluido, fenómeno que se observa en las rocas que cuando son erosionadas por las olas del mar o por el viento. Es por ello que sugiere reemplazar el término “erosión dental” por el de “corrosión dental”, pues se ajusta mejor a la disolución química de los dientes.<sup>2</sup>

El término "erosión" ha sido mal utilizado desde el inicio del estudio de la odontología y las lesiones no cariosas. Por lo que el término adecuado es biocorrosión, “bio” debido a que ocurre en la superficie de los dientes, que son órganos que forman parte de algunos seres vivos y “corrosión” ya que involucra degradación química del tejido mineralizado, sin embargo, se utilizará en el estudio el término erosión dental por ser el más conocido y nombrado.<sup>3</sup>

La característica clínica más común, en los estadios iniciales, es la pérdida del brillo del esmalte. En estadios más avanzados se puede observar una lesión amplia en forma de “plato tendido” con bordes nítidos. Al estar comprometida la dentina, puede provocar sensibilidad cuando se encuentra expuesta a diversos cambios térmicos como frío, calor o presión osmótica.<sup>4</sup>

Las superficies vestibulares de los incisivos superiores son las piezas que sufren mayor daño cuando se encuentran expuestas a ácidos extrínsecos. Por ello, los dientes afectados suelen presentar un aspecto amarillento con compromiso de la apariencia de los dientes, debido al adelgazamiento del esmalte, lo que permite translucir la dentina, llegando a exposición pulpar e incluso a la fractura dental.<sup>6,7</sup> Se contempla con regularidad en los dientes posteriores, con mayor prevalencia en premolares, y en cuanto a los dientes anteriores, suele verse afectada las superficies palatinas superiores. En las piezas inferiores, por el rol que cumple la lengua de proteger las superficies dentales, no se evidencia con mucha frecuencia lesiones de erosión.<sup>4</sup>

En los últimos años se observa un incremento en la prevalencia de la erosión dental, sobre todo en la población de niños y adolescentes. Entre los factores que influyen en este tipo de lesiones se encuentran los hábitos y estilos de vida actuales, como el consumo de bebidas carbonatadas y zumos de fruta erosivos.<sup>5</sup> Existen diversos factores responsables de la erosión dental, se encuentran los factores relacionados a la ingesta del paciente, son los llamados factores extrínsecos, o aquellos producidos por el organismo, llamados factores intrínsecos y un porcentaje mínimo se debe a la presencia de ácidos de origen desconocido de etiología idiopática.<sup>6,7,8</sup>

Los factores extrínsecos de la erosión dental se encuentran agrupados en diversos factores: ambientales, dieta, medicación y estilo de vida.<sup>7,8</sup>

Entre los factores ambientales se encuentran las exposiciones a vapores ácidos o aerosoles en el trabajo, ya sea en fábricas o piscinas cloradas con bajo pH por un inadecuado mantenimiento. En cuanto a lo relacionado con los factores dietéticos, se ha proporcionado un enfoque particular a las frutas y bebidas.<sup>8,9</sup>

Existen diferentes estudios que han asociado medicamentos y productos de salud oral como los enjuagatorios orales junto con erosión. El daño es ocasionado directamente por la acidez de los medicamentos debido al pH bajo, pudiendo ser potencialmente erosivos cuando se usan frecuentemente; también pueden causar xerostomía debido al aumento de la ingesta de bebidas carbonatadas.<sup>8,9</sup>

Respecto a los factores intrínsecos se encuentra la erosión causada por ácido gástrico, el cuál llega a la cavidad oral como resultado de vómitos crónicos o reflujo gástrico-esofágico persistentes por un largo periodo.<sup>7,8,9</sup>

### **III.2. Erosión dental y bebidas ácidas**

El incremento del consumo de bebidas para deportistas, el excesivo consumo de jugos y frutas cítricas junto con la alta frecuencia del consumo de bebidas ácidas durante el día, son factores de estilo de vida que participan en el desarrollo de la erosión dental.<sup>8,9</sup>

El consumo frecuente de bebidas ácidas, en particular las que contienen ácido cítrico, producen desmineralización del esmalte debido a que el pH se encuentra por debajo del crítico (< 5.5), lo que conlleva a la disminución de su capacidad tampón, la cual es responsable de la protección de los dientes contra la desmineralización del esmalte.<sup>10</sup>

Se debe tener en cuenta ciertas características que presentan las bebidas ácidas, para la determinación de su potencial erosivo; el pH, pero éste no es el único factor que debe considerarse en la causa de la disolución del mineral debido a la erosión. Existen diferentes variables tales como el tipo de ácido, la cantidad de acidez titulable, la capacidad tampón, las propiedades quelantes, así como la

presencia de calcio, fosfato y fluoruro en su composición.<sup>11,12</sup>

Teniendo estudios como el de Huew *et al.*(2011), mostraron que la frecuencia en el consumo de bebidas azucaradas a base de frutas se asocia con la erosión dental.<sup>13</sup> Blacker y Chadwick investigaron el pH y la acidez titulable de una gama de batidos de frutas y observaron los efectos en el esmalte dental. Así también investigaron los efectos de las frutas del batido en el potencial erosivo. Compararon 5 batidos comerciales y diversos batidos caseros junto a dos bebidas control, como el agua Volvic (control negativo) y el jugo de naranja Tropicana (control positivo). El batido hecho en casa fue producido con diferentes frutas (naranja, fresa, plátano, limón, cereza, kiwi, manzana, arándanos). Con respecto al acidez titulable, los batidos que presentaron acidez titulable alta fueron el batido de plátano y de fresa hechos en casa. Todos los batidos investigados tenían un pH más ácido que el pH crítico de esmalte (5.5). Concluyendo que los batidos sin duda tienen cierto potencial erosivo, siendo el batido de naranja el más erosivo.<sup>14</sup>

Teniendo en cuenta que las bebidas carbonatadas también presentan potencial erosivo, Liñán *et al.*(2007) evaluaron el efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. Utilizaron 60 muestras de esmalte obtenidas de terceros molares, se dividieron en cuatro grupos, de los cuales tres fueron expuestos durante un minuto a bebidas carbonatadas, seguido por tres minutos de inmersión en saliva artificial, repitiéndose el ciclo durante 20 minutos y el último grupo, el control negativo fue inmerso en agua destilada. El efecto erosivo se evaluó mediante el método de dureza Vickers. Entre los resultados se observó diferencia significativa entre los valores de microdureza inicial y final de los especímenes, siendo la bebida Kola Real<sup>®</sup>, la que presentaba

un mayor efecto erosivo, la cual fue similar a la Coca Cola<sup>®</sup>, mientras que la Inca Kola<sup>®</sup> presentó el menor efecto erosivo.<sup>9</sup>

El tipo de ingesta fue estudiado por Moazzez *et al.*(2000), quienes realizaron un estudio en el que los sujetos que consumían las bebidas carbonatadas directamente de las latas conformaban el grupo control. La finalidad del estudio fue investigar la relación entre la erosión dental y los hábitos alimenticios de los sujetos. Los resultados obtenidos mostraron que los pacientes con erosión consumían un promedio de 14 bebidas carbonatadas semanales directamente de las latas, mientras que los del grupo control las bebían 5 veces semanales en un vaso y a doble velocidad. Encontraron que el pH de las molares se encontraba más bajo en pacientes con erosión que en los pacientes que no tenían erosión, mientras que la superficie labial del incisivo central tenía una exposición más larga en el grupo control. Concluyeron que el pH oral está directamente relacionado con los diferentes hábitos de ingerir las bebidas carbonatadas en vaso o en lata.<sup>15</sup>

También fue evaluado microscópicamente por Shellis *et al.*(2005), en una investigación *in vitro* sobre la relación entre la erosión dental y el rango del flujo de diferentes bebidas carbonatadas. Observaron que la profundidad del efecto erosivo aumentó con el tiempo de exposición y el volumen total de la solución. El análisis al microscopio electrónico de barrido mostró que las superficies tratadas con dichas bebidas presentaron un dislocamiento mecánico de los cristales parcialmente disueltos.<sup>16</sup>

