



**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

**Determinación del pH y Contenido Total de Azúcares de Varias Bebidas No**

**Alcohólicas: su Relación con Erosión y Caries Dental**

**Hwadam Suh**

**Estefanía Rodríguez, Dra. Especialista en Prótesis Bucal e**

**Implantología, Directora de Tesis**

Tesis de Pregrado presentada como requisito para la obtención del título de Odontóloga

Quito, Mayo de 2013

**UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO**

**Colegio de Ciencias de la Salud**

**HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS**

**Determinación del pH y Contenido Total de Azúcares de Varias Bebidas No**

**Alcohólicas: su Relación con Erosión y Caries Dental**

**Hwadam Suh**

Dra. Estefanía Rodríguez  
Directora de Tesis

\_\_\_\_\_

Dra. Johanna Monar Coloma  
Directora de Investigación

\_\_\_\_\_

Dra. María Eugenia Browne  
Miembro del Comité de Tesis

\_\_\_\_\_

Dra. Cristina Burbano  
Miembro del Comité de Tesis

\_\_\_\_\_

Dra. Sofía Mantilla  
Miembro del Comité de Tesis

\_\_\_\_\_

Dr. Fernando Sandoval  
Decano de la Facultad de Odontología

\_\_\_\_\_

Quito, Mayo de 2013

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política. Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art.144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma:

-----

Nombre: Hwadam Suh

C. I.: 091924825-2

Fecha: 16/05/2013

## DEDICATORIA

Primeramente, a Dios por su amor eterno e incondicional que me ha ofrecido durante todos los años de mi vida. Él me enseñó el propósito de vida y me guió hacia el Ecuador, un país bendecido. Le agradezco por todas aquellas personas que forman parte de mi vida, que me han dado mucho amor, apoyo y comprensión. Él estuvo a mi lado en todo momento y formó lo que soy hoy en día, Él es el razón de mi ser.

A mis padres quienes me han dado amor y apoyo incondicional. Por su confianza absoluta he logrado avanzar paso a paso hasta lograr mis sueños; siempre han sido un ejemplo de firmeza, honestidad, constancia y modestia. Me ofrecieron una vida plena en todo aspecto, y son símbolo de vida. Me siento afortunada de haber nacido como su hija y son orgullo para mí. A mis hermanas Juhee, Munkyo y Nammi, quienes forman parte de mi vida y nada hubiese sido posible si no fuese por su amor y compañía. Les agradezco por todas las risas, las discusiones, las lágrimas y las penas que hemos compartido juntas. Son la luz y alegría de mi vida.

Mis profesores quienes me han enseñado con tanto amor y paciencia; no sólo los conocimientos para ser un doctor de alto nivel académico, pero ser un doctor con un buen corazón y con deseo de conocer al paciente y tratar a los pacientes con cariño, paciencia y perseverancia.

Por último, a mis amigas que han sido parte de mi ser y a mi gran amigo Juyoung, quien me ha acompañado, apoyado y ayudado para terminar mi tesis.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco a mis profesores por ser el símbolo de dedicación, perseverancia, sabiduría, firmeza y moralidad. Soy el fruto de sus esfuerzos interminables, de su amor y dedicación, les agradezco por haber sido excelentes guías académicas y a la vez amigos. Ellos, con sus conocimientos, experiencia, paciencia y motivación han sido la base fundamental de mi formación como profesional.

Agradezco especialmente a mis profesoras Estefanía Rodríguez y Johanna Monar, mi directora de tesis y de investigación, quienes impartieron en mí muchos conocimientos y bajo sus estrictas direcciones supo guiarme para culminar mi tesis.

Agradezco a Carolina Andino, la asistente académica del laboratorio de Alimentos de la USFQ, quien me encaminó con paciencia para hacer posible este estudio.

## RESUMEN

El objetivo del estudio fue determinar los valores de pH y el contenido total de azúcares de diferentes bebidas ácidas y dulces, dada su relación con la aparición de erosión y caries dental.