Existen estudios que relacionan el potencial erosivo que causan los jugos de frutas ácidas y las bebidas carbonatadas, Jensdottir *et al* (2006) determinaron los efectos erosivos de dos tipos de refrescos: bebidas gaseosas y zumos de naranja. Entre los resultados obtenidos observaron que las bebidas de cola tenían claramente un mayor potencial erosivo, en comparación con los zumos de

naranja. El potencial erosivo inicial de las bebidas de cola fue diez veces mayor que los zumos de naranja, mientras que el potencial erosivo final tuvo una diferencia significativa de tres veces más en comparación con los zumos de naranja. Concluyendo que el potencial erosivo de bebidas ácidas dentro de los primeros minutos de exposición depende del pH de las bebidas, siendo el pH de las bebidas de cola de 2.5 y el de los zumos de naranja el pH fue de 3.5.<sup>17</sup>

Ehlen *et al* (2008), reportaron el pH y la acidez titulable de bebidas populares de Estados Unidos y la profundidad de lesiones en esmalte y superficies radiculares después de la exposición en las bebidas. Se seleccionaron dientes premolares y molares permanentes. El pH fue medido usando un medidor de pH (Metrohm E512) y la acidez titulable fue medida una vez abierta la bebida y después de 60 minutos añadiendo 1M KOH a 50 ml de cada bebida hasta obtener un pH de 7. Los especímenes fueron suspendidos en las bebidas de jugo de manzana, Coke<sup>®</sup>, Diet Coke<sup>®</sup>, Lima-limón Gatorade<sup>®</sup> y Red Bull<sup>®</sup> en un total de 25 h. Obtuvieron como resultados que todas las bebidas fueron ácidas, la acidez titulable de las bebidas energizantes fue mayor que la gaseosa regular y la dietética, y estas últimas mayor que el jugo de manzana y las bebidas deportivas. La profundidad de la lesión en esmalte fue evaluada a través de un microscopio de luz polarizado observando que después de la exposición a las bebidas la profundidad de la lesión fue mayor en el Gatorade<sup>®</sup> seguido del Red Bull<sup>®</sup> y Coke<sup>®</sup>, y estas últimas mayor que Diet Coke<sup>®</sup> y jugo de naranja. La profundidad de lesiones radiculares fue mayor en Gatorade<sup>®</sup> seguido de Red Bull<sup>®</sup>, Coke<sup>®</sup>, jugo de naranja y Diet Coke<sup>®</sup>.<sup>18</sup>

Trivedi *et al.*, (2015), evaluaron en la India, el pH y la acidez titulable de distintas bebidas industrializadas, agrupándolas en 3 categorías: Bebida carbonatada

(Coca Cola), bebida no carbonatada (Parle Agro) y bebida energizante (Red Bull). Se colocó 20 ml de cada bebida en un vaso de vidrio para la medición de pH y acidez titulable. Se obtuvo como resultados que la Coca Cola presentó el pH más bajo de 2.45, seguido de la bebida no carbonatada con un pH de 3.10 y el Red Bull pH de 3.26. A pesar de que la bebida Red Bull no presentó el pH más bajo, su acidez titulable fue la más alta (17.5) en comparación con la bebida carbonatada (4.10) y no carbonatada (8.5).<sup>19</sup>

López *et al* (2008), determinaron el potencial erosivo de varias bebidas del mercado colombiano. Las bebidas se agruparon en gaseosas colas, gaseosas de naranja-lima-limón, gaseosas rojas, jugos de naranja, jugos de frutas, bebidas energizantes y bebidas con contenido de alcohol (cervezas, vino, ron y vodka). Se evaluó el pH de cada bebida concluyéndose que, de acuerdo al pH, las bebidas con posible potencial erosivo son las gaseosas colas, las gaseosas de naranja-lima-limón, una de las gaseosas rojas, los jugos de naranja, los jugos de fruta y una de las cervezas. Ninguna de las bebidas registró una cantidad suficiente de fluoruros para reducir su potencial erosivo.<sup>20</sup>

Owens *et al.* (2014), evaluaron el efecto de bebidas gasificadas, deportivas, energizantes, jugo de naranja y agua destilada en el esmalte de dientes permanentes y deciduos mediante la medición de la pérdida en el porcentaje de peso. Las bebidas evaluadas fueron: Coca Cola regular<sup>®</sup>, Coca Cola Light<sup>®</sup>, Gatorade, Minute Maid Pure Premium Orange Juice, Red Bull<sup>®</sup> y agua destilada. Los especímenes fueron inmersos en cada bebida por 24 h por un periodo de 10 días. Luego, fueron pesados después de cada periodo de inmersión calculándose un porcentaje medio de pérdida de peso por cada grupo. Las bebidas que provocaron mayor porcentaje de pérdida de peso en los especímenes de esmalte

permanente y deciduo fueron las bebidas Red Bull (61%) y Gatorade (53%). Estos resultados nos indican que la toma de estas bebidas causa disolución del esmalte, por lo tanto se debería tomar precaución en cuanto al consumo excesivo de ellos, en especial en niños y adolescentes.<sup>21</sup>

### **III.3. Erosión dental y *citrus aurantifolia* (limón)**

El limón es un cítrico que ocupa el primer lugar dentro de los frutos curativos, preventivos y de gran aporte vitamínico, es rico en vitamina C, él cuál permite reforzar las defensas del organismo para evitar enfermedades, del tipo respiratorio. Además posee gran poder desinfectante así como una acción antitóxica frente a los venenos microbianos y medicamentosos.<sup>22</sup>

Zimmer *et al* (2015), analizaron la pérdida de esmalte y dentina después de la exposición a diferentes bebidas con un nuevo método simple usando dientes bovinos. Utilizaron 100 especímenes de esmalte y 100 especímenes de dentina de incisivos bovinos recién extraídos, los cuáles se asignaron aleatoriaente a 10 grupos. Todos los especímenes de un grupo se colocaron simultáneamente en 200 ml de los siguientes fluidos: Coca-Cola<sup>®</sup>, Coca-Cola light<sup>®</sup>, Sprite<sup>®</sup>, jugo de manzana, Red Bull, zumo de naranja, Bonaqua Fruits (Mango-Acai) Agua de la piscina y zumo de limón. Los líquidos se ventilaron continuamente a 37° C durante 7 días. Posteriormente se pesaron los especímenes y se calculó la pérdida media de masa. Los valores encontrados fueron (esmalte / dentina): Coca-Cola 7.5 mg / 6,6 mg; Coca-Cola 5.2 mg / 3.5 mg, Sprite 26.1 mg / 17.7 mg, jugo de manzana 27.1 mg / 15.2 mg, Red Bull 16.6 mg / 17.0 mg, jugo de naranja 24.3 mg / 20.2 mg, Bonaqua Frutas (Mango-Acai) 17.8 mg / 16.2 mg, agua del grifo -0.2 mg / -0.3 mg, agua de la piscina -0.3 mg / -0.2 mg y zumo de limón 32.0 mg / 28.3 mg. De las bebidas examinadas, la Cola Cola mostró la menor erosividad

mientras que el zumo de limón mostró una erosividad estadísticamente significativa más alta que todas las otras bebidas excepto Sprite y jugo de manzana. Concluyeron que Sprite, jugo de manzana y jugo de naranja son aproximadamente cinco veces más erosivos que la Coca-Cola.<sup>23</sup>

Seow *et al.* (2005), determinaron el potencial erosivo, sobre el esmalte dental en premolares, del jugo de limón artificial (Farmland), Coca Cola, Pepsi y Lucozade (cafeína que se encuentra en las bebidas energizantes), mediante el grado de desmineralización y microdureza de Vickers. Como resultados se obtuvo que el jugo de limón artificial presentó el pH más bajo, seguido por la Coca-cola, Pepsi y Lucozade. La dureza de Vickers se redujo al 50% en el caso del jugo de limón, 24% en la Coca-cola y el Lucozade mostró una reducción del 16% de la dureza del esmalte después de 30 minutos de inmersión. A pesar de que este estudio no refleja lo que pasa realmente en la exposición en las bebidas ácidas sí lleva a cuestionar el efecto erosivo de estas bebidas.<sup>24</sup>

Von Franhofer *et al.*, (2005), determinaron el efecto de las bebidas deportivas y otras bebidas sobre esmalte dental. Para ello, premolares y molares sin lesiones de caries dental fueron expuestas a diferentes bebidas deportivas; incluyendo bebidas energéticas, limonada y té helado por un periodo de 114 días (336 h); hubo diferencias significativas en todas las bebidas probadas. Las bebidas que causaron mayor erosión en el esmalte, en orden descendente fue el siguiente: limonada, bebidas energéticas, bebidas deportivas, té helado y coca cola.<sup>25</sup>

### **III.4 Xilitol como agente remineralizador**

El xilitol es un alcohol de azúcar de origen natural derivado de plantas y materiales agrícolas. El nombre se refiere a la palabra "xilosa" (azúcar de madera), deriva de la estructura particular (xileno) de madera dura, a partir de la cual se puede obtener xilosa. Bioquímicamente se clasifica como un poliol acíclico compuesto de cinco carbonos (pentitol).<sup>26</sup>

El poder edulcorante de xilitol es igual a la de la sacarosa. Sin embargo, tiene las ventajas de un menor número de calorías (2.4 Kcal/g)<sup>27</sup>. La extracción comercial del sustituto de la sacarosa se produce principalmente a través de rastrojo de maíz, tallos, cortezas y semillas de frutos secos.<sup>26</sup>

La absorción de xilitol se lleva a cabo lentamente en el intestino delgado. Las porciones no absorbidas adecuadamente después del consumo de grandes cantidades de azúcar pueden alcanzar el intestino y producen efectos secundarios tales como diarrea osmótica, flatulencia y dolor gastrointestinal. La dosis máxima de consumo seguro de xilitol para adultos y niños varía entre los estudios analizados<sup>28,29</sup>. Los adultos pueden ingerir una dosis diaria de 10 a 30 gr de xilitol. Siendo 10 gr los que pueden ser consumidos en una sola comida.<sup>28,29</sup>

El cuerpo humano produce entre 5 y 15 gr de xilitol por día, como un intermedio en el metabolismo de hidratos de carbono. El metabolismo del xilitol se presenta principalmente en los tejidos del hígado, adiposo, riñón, pulmón y tejido cerebral que puede representar hasta el 20% del metabolismo de este azúcar.<sup>30,31</sup>

Zhan L *et al.*(2012), investigaron la eficacia de utilizar pañitos que contengan xilitol para la prevención de la caries dental en niños pequeños. Cuarenta y cuatro pares de madres e hijos fueron reclutados de la Clínica Dental Pediátrica de la Universidad de California de enero 2007 a enero de 2008. Los participantes

eran aleatorizados 22 participantes pertenecieron al grupo a xilitol (Diente Wipes™ Spiffies bebé, xilitol DR Products Inc., Tucson, AZ, EE.UU.) y 22 sujetos al grupo placebo. Las toallitas se proporcionaron a las madres cada 3 meses. Éstas fueron instruidas para usar 2 toallitas para limpiar los dientes y las encías de los niños de 3 veces al día. La dosis total de xilitol se estimó en 4.2 g / día. Para realizar el conteo de bacterias se realizó la recolección de saliva en las madres y los lactantes, con ayuda de un hisopo. En las madres al menos 2 h después de cualquier consumo de alimento o bebida. y en los lactantes al menos 1 h después de la última alimentación. Las muestras de saliva fueron transportadas en hielo al laboratorio para el cultivo de bacterias dentro de las 24 h de recogida. Entre los resultados no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la edad, la caries de estado, y los niveles de Streptococcus Mutans y lactobacillus para las madres y sus hijos entre los dos grupos. Un número significativamente menor en el grupo de niños con xilitol desarrollaron nuevas lesiones de caries en 1 año en comparación con los del grupo de placebo limpie. Los niveles de Streptococcus Mutan se mantuvieron estables desde el inicio hasta los 6 meses en Ambos Grupos, pero se duplicaron o triplicaron en 1 año en comparación con el valor inicial. Este estudio mostró claramente una reducción significativa de nuevas lesiones de caries en los niños pequeños, como resultado del uso de xilitol es de 7 veces menor en niños pequeños, en comparación al grupo control. En conclusión, existe un efecto remineralizante con el uso de los paños de xilitol en los lactantes como también cumple un rol importante en la prevención de caries.<sup>32</sup>

Cardoso *et al.*(2014), analizaron el efecto de los barnices que contienen xilitol solo o combinado con fluoruro en la remineralización de las lesiones artificiales

de caries de esmalte in vitro. Métodos: muestras de esmalte bovino se asignaron al azar a 7 grupos, 15 especímenes por grupo. Lesiones de caries artificiales se produjeron por inmersión en 30 ml de tampón de ácido láctico durante 6 días. Los bloques de esmalte se trataron con los siguientes barnices: 10% de xilitol; 20% de xilitol; 10% de xilitol más F (5% NaF); 20% de xilitol más F (5% NaF); Duofluorid™ (6% NaF, 2.71% F + 6% CaF<sub>2</sub>), Duraphat™ (5% NaF, control positivo) y placebo (sin-F / xilitol, control negativo). Los barnices se aplicaron en una capa fina y se retiran después de 6 h. Los bloques fueron sometidas a ciclos de pH (desmineralización-2 h / remineralización-22 h durante 8 días) y las alteraciones del esmalte fueron cuantificados por la dureza de la superficie y microradiografía transversal. El porcentaje de recuperación de dureza superficial, la pérdida de minerales y la profundidad de la lesión fueron analizados estadísticamente. Entre los resultados se observó que la remineralización del esmalte de la superficie incrementó significativamente cuando se utilizó Duraphat™, 10% de xilitol más F y 20% de xilitol más Flúor, mientras que la remineralización significativa de minerales de capas más profundas, podría ser visto sólo por el esmalte tratado con Duraphat™, Duofluorid™ y el 20% formulaciones de xilitol. Concluyen que el 20% de xilitol barniz es una alternativa prometedora para aumentar la remineralización de lesiones de caries artificiales. <sup>33</sup>

Tuncer *et al* (2014) determinaron el efecto de tres diferentes gomas de mascar y parafina, en la remineralización y la dureza del esmalte desmineralizado. Para eso se contó con la ayuda de 12 sujetos que usaron aparatos palatinos intraorales. El estudio consistió en cuatro períodos experimentales cada uno con duración de 21 días, durante los cuales los sujetos fueron asignados a uno de los tres

regímenes de goma de mascar: goma que contiene sorbitol (Trident Splash), xilitol, (First Ice) y una mezcla de sorbitol y xilitol (Vivident Xylit). Los aparatos fueron usados durante 20 minutos y se repitió el proceso 4 veces al día (10 am, 14 pm, 18 pm, 21 pm). Mediante microscopia electrónica, se analizó las concentraciones de calcio y fosfato, así como la microdureza de las muestras. Entre los resultados no se encontraron diferencias significativas entre los grupos, ya sea para las mediciones iniciales o después de los periodos de masticación. Todos los grupos mostraron mayores valores de microdureza después de los períodos de masticación excepto para el grupo Vivident Xylit, que mostro los menores valores de microdureza. Concluyeron que la masticación de la goma no tuvo efecto en la relación Ca / P de superficies de esmalte desmineralizada, debido a que se especula que el sabor del Trident al ser masticado estimula la saliva más efectivamente que los otros.<sup>34</sup>

Basados en esta información, la presente investigación busca evaluar la influencia del xilitol en la microdureza del esmalte dental expuesto al *citrus aurantifolia*(limón).