**Materiales y método:** Se utilizó 23 bebidas: 2 aguas (agua destilada, grupo control, y agua sin gas de Dasani), 5 refrescos gaseosos (Coca-Cola, Coca-Cola Light, Coca-Cola Zero, Sprite y Sprite-Zero), 2 jugos naturales de frutas (naranja y limonada), 4 jugos industriales (Vivant Storm naranja y limón, del Valle de naranja y de limón), 5 bebidas energizantes (Red Bull, Monster, Cult sin azúcar, Cult y V220), 2 bebidas deportivas (Gatorade y Powerade, ambos sabor a uva), y 3 téis industriales (Fuze tea limón y té negro y Snapple té verde). Estas bebidas fueron sometidas a pruebas químico-analíticas para determinar el pH y el nivel de azúcar. Se utilizó el potenciómetro para determinar el pH y el refractómetro de Abbe para determinar el índice de refracción, cantidad de sacarosa, en los jugos naturales de frutas y los grados Brix (°Brix) o la cantidad total de azúcar en las bebidas industriales. Los resultados fueron sometidos a un análisis comparativo.

**Resultados:** El pH de las bebidas utilizadas están en un rango entre 2,30 y 3,40, a excepción del agua destilada (grupo control) y agua sin gas de Dasani con 6,54 y 6,23 respectivamente. La bebida con pH más ácido fue la Coca-Cola (2,30) y la menos ácida fue el Sprite (3,40), ambas pertenecientes al grupo de las bebidas gaseosas. El contenido de azúcar de la mayoría de las bebidas fue alto, sobre los 25 gramos en un envase de ½ L, que es la ingesta recomendada de azúcar al día. Las bebidas más dulces fueron la limonada y el energizante Monster, ambos con 63 gramos en ½ L y el agua destilada, el agua sin gas de Dasani, la Coca-Cola Light y Sprite-Zero tuvieron 0 gramos de sacarosa/azúcar. La bebida con pH más bajo y con mayor cantidad de azúcar fue la limonada.

**Conclusión:** La mayoría de las bebidas analizadas presentan un nivel de pH inferior al pH crítico (5,5) para iniciar la desmineralización del esmalte dental y por consiguiente, la erosión dental, y niveles de azúcar altos con valores asociados a la aparición de caries.

PALABRAS CLAVE: pH, bebidas no alcohólicas, azúcar, sacarosa, erosión dental, caries.

**ABSTRACT**

The aim of the study was to determine the values of pH and total content of sugar in different acidic and sweet drinks, as it relates to the appearance of dental erosion and tooth decay.

**Materials and Methods:** 23 drinks were used: 2 waters (distilled water, control group, and Dasani water without gas), 5 soft drinks (Coca-Cola, Diet Coke, Coca-Cola Zero, Sprite and Sprite-Zero), 2 natural fruit juices (orange and lemonade), 4 industrial fruit juices (Storm Vivant orange and lemon, de Valle orange and lemon), 5 energy drinks (Red Bull, Monster, Cult sugar free, Cult and V220), 2 sports drinks (Gatorade and Powerade, both grape flavor), and 3 industrial teas (Fuze lemon tea and black tea, and Snapple green tea). These drinks were tested for pH and sugar content chemical-analytically. The potentiometer was used to determine the pH and the refractometer of Abbe for determining the refractive index, the amount of sucrose in the natural fruit juices, and degrees Brix ( $^{\circ}$  Brix) or the total amount of sugar in the beverage industry. The results were subjected to a comparative analysis.

**Results:** The pHs of the beverages were between 2.30 and 3.40, except for distilled water (control group) and Dasani water without gas, 6.54 and 6.23 respectively. The most acidic beverage was Coca-Cola (2.30) and the least acid was the Sprite (3.40), both belonging to the group of soft drinks. The sugar content of most drinks was high, about 25 grams in a  $\frac{1}{2}$  liter container, which is the recommended intake of sugar a day. The sweetest drinks were the lemonade and Monster, the energizer with 63 grams in  $\frac{1}{2}$  liter and distilled water, Dasani water without gas, Coca-Cola Light and Sprite-Zero had 0 grams of sucrose/sugar. The beverage with the lowest pH and highest sugar content was the lemonade.