## **V. OBJETIVOS**

### **IV.1. Objetivo general**

Evaluar la influencia del xilitol en la microdureza del esmalte dental expuesto al *citrus aurantifolia* (limón).

### **IV.2. Objetivos específicos**

1. Determinar el pH de las bebidas limón, agua/xilitol, limón/agua destilada/xilitol y agua destilada.
2. Determinar la acidez titulable de las bebidas limón, agua/xilitol, agua/limón/xilitol y agua destilada.
3. Determinar la microdureza superficial del esmalte expuesto a limón, agua/xilitol, agua/limón/xilitol y agua destilada.
4. Comparar la diferencia de microdureza del esmalte expuesto a las bebidas limón, agua/xilitol, agua/limón/xilitol y agua destilada.

## **V. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **V.1. Diseño del estudio**

El presente trabajo es un estudio de tipo experimental in vitro.

### **V.2. Muestra**

Se utilizaron especímenes de premolares humanos sanos, extraídos por motivos ortodónticos. El número de muestra fue calculado utilizando el programa OpenEpi versión 3, dando como resultado un número de cinco muestras por grupo, sin embargo se utilizaron siete muestras cada grupo con ajuste a pérdidas. Se conformaron aleatoriamente 4 grupos de estudio.

- G1: Limón: Zumo de limón.

- G2: Agua/xilitol.

- G3: Agua/limón/xilitol.

- G4: Agua destilada.

### **V.3. Criterios de selección**

Se seleccionaron premolares íntegros y sanos, sin signos de erosión, sin manchas, ni deformaciones, ni restauraciones ni grietas.

### **V.4. Variables: (Ver anexo 1)**

#### **Variable independiente:**

Bebidas: Sustancia líquida que se bebe.

Tipo de variable: Cualitativo

Escala de medición: Nominal

Dimensión categórica: limón, limón/xilitol, agua/limón/xilitol, Agua destilada.

**Variable dependiente:**

Microdureza: Grado de resistencia de un área muy pequeña de la superficie de un material.

Tipo de variable: Cuantitativo

Escala de medición: Razón

Unidad de medida:  $\text{kgf}\cdot\text{mm}^2$  (HV)

**Covariables:**

pH: Es la medida de alcalinidad o acidez de una solución.

Tipo de variable: Cuantitativo

Escala de medición: Razón

Indicador: Parámetros de 0 a 14

Dimensión categórica: Ácido, base y neutro

Acidez titulable: Cantidad de base necesaria para que un producto llegue a un pH neutro.

Tipo de variable: Cuantitativo

Escala de medición: Razón

Indicador: NaOH

Unidad de medida: ml

## V.5. Técnicas y procedimientos

Para la preparación de los especímenes los premolares fueron seccionados con un disco diamantado (KG Sorensen®, São Paulo, Brasil) bajo refrigeración constante. Se realizaron dos cortes, el primero fue a nivel del cuello de la pieza dental, para lograr separar la corona de la raíz, el segundo corte fue realizado en sentido mesio distal dividiendo la corona dental en dos porciones (vestibular y palatina). Los especímenes se insertaron en cilindros de PVC de 1 cm de altura y 8 mm de diámetro, para tal efecto se colocaron los especímenes sobre una platina de vidrio con la superficie del esmalte hacia la platina, luego se colocó acrílico rápido marca (Vitacron, Colombia) hasta llenar completamente el cilindro de PVC. El pulido de la superficie del esmalte se realizó con lija de agua Asalite (Lima, Perú) 600, 800, durante 20 s, y con los granos 1500, 2000 durante 2 min con irrigación constante para lograr una superficie uniforme en la muestra, entre el uso de lija y lija las muestras fueron lavadas durante 5 minutos utilizando agua destilada para evitar así que los granos interfirieran en la lisura de la superficie. Finalmente, Todos los especímenes fueron almacenados en agua destilada bajo refrigeración a una temperatura de 4° C hasta que se inicien los ciclos erosivos.

Las muestras fueron preparadas de la siguiente manera:

- G1: Limón: Se obtuvo limón fresco de primera calidad de calibre entre 39 - 41 mm de la empresa Limones Piuranos S.A.C. Se utilizó 8 ml de limón.
- G2: Bebida de agua /xilitol: Se empleó 15 gr de xilitol marca XilySweet (Ecomundo, Lima, Perú) mezclado con 100 ml de agua destilada.
- G3: Agua/limón/xilitol: Se utilizó 15 gr de xilitol y 8 ml de limón por 100 ml de agua por muestra preparada.
- G4: Agua destilada: Se empleará 30 ml de agua por muestra preparada.

## **V.6. Ciclo erosivo**

Antes de la exposición, los especímenes se retiraron de la refrigeración y dejados al medio ambiente por 2 h. Primero, los especímenes se retiraron del agua destilada y se secaron con papel absorbente. Luego fueron almacenadas en saliva artificial (5ml por muestra) hasta el siguiente día.

Se realizaron 4 exposiciones diarias durante 5 días (8 am, 12 pm, 4pm y 8 pm). Los especímenes se colocaron 1 minuto en bebida, 3 minutos en saliva artificial y luego se lavaron durante 1 min con agua destilada. Todos los cuerpos de prueba permanecieron en un período de reposo de un día para otro, totalmente inmersos en un recipiente conteniendo saliva artificial (Salival, Lima, Perú) (0.015g CaCl<sub>2</sub>, 0.120g KCl, 0.084g NaCl, 0.005g MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, 0.375g C<sub>6</sub>H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>(OH)<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>COONa, 4.000g C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>2</sub>, 0.100g C<sub>8</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>, 0.010g C<sub>10</sub>H<sub>12</sub>O<sub>3</sub>) para la simulación de las condiciones de remineralización naturalmente presentes en la cavidad bucal. Luego de cada exposición, el líquido de cada bebida se eliminó y se recolectó en un recipiente de plástico. Antes de iniciar el nuevo ciclo de desmineralización las muestras se lavaron con agua destilada y nuevamente fueron colocadas en las bebidas de estudio.

## **V.7. Microdureza superficial**

Los especímenes fueron llevados a un microdurómetro Vickers marca Leitz (Alemania), para la evaluación se realizaron tres medidas de microdureza en la superficie del espécimen que estuvo expuesto a cada sustancia. Se realizó una primera medición de la superficie de microdureza, antes y después de iniciar los ciclos experimentales. La prueba se realizó con 50 gr de presión por 5s.

Al concluir los ciclos experimentales se realizó una nueva medición de la superficie de microdureza usando la prueba Vickers con 50 gr de presión por 5 segundos.

## **V.8. Determinación del pH**

Todas las bebidas utilizadas en el experimento fueron adquiridas en un único establecimiento comercial, siendo el mismo lote de fabricación y periodo de validez no menor a 6 meses, a excepción del jugo del citrus aurantifolia (Limón), el cuál fue recolectado la misma semana de la ejecución de los ciclos erosivos.

Para el cálculo de pH se utilizó el potenciómetro 525A (Orion, Benchtop, Estados Unidos) el cual será previamente calibrado utilizando un electrodo de vidrio 9142BN (Thermo Scientific Orion, Estados Unidos).

El procedimiento para calibrar el potenciómetro incluyó los siguientes pasos: primero, se introdujo el electrodo a un vaso de vidrio con una solución buffer de pH 7; segundo, la sensibilidad del aparato fue ajustada a 95% y se realizó la calibración para evaluar el valor 7; tercero, el electrodo luego de ser removido fue lavado con agua destilada y secado; para finalizar, el electrodo se introdujo en otro vaso de vidrio con una solución buffer de pH 4. El procedimiento de calibración fue repetido, esta vez para evaluar el valor 4.

Para analizar el pH tanto de las bebidas que forman parte del estudio, se colocaron 30 ml de cada una de ellas a temperatura ambiente en frascos descartables respectivamente rotulados. Se realizaron 3 mediciones por grupo, en cada medida se empleó una bebida nueva. Los resultados fueron registrados en una ficha.

## **V.9. Determinación de la acidez titulable**

Para el cálculo de titularidad se empleó una solución estandarizada a base de hidróxido de sodio (NaOH). Se colocó 100 ml de cada bebida y grupo control dentro de un vaso de vidrio. Luego se determinó el pH inicial con un potenciómetro 525A (Orion, Benchtop, Estados Unidos). Seguidamente, en una pipeta, se agregó 0.1 ml de NaOH

a 0.5 mol/L hasta que el pH alcanzó un pH 7. Este procedimiento se realizó hasta que cada bebida alcanzó un valor de pH 7. Se realizaron 3 mediciones por grupo, en cada medida se empleó una bebida nueva. Finalmente se recolectaron los valores de titularidad en ml para cada bebida y se registraron en una ficha.

#### **V.10. Plan de análisis**

Se desarrolló un análisis univariado mediante los cálculos de media y desviación estándar. Para el análisis de los datos, se realizó un análisis univariado de las variables microdureza, pH y acidez titulable de los datos según las bebidas utilizadas.

Se comparará la diferencia de microdureza del esmalte inicial y final post inmersión en las bebidas. Se verificó la normalidad de los datos (Microdureza) y al presentar normalidad se utilizó la prueba de ANOVA y el post test de Tukey con un nivel de significancia de 0.05%, para ello se usó el programa Biostat Pro 5.9.8.

#### **V.11. Consideraciones éticas**

La presente investigación fue presentada al Comité Institucional de Ética de la UPCH y fue aprobada el 14 de agosto del 2017 .

## **VI. RESULTADOS**

Los valores de pH, acidez titulable y tipo de ácido se observan en la Tabla 1.

Los valores antes y después de la exposición se muestran en Tabla 2 y Gráfico 1. Se encontró que todas las sustancias disminuyeron la microdureza superficial del esmalte.

La comparación de las medias de la diferencia de microdureza del esmalte con la prueba ANOVA mostró que existen diferencias significativas. La prueba *post hoc* de Tukey evidenció que cuando el esmalte fue expuesto a limón los valores de microdureza disminuyeron significativamente ( $p < 0.05$ ), seguido de agua con xilitol y limón con xilitol y agua. No se encontró diferencias significativas entre ambos grupos ( $p > 0.05$ ) El agua destilada produjo significativamente la menor reducción de microdureza.

**Tabla 1.** Valores de pH, acidez titulable y tipo de ácido de las bebidas evaluadas

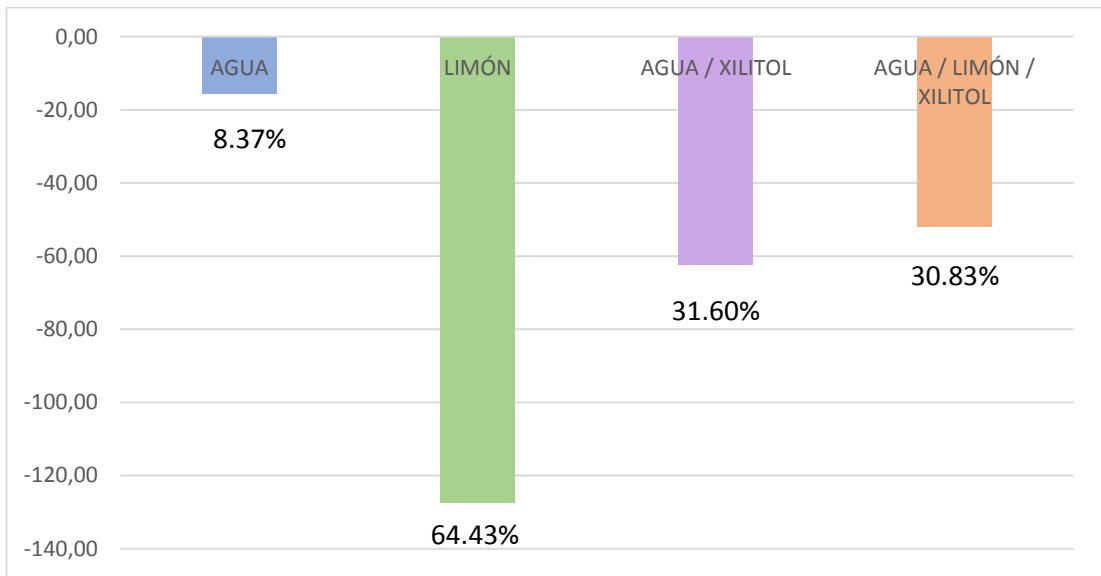
<b>BEBIDAS</b>	<b>pH (DE)</b>	<b>ACIDEZ TITULABLE (DE)</b>	<b>TIPO DE ÁCIDO</b>
<b>Limón</b>	2.114 (0.0229)	19.367 (0.0289)	Ácido cítrico
<b>Agua / Xilitol</b>	8.752 (0.0425)	0 (0)	-
<b>Agua / Limón / Xilitol</b>	2.540 (0.0106)	1.367 (0.0764)	-
<b>Agua destilada</b>	6.440 (0.0684)	0 (0)	-

SE : Desviación Estándar

**Tabla 2.** Microdureza superficial del esmalte antes y después de la exposición a bebidas (kg/mm<sup>2</sup>).

<b>BEBIDAS</b>	<b>MI(DE)</b>	<b>MF (DE)</b>	<b>DIFERENCIA(DE)</b>
<b>Limón</b>	197.95 (17.532)	70.41 (13.520)	-127.543 (-4.012)b
<b>Agua / Xilitol</b>	197.6 (14.161)	135.14 (17.742)	-62.461 (3.581)a
<b>Agua / Limón / Xilitol</b>	169.03 (35.455)	116.91 (19.563)	-52.112 (-15.891)a
<b>Agua destilada</b>	187.8 (16.163)	172.07 (18.615)	-15.722 (-2.452)c

Letras diferentes marcan diferencias significativas entre los grupos de estudio (p<0.05)



**\*Los porcentajes expresan los valores del % de la pérdida de dureza (%PPD)**

**Gráfico 1.** Distribución de la diferencia de microdureza superficial del esmalte expuesto a bebidas estudiadas.

## VII. DISCUSIÓN

Cada vez es más frecuente el consumo diario de frutas ácidas o jugos que contengan las mismas. Se sabe que las frutas, entre ellas los cítricos, son la base de la pirámide alimenticia de cualquier dieta equilibrada junto a verduras y hortalizas. Entre los beneficios de consumir una dieta basada en cítricos se encuentra el aporte de vitamina C, minerales, aceites esenciales, carotenoides, además de la actividad antioxidante de sus flavonoides.<sup>34</sup>

La dieta ha sido asociada como factor de riesgo para erosión o desgaste dental erosivo especialmente los alimentos y bebidas que presentan pH ácido.<sup>35</sup> En el presente estudio se encontró que el jugo de limón ocasionó la mayor pérdida de microdureza superficial, seguido del agua/xilitol y agua/limón/xilitol. Esto puede explicarse a que el limón presenta un pH ácido de 2.11 lo que ocasiona una disminución significativa en los valores de microdureza.