**Conclusion:** Most beverages analyzed presented a pH level below the critical pH (5.5) to initiate the demineralization of tooth enamel and thus dental erosion, and high level of sugar associated with dental caries.

**KEY WORDS:** pH, non-alcoholic beverages, sugar, sucrose, dental erosion, caries.



**TABLA DE CONTENIDO**

Portada .....	2
Hoja de Aprobación.....	3
Derecho de autor.....	4
Dedicatoria.....	5
Agradecimientos.....	6
Resumen.....	7
Abstract.....	8
Tabla de contenido.....	9
Lista de figuras.....	13
Lista de tablas.....	14
Lista de gráficos .....	18
Lista de abreviaturas .....	19

1. INTRODUCCIÓN.....	20
2. OBJETIVOS.....	24
2.1. Objetivo general.....	24
2.2. Objetivos específicos.....	24
3. JUSTIFICACIÓN.....	26
4. HIPÓTESIS.....	29
5. MARCO TEÓRICO.....	30
5.1. Composición de la estructura dental .....	30
5.2. Saliva .....	35
5.3. Xerostomía .....	40
5.4. La película salival adquirida .....	45
5.4.1. Influencia del cepillado y de los dentífricos en la película adquirida ....	46
5.5. Mecanismos desmineralizadores y remineralizadores.....	46
5.5.1. Desmineralización .....	47
5.5.1.1. Los agentes desmineralizadores .....	48

5.5.2. Remineralización .....	48
5.6. Lesiones No Cariosas (LNC) .....	49
5.6.1. Clasificación de LNC .....	51
5.6.2. Factores que influyen en el potencial de erosión dental al respecto a alimentos y bebidas .....	54
5.6.3. Agentes etiológicos y mecanismos que ocasionan la pérdida de la estructura dental en las LNC .....	55
5.7. Características de las lesiones causadas por erosión .....	56
5.7.1. Localización de la lesión versus origen del ácido .....	57
5.7.2. Lesión activa versus lesión inactiva .....	61
5.7.3. Lesión no cariosa versus lesión cariosa .....	61
5.7.4. Lesión no cariosa por erosión versus cálculo dental .....	63
5.8. Etiología extrínseca: alimentos ácidos .....	64
5.8.1. Tipos de ácidos .....	65
5.8.2. Concentración .....	67
5.8.3. Factores que pueden influir en el potencial erosivo de los alimentos ...	67
5.8.4. Bebidas	
5.8.4.1. Bebidas no alcohólicas .....	69
5.8.4.2. Bebidas alcohólicas .....	71
5.8.4.3. Otros productos .....	72
5.8.5. Otros ácidos de origen extrínseco .....	72
5.8.5.1. Erosión por ácidos de origen de medicamento .....	72
5.8.5.2. Erosión por acción de productos orales de uso tópico .....	74

5.8.5.3. Erosión por ácidos de origen ambiental/ocupacional .....	74
5.9. Lesiones no cariosas: diagnóstico y prevención .....	74
5.10. Tratamiento de LNC .....	77
5.11. Caries .....	79
5.12. Método para el análisis químico de las bebidas en su grado de acidez y nivel de azúcar .....	82
5.12.1. Química analítica .....	82
5.12.1.1. pH .....	83
5.12.1.2. Contenido total de sólidos solubles (CTSS) .....	83
5.12.1.2.1. Escala de brix o grados brix ( $^{\circ}\text{Bx}$ ) .....	84
5.12.1.2.2. Índice de refracción .....	84
5.12.2. Instrumentos .....	85
5.12.2.1. Potenciómetro .....	85
5.12.2.2. Refractómetro de Abbe .....	85
<b>6. MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>	<b>87</b>
6.1. Diseño de estudio .....	87
6.2. Metodología .....	87
6.2.1. Criterios de inclusión .....	87
6.2.1.1. Bebidas envasadas .....	87
6.2.1.2. Bebidas no envasadas .....	87
6.2.2. Criterios de exclusión .....	88
6.2.2.1. Bebidas envasadas .....	88
6.2.2.2. Bebidas no envasadas .....	88