El limón es la tercera especie de cítricos más comercializada después de la naranja y la mandarina, con una producción total de más de 4.4 millones de toneladas durante la temporada 2001/2002. Argentina con 1.2 millones de toneladas es el mayor productor mundial de limones.<sup>22</sup> En Perú, según el Ministerio de Agricultura y Riesgo (MINAGRI), Piura es la ciudad con mayor producción a nivel nacional; la producción nacional anual en el año 2016 fue de 270000 toneladas, exportándose a países como Chile, Estados Unidos, Holanda y Bélgica.<sup>36</sup>

El limón presenta compuestos fenólicos (principalmente flavonoides) y otros nutrientes y no nutrientes (vitaminas, minerales, fibra dietética, aceites esenciales y carotenoides). Además, contiene ácido cítrico 5-6 g/100 ml.<sup>38</sup> El ácido cítrico forma parte de la composición de frutas y jugos de frutas como el limón y la naranja.<sup>38</sup> Éste ácido está fuertemente relacionado con la erosión del esmalte y dentina confiriéndole

el potencial erosivo <sup>39</sup> no solo por presentar un pH ácido sino también debido a la capacidad de quelación con el calcio, aumentando su capacidad erosiva. <sup>40</sup>

Existen diversos indicadores que pueden determinar el potencial erosivo de una bebida. Barbous y Rees (2006) mencionan que los indicadores más importantes son el pH, acidez titulable y el tipo de ácido. <sup>41</sup>

Está establecido que toda bebida natural o industrializada con un pH inferior a 5.5 es potencialmente erosiva para el esmalte dental.<sup>42</sup> En el presente estudio el pH del limón fue de 2.11, agua/xilitol de 8.75, agua/limón/xilitol de 2.54, agua destilada de 6.440. Marqués *et al.* (2016) establecieron que el pH del limón se encuentra entre 1.8-2.4, mientras que Bartlett (2009) establece el pH del limón en 2.

Diferentes frutas ácidas se han relacionado al potencial erosivo sobre el esmalte dental, el limón es una de las frutas más ácidas en comparación con otras frutas. Sabyasachi *et al.* (2011) determinaron el pH del jugo de lima en 4.5, jugo de granada 4.4, jugo de manzana 3.3 y el jugo de guayaba 3.1, estableciendo en base al pH un alto potencial erosivo contra el esmalte de los mencionados jugos.<sup>43</sup>

Nirmala (2011) comparó el pH de diferentes jugos de frutas y su relación con la erosión de esmalte, encontrando que el jugo piña presentaba un pH de: 3.30, jugo de uva pH:3, jugo de caña pH:4.20, jugo de naranja pH:3.26, jugo de limón dulce pH:3.50, jugo de mango pH:4.20, jugo de granada pH:3.06, jugo de manzana pH:5.25, jugo de zapote pH:4.80, y el jugo de sandía pH:3.80, todos por debajo del pH crítico, proporcionándoles un alto potencial erosivo.<sup>44</sup>

Así también, Bartlett (2009) indica el pH de algunas frutas clasificándolo en niveles de erosividad: alto nivel de erosividad se encuentran frutas como limón y lima con un pH 2, nivel medio de erosividad encontramos la naranja con pH 3.7, uvas pH 3.5,

fresas pH 3.2 y las manzanas pH 3.3 y con un nivel bajo de erosividad encontramos a las peras con un pH 4.3. <sup>45</sup>

El ciclo de desmineralización- remineralización (DES-RE) es continuo y variable. A un pH salival de 6.2- 6.8, los cristales de hidroxiapatita se encuentran íntegros y sin alteraciones; cuando baja el pH de la saliva por debajo de 5.5, los minerales del cristal se disocian y se difunden hacia el medio externo, el cuál se encuentra subsaturado de calcio y fosfato. Esta desmineralización no es constante, ya que por la capacidad *buffer* de la saliva el medio ácido se estabiliza condicionando un ingreso de los minerales al esmalte y dentina, ocurriendo la remineralización. Mientras el proceso se mantenga en equilibrio, no habrá pérdida ni ganancia de minerales, sin embargo, cuando el equilibrio se rompe a favor de la desmineralización, ocasiona pérdida de sustancias en el esmalte. <sup>46</sup>

En el caso del ácido cítrico y el ácido acético presentan una interacción más compleja con la estructura dental. Existe un proceso de quelación que ocurre por aniones que pueden unirse al complejo de calcio. En presencia de agua existe una mezcla de iones de hidrógeno, aniones ácidos (citrato) y moléculas de ácido no disociadas; las cantidades están determinadas por la constante de disociación ácida y el pH de la solución. El ion de hidrógeno se comporta atacando directamente la superficie del cristal. Más allá del efecto del ion hidrógeno, el anión citrato puede unirse con el calcio y también eliminarlo de la superficie del cristal. Cada anión ácido tiene una fuerza diferente de unión al calcio que depende de la estructura de la molécula y de cuán fácilmente puede atraer al ion calcio. En consecuencia, los ácidos como el cítrico tienen acción doble y son muy perjudiciales para la superficie del diente. Cuanto más fuerte sea el enlace, más probable es que el anión secuestre calcio de la superficie mineral de apatita y lo convierta en solución. <sup>47</sup>

Después de un ataque ácido, la saliva amortigua el pH a neutro, en este caso, el calcio y el fosfato de la saliva u otras fuentes pueden causar remineralización y, en presencia de suficiente fluoruro recupera mineral. Sin embargo, si sigue un desafío de erosión severa, puede superar la protección y erosionar directamente la superficie, especialmente si hay un quelante, como el ácido cítrico.<sup>45</sup>

Por otro lado, en relación a la acidez titulable, el cuál es otro indicador que determina el potencial erosivo, autores como Resende (2010) argumenta que la capacidad desmineralizante de una bebida ácida también dependerá de su acidez titulable, que es la habilidad para mantener el pH neutral estable. Las bebidas con mayor acidez titulable mantienen el medio bucal ácido por más tiempo, por lo tanto, pueden producir mayor desmineralización, antes del proceso de neutralización del pH. La cinética de desmineralización dependerá del tipo de ácido y la concentración del mismo contenido en la bebida.<sup>40</sup>

Sin embargo, las bebidas que contienen ácido cítrico son clasificadas como bebidas con alto potencial erosivo, cuando se las compara con las bebidas carbonatadas que presentan ácido fosfórico en base a los valores de acidez titulable.<sup>20</sup>

La acidez titulable de diversas bebidas ha sido evaluada, entre las frutas podemos mencionar a Carabao 5.7 ml<sup>41</sup>, jugo de Guayaba 1.7 ml<sup>41</sup>, pulpa de Camu Camu 1.08 ml, entre los jugos envasados se encuentra el jugo de naranja Minute Maid 26.3 ml<sup>21</sup>. Para las bebidas gasificadas como la Coca Cola Classic fue de 9.11 ml<sup>20</sup> y para la Coca Cola Diet de 9.57 ml<sup>20</sup>; entre las bebidas energizantes se encontraron al Red Bull con 28.99 ml<sup>20</sup>, bebidas deportivas como Gatorade fue de 10.26 ml<sup>20</sup>; para bebidas alcohólicas encontramos a Pilsen y Cristal ambas con 0.7 ml<sup>48</sup>, y en el grupo de té encontramos los té herbales, que varía entre 3.18-3.78 ml<sup>49</sup>, el té tradicional de

limón de 19.83 ml, mientras que el té verde por el pH alcalino presenta la acidez titulable cercana al cero.

Podemos observar en el presente estudio que el limón tuvo una acidez titulable de 19.36 ml muy similar al del té tradicional de limón, evidenciando que el limón presenta un alto potencial erosivo debido a que permanece en el medio bucal por más tiempo favoreciendo a una mayor desmineralización.

Cuando se evalúa el grupo agua/limón/xilitol y agua/xilitol se puede observar una disminución de la microdureza en 30.83 % y 31.60 % respectivamente comparado con el grupo de sólo limón con una pérdida de 64.43%. Esto puede explicarse debido a la menor o nula presencia del limón, por lo tanto, existe menor disponibilidad de iones hidrógeno y citrato lo cual condiciona a una menor desmineralización del esmalte.<sup>50</sup>

Es importante señalar que las bebidas que presentan xilitol, independientemente de la presencia de limón, también mostraron una pérdida de microdureza superficial mostrando un efecto desmineralizante.

Chunmuang *et al* (2007) determinaron los efectos anti-erosivos del xilitol, fluoruro y combinación de ambos, usados como aditivos a un jugo de naranja o utilizados como enjuague posterior a la exposición al jugo. El uso de xilitol, fluoruro o la combinación de ambos como aditivo al jugo de naranja no tuvo efecto, pero pudo reducir la desmineralización de forma más efectiva que colocarlo posterior a la exposición del jugo. Es importante señalar que cuando el esmalte fue expuesto al jugo de naranja luego al xilitol 40% no redujo la pérdida de mineral.<sup>51</sup>

Rochel *et al.* (2011) mostraron que un dentífrico de xilitol al 10% fluorado (1030 ppm F) fue capaz de proteger el esmalte contra la erosión con o sin abrasión<sup>52</sup>. Sin embargo,

Cardoso *et al.* (2014) encontraron que los barnices de xilitol/NaF y solo NaF mostraron la misma capacidad para reducir la desmineralización del esmalte. Sin embargo, la presencia de xilitol en el barniz de fluoruro no incrementó la capacidad de protección contra la pérdida de minerales.<sup>53</sup>

Miake *et al.* (2003) informa que el xilitol podría tener un efecto beneficioso sobre la reducción de la pérdida de minerales debido a su capacidad para formar complejos de calcio con saliva que facilita la disponibilidad de iones de calcio.<sup>50</sup> Por lo tanto, el xilitol podría potenciar la inhibición de la disolución de iones de calcio y fosfato en desafíos erosivos/abrasivos.<sup>54,55</sup>

El metabolismo de la sacarosa y xilitol ha sido ampliamente estudiado para un modelo de caries dental. En el caso de la sacarosa los microorganismos la metabolizan y como producto del mismo se generan ácidos que inician el proceso de desmineralización. Estos microorganismos presentes en la cavidad bucal incluido el *Streptococo mutans*, no tienen enzimas que les permitan utilizar el Xilitol como fuente de energía y, por lo tanto, no pueden producir ácidos a partir de este como ocurre con la sacarosa. Por ello, el pH de la placa dental bacteriana no desciende, sino por el contrario se eleva, asociado también a la estimulación del flujo salival que provoca el Xilitol. Por lo que se inhibe la desmineralización de la superficie dentaria y se estimula su remineralización. Todo esto conduce a una disminución del riesgo de caries dental.<sup>56</sup>

En el presente estudio no se encontró un efecto beneficioso del xilitol si no más bien su presencia redujo la microdureza superficial del esmalte dental. No se encontró diferencias significativas de la microdureza superficial en los grupos de agua/limón/xilitol y agua/xilitol a pesar de que el grupo agua/xilitol/limón presentó un pH de 2.54.

Es importante destacar que en el grupo de agua destilada se observó pérdida de microdureza superficial de 8.37% esto podría explicarse debido a que el pH del agua destilada fue de 6.44 observándose una leve acidificación. A pesar que el agua utilizada fue renovada diariamente durante todo el estudio cuando se expone con el aire absorbe CO<sub>2</sub> del ambiente y de esta manera disminuye el pH.<sup>57</sup>

Una limitación del estudio fue el no contar con un grupo limón/agua, ya que al no observar diferencias significativas entre el grupo agua/xilitol y agua/limón /xilitol no se puede evidenciar el efecto específico del limón o xilitol. Lo que se puede evidenciar es que ambas sustancias que contenían xilitol redujeron la microdureza superficial del esmalte.

Basados en estos hallazgos el limón y el xilitol presentan potencial de desmineralización. Más estudios se deben realizar para comprender su mecanismo de acción, más aún en el caso del xilitol, la función de la saliva en el medio bucal y su impacto sobre la superficie dental.

## **VIII. CONCLUSIONES**

1. El limón presenta un alto potencial erosivo en el esmalte.
2. El limón ocasiona la mayor pérdida de microdureza superficial del esmalte.
3. El xilitol redujo la microdureza superficial del esmalte dental independientemente de la presencia de limón.

## **IX. RECOMENDACIONES**

- 1.** Potenciar la línea de investigación del mecanismo del xilitol en diferentes situaciones para poder comprender su efecto sobre las estructuras dentales en el medio ambiente bucal y con exposiciones frecuentes a diferentes tipos de ácidos.
- 2.** Desarrollar y evaluar otras sustancias que nos permitan neutralizar el efecto de sustancias ácidas para disminuir el riesgo de la exposición a ácidos que nos condicionan lesiones de erosión.

## X. REFERENCIAS

1. Luissi A, Jaggi T, Scharer S. The influence of different factors on in vitro enamel erosion. *Caries Res* 1993; 27:387-93.
2. Grippo JO, Simring M, Schreiner S. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited. A new perspective on tooth surface lesions. *J Am Dent Assoc* 2004;135(8):1109-18.
3. Grippo J. Biocorrosion Vs. Erosion: The 21st Century and a Time to Change. *Compedium* 2012; 33(2).
4. Chávez A, Henostroza G. Diagnóstico clínico de la caries. En: Henostroza G *et al.* Diagnóstico de caries dental. 2005;13-27.
5. Imfeld T. Dental Erosion. Definition, Classification and links. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104:151-5.
6. Young A, Amaechi BT, Dugmore C, Holbrook P, Nunn J, Schiffner U, Lussi A, Ganss C. Current erosion indices-flawed or valid. *Clin Oral Investig* 2008; 12:59-63.
7. Grippo JO, Simring M, Schreiner S. Attrition, abrasion, corrosion and abfraction revisited: A new perspective on tooth surface lesions. *J Am Dent Assoc* 2004; 135(8):1109-18.
8. Dugmore CR, Rock WP. A multifactorial analysis of factors associated with dental erosion. *Br Dent J* 2004; 196(5):283-6.
9. Liñán Durán C, Meneses López A, Delgado Cotrina L. Evaluación in vitro del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. *Rev. Estomatol Herediana* 2007;17(2):58-62.
10. Buzalaf M, Hannas A, Katto M. Saliva and dental erosion. *J Appl Oral Sci.* 2012; 20(5):493-502.
11. Eccles JD, Jeukins WG. Dental erosion and diet. *J dent.*1974;2:153-159.
12. Eccles JD. Tooth surface loss from abrasión, attrition and erosión. *Dental Update.* 1982; 9: 373-381.
13. Huew R, Waterhouse P, Moynihan P, Kometa S, Maguire A. Dental erosion and its association with diet in Libyan schoolchildren. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2011;2(5): 234-40.
14. Blacker S, Chadwick R. An in vitro investigation of the erosive potential of smoothies. *Bri Dent J.* 2013; 9(4):172-3
15. Moazzez R, Smith BG, Bartlett DW. Oral pH and drinking habit during ingestion of a carbonated drink in a group of adolescents with dental erosion. *J Dent.* 2000;28(6):395-7.
16. Shellis RP, Finke M, Eisenburger M, Parker DM, Addy M. Relationship between enamel erosion and liquid flow rate. *Eur J Oral Sci.* 2005 Jun;113(3):232-8.
17. Jensdottir T, Holbrook P, Nauntofte C, Buchwald C, Bardow A. Immediate Erosive Potential of Cola Drinks and Orange Juices. *J Dent Res.* 2006.85(3):226-230.
18. Ehlen LA, Marshall T, Qian F, Wefel J, Warren J. Acidic beverages increase the risk of in vitro tooth erosion. *Nutr Res.* 2008;28(5):299-303.
19. Trivedi K, Bhaskar V, Ganesh M, Venkataraghavan K, Choudhary P, Shah S y col. Erosive potential of commonly used beverages, medicated syrup, and their effects on dental enamel with and without restoration: An in vitro study. *J Pharm Bioall Sci* 2015; 7:474-80.
20. López O, Cerezo M. Potencial erosivo de las bebidas industriales sobre el esmalte dental. *Rev. Cubana Salud Pública.* 2008; 34(4):1-9.
21. Owens BM, Mallette JD and Phebus JG. Effects of Carbonated Cola Beverages, Sports and Energy Drinks and Orange Juice on Primary and Permanent Enamel Dissolution. *Austin J Dent.* 2014;1(1):1-6.
22. E. González-Molina, R. Domínguez-Perles, D.A. Moreno, C. García-Viguera .Natural bioactive compounds of *Citrus limon* for food and health. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis* 51.2010; 327-345.