6.3. Materiales .....	89
6.4. Metodología .....	90
6.4.1. Preparación de las muestras .....	90
6.4.2. Análisis químico de las muestras .....	90
6.4.2.1. Medición de pH .....	90
6.4.2.2. Medición del contenido de azúcares .....	91
6.4.2.2.1. Medición de grados Brix (°Bx) .....	91
6.4.2.2.2. Medición del índice de refracción .....	92
6.4.3. Cálculos y conversión de unidades de medidas .....	93
6.4.3.1. Obtención del porcentaje de sacarosa (m/m) de las bebidas a partir del índice de refracción .....	93
6.4.3.2. Obtención del porcentaje total de azúcar de las bebidas a partir de grados Brix (°Bx) .....	94
6.4.3.3. Conversión de porcentaje de sacarosa/azúcar (m/m) a gramos de sacarosa/azúcar en 100 gramos solución y en 1 L de solución .....	95
6.4.3.4. Conversión de gramo de sacarosa en ½ L y ¼ L de las soluciones .....	97
7. RESULTADOS .....	100
8. DISCUSIÓN .....	104

9. CONCLUSIONES .....	113
10. RECOMENDACIONES .....	114
11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	116

**LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Esmalte dental humano .....	30
Figura 2. Zonas más ricas de cada una de las apatitas .....	31
Figura 3. Tipos de apatita que se encuentran en los tejidos dentales.....	32
Figura 4. Relaciones del esmalte con el cemento: casos de Choquet.....	33
Figura 5. Proceso de erosión.....	39
Figura 6. Signos asociados a xerostomía .....	40
Figura 7. Algunos medicamentos que causan la xerostomía .....	41
Figura 8. Imagen de erosión en la superficie palatina de las piezas 11, 12 & 13 .....	54
Figura 9. Clasificación de las LNC en función de la localización .....	57
Figura 10. Paciente con historia de bulimia que presenta erosión dental.....	58
Figura 11. Paciente diagnosticado de bulimia nerviosa .....	58
Figura 12. El patrón típico de una erosión dental avanzada en la cara oclusal .....	59
Figura 13. Erosión dental parcial .....	59
Figura 14. Erosión dental total de una paciente diagnosticado con bulimia .....	60
Figura 15. Lesión cervical redondeada resultante del ácido ascórbico .....	60
Figura 16. Paciente con LNC por bruxismo y consumo de frutas cítricas y vinagre .....	61

Figura 17. Interrelación entre lesión no cariosa, caries y cálculo .....	64
Figura 18. Diagnóstico de caries interproximal.....	80
Figura 19. Potenciómetro digital .....	85
Figura 20. Refractómetro de Abbe .....	86
Figura 21. Antes y después de colocar la muestra en el refractómetro .....	93
Figura 22. Escala de grados Brix e índice de refracción .....	93
Figura 23. Equivalencias entre las unidades de volumen y masa .....	96
Figura 24. Conversión de gramo de sacarosa/azúcar en $\frac{1}{2}$ L y $\frac{1}{4}$ L de solución .....	98



## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Signos orales clínicamente observadas en pacientes con hiposalivación .....	37
Tabla 2. Causas de xerostomía .....	42
Tabla 3. Factores que influyen sobre el potencial erosivo dental .....	55
Tabla 4. Clasificación de Alimentos para la prevención de LNC en tres grupos .....	76
Tabla 5. Índice de la pérdida dental. ....	78
Tabla 6. 23 Productos utilizados en el estudio .....	89
Tabla 7. Valores de pH obtenido .....	91
Tabla 8. Valores de Grados Brix obtenido .....	92
Tabla 9. Valores del Índice de refracción obtenido .....	92
Tabla 10. El porcentaje de sacarosa por concentración de masa vs. el índice de refracción ..	94
Tabla 11. El porcentaje de sacarosa y contenido total de azúcar en m/m de las 23 muestras .....	95
Tabla 12. Gramo de sacarosa por 100 gramo de solución y gramo sacarosa/azúcar en 1 L de solución .....	97
Tabla 13. Gramo de sacarosa/azúcar en envases de ½ L y ¼ L de las 23 muestras .....	99
Tabla 14. Valor promedio de pH, grados Brix, índice de refracción y gramos de sacarosa/azúcar .....	101