23. Zimmer S, Kirchner G, Bizhang M, Benedix M. Influence of various acidic beverages on tooth erosion. Evaluation by a new method. PLoS One. 2015 Jun 2;10(6).
24. Seow WK, Thong KM. Erosive effects of common beverages on extracted premolar teeth. Aust Dent J. 2005;50(3):173-8.
25. Von Fraunhofer JA, Rogers MM. Effects of sports drinks and other beverages on dental enamel. Gen Dent. 2005;53(1):28-31.
26. Peldyak J, Mäkinen KK. Xylitol for caries prevention. J Dent Hyg. 2002; 76(4):276- 85.
27. Burt BA. The use of sorbitol and xylitol sweetened chewing gum in caries control. JADA 2006; 137:190-6.
28. Foster H, Quadbeck R, Gottsein U. Metabolic tolerance to high doses of oral xylitol. Inter Journal Vit Nutr Res 1982; 22:67-88.
29. Kitchens DH. Xylitol in the prevention of oral diseases. Spec Care Dentist. 2005; 25(3):140-4.
30. Makinen KK. Can the pentitol-hexitol theory explain the clinical observations made with xylitol. Medical Hypotheses. 2000; 54 (4): 603-613.
31. Makinen KK. The rocky road of xylitol to its clinical application. J Dent Res. 2000a; 79(6): 1352-55.
32. Zhan L, Cheng J, Chang P, Ngo M, Denbesten PK, Hoover CI, Featherstone JD. Effects of xylitol wipes on cariogenic bacteria and caries in young children. J Dent Res. 2012.
33. Cardoso C, de Castilho A, Salomao P, Costa A, Magalhães A, Buzalaf M. Effect of Xylitol varnishes on remineralization of artificial enamel caries lesions in vitro. J Dent 2014; 42:1495-1501.
34. Tuncer D, Onen A, Yazici AR. Effect of chewing gums with xylitol, sorbitol and xylitol-sorbitol on the remineralization and hardness of initial enamel lesions in situ. Dent Res J 2014;11(5):537-43.
35. Salas MMS, Nascimento GG, Vargas-Ferreira F, Tarquinio SBC, Huysmans MC, Demarco FF. Diet influenced tooth erosion prevalence in children and adolescents: Results of a meta-analysis and meta-regression. J Dent. 2015; 43:865-75.
36. Ministerio de Agricultura y Riesgo (MINAGRI). Boletín Informe del Limón. 2017
37. E. González-Molina, R. Domínguez-Perles, D.A. Moreno, C. García-Viguera. Natural bioactive compounds of *Citrus limon* for food and health. Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis 2010; 51:327–345
38. Somayeh Sadat Fakoor Janati, Hamed Reza Beheshti, Javad Feizy, Niloofar Khoshbakht Fahim. Chemical composition of lemon (*Citrus limon*) and peels its considerations as animal food. GIDA.2012;37(5): 267-271.
39. Attin T, Weiss K, Becker K, Buchalla W, Wiegand A. Impact of modified acidic soft drinks on enamel erosion. Oral Diseases 2005; 11: 7-12.
40. Resende J, Costa V, Furtado DC, Pedroso C. Aspectos físico-químicos relacionados ao potencial erosivo de bebidas ácidas. RFO 2010;15(3):325-30.
41. Barbour ME, Rees GD. The role of erosion, abrasion and attrition in tooth wear. J Clin Dent. 2006;17(4):88-93.
42. Miller W, Experiments and observations on the wasting of tooth tissue variously designated as erosion, abrasion, chemical abrasion, and denudation. Dent Cosmos 2007;49: 225-47.
43. Sabyasachi S, Venkatarayappa G, Shivkumar S, Kumar S. Effect of commonly consumed fresh fruit juices and commercially available fruit juices on pH of saliva at various time intervals. J of Int Dent and Med Res. 2011.
44. Nirmala S V S G, A comparative study of pH modulation and trace elements of various fruit juices on enamel erosion: An in vitro study. J Indian Soc Pedod Prev Dent. 2011. Jul-sep; 29 (3):205-15.

45. Barlett D. Etiology and prevention of acid erosion. *Compend Contin Educ Dent.* 2009 Nov-Dec;30(9):616-20.
46. Castellanos JE, Marín LM, Úsuga MV, Castiblanco GA, Martignon S. La remineralización del esmalte bajo el entendimiento actual de la caries dental. *Univ Odontol.* 2013; 32(69): 49-59.
47. Lissera R, Luna Maldonado E, Battellino LJ. Relación entre capacidad erosiva de jugos y bebidas y cambios en la permeabilidad del esmalte dentario humano. *Med Oral* 2003;2: 53-59.
48. Vargas S, Delgado L. Evaluación in vitro del potencial erosivo sobre el esmalte humano de cervezas y piscos de consumo en la ciudad de Lima. [Tesis de especialidad] UPCH, Lima-Perú, 2016.
50. Miake Y, Saeki Y, Takahashi M, Yanagisawa T. Remineralization effects of xylitol on demineralized enamel. *J Electr Microsc* 2003; 52: 471–6.
51. Chunmuang S, Jitpukdeebodindra S, Chuenarrom C, Benjakul P. Effect of xylitol and fluoride on enamel erosion in vitro. *J Oral Sci.* 2007;49(4):293-7.
52. Rochel ID Souza JG, Silva TC, Pereira AF, Rios D, Buzalaf MA, Magalhães AC. Effect of experimental xylitol and fluoride-containing dentifrices on enamel erosion with or without abrasion in vitro. *J Oral Sci.* 2011;53(2):163-8.
53. Cardoso C, de Castilho A, Salomao P, Costa A, Magalhães A, Buzalaf M. Effect of Xylitol varnishes on remineralization of artificial enamel caries lesions in vitro. *J Dent* 2014; 42:1495-1501.
54. Arends J, Christoffersen J, Schuthof J, Smits MT Influence of xylitol on demineralization of enamel. *Caries Res* 1984. 18, 296-301.
55. Arends J, Smits M, Ruben JL, Christoffersen J. Combined effect of xylitol and fluoride on enamel demineralization in vitro. *Caries Res.* 1990; 24:256- 257.
56. Kemmer F. *The Nalco Water Handbook.* 1993.
57. Núñez D, García L. *Revista Habanera de Ciencias Médicas* 2010:9(2):156-166.



## ANEXOS

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo	Indicadores	Escala de medición	Valores y categorías
Bebidas Experimentales (Variable independiente)	Líquido que se bebe.	Líquidos utilizados en el estudio	Cualitativa	Tipo de bebida	Nominal	G1: limón G2: Agua + Xilitol G3: Agua+ limón + xilitol G4: Agua Destilada
Microdureza (Variable dependiente)	Grado de resistencia a la deformación plástica de la superficie de un material.	Dureza de la superficie del esmalte, antes y después de la exposición a las bebidas.	Cuantitativa	Valor de dureza especificado o por el microdurómetro	Razón	kgf·mm <sup>2</sup> (HV)
pH (Covariable)	Es la medida de alcalinidad o acidez de una solución.	Acidez de las bebidas.	Cuantitativa	Parámetros de 0 a 14	De razón	Ácido, Base y Neutro
Acidez Titulable (Covariable)	Cantidad de base necesaria para que un producto llegue a un pH neutro.	Habilidad para mantener el pH neutral estable	Cuantitativo	NaOH	De razón	MI