**LISTA DE GRÁFICOS**

Gráfico 1. Valor promedio de pH de las 23 bebidas del estudio .....	101
Gráfico 2. Gramos de azúcar en $\frac{1}{2}$ L de solución de las 23 bebidas del estudio .....	102
Gráfico 3. Análisis comparativo del pH y el contenido de sacarosa/azúcar de las 23 bebidas .....	103

### **LISTA DE ABREVIATURAS**

- CTSS: Contenido total de sólidos solubles
- LNC: Lesiones no cariosas
- °Brix: Grados Brix o Escala de Brix
- KHN: Número de dureza de Knoop (Knoop hardness number)
- Gpa: Giga pascal (unidad de presión del Sistema Internacional de Unidades)
- Log: Logaritmo
- pH: Potencial de hidrógeno

## 1. INTRODUCCIÓN

En la sociedad moderna, la conveniencia de un estilo de vida saludable ha llevado a un aumento del consumo de frutas, en especial en forma de jugos (Soares, Scaramucci, Steagall, Maia, & Pita, 2011). Los jugos de frutas son populares en toda la población a nivel mundial, ya sea en niños, adolescentes o adultos por su sabor dulce y porque son percibidos como una bebida sana y nutritiva (Nirmala, 2011). En países tropicales como Ecuador el consumo de estos es característico de la dieta. Además de los jugos de frutas, el consumo de bebidas deportivas y energizantes se ha incrementado dramáticamente alrededor del mundo, principalmente entre jóvenes e individuos involucrados en actividades físicas (Carvalho, Maia, Sousa, & Rodríguez, S., 2006).

Asimismo, el consumo de otras bebidas no alcohólicas, como jugos industrializados y bebidas gaseosas en general incrementado durante los últimos 50 años. El consumo en promedio, en 2002, fue aproximadamente de  $\frac{1}{2}$  L por día por persona, representando el 25% de la ingesta de fluidos recomendados diariamente que es de 2 L aproximadamente (Kitchens & Owens, 2007). Adicionalmente, según Kitchens y Owens (2007), se produjo un incremento en los últimos años en la tendencia siendo cada vez mayor hacia el consumo de refrescos endulzados artificialmente, bebidas deportivas y bebidas energizantes.

Desafortunadamente, la mayoría de las bebidas mencionadas anteriormente contienen uno o múltiples tipos de ácidos y azúcares en su composición, que aumentan el riesgo de erosión y caries dental, además de la prevalencia de sobrepeso y obesidad (Inukai, Nakagaki, Itoh, Tsunekawa, & Watanabe, 2011).

Las Lesiones No Cariotas (LNC) consisten en toda pérdida lenta e irreversible de la estructura dental, a partir de su superficie externa, en ausencia de agentes bacterianos (Garone

& Silva, 2010). La erosión dental pertenece al grupo de LNC, donde la pérdida de los tejidos dentales duros se produce específicamente por un proceso químico, como la disolución o quelación sin la participación de microorganismos” (Aykut-Yetkiner, Wiegand, Bollhalder, Becker & Attin, 2012).

Se han realizado estudios para comprender y designar correctamente los términos para describir dichas lesiones. Existe un consenso de que el término correcto, para la erosión, es “biocorrosión”, ya que este abarca la degradación química, bioquímica y electroquímica del tejido dental causada por ácidos de origen endógeno y exógeno, agentes proteolíticos, así como los efectos piezoeléctricos sólo sobre la dentina (Grippio, Simring, Coleman, 2012). Por ende, los términos “erosión” y “biocorrosión” se usarán como sinónimos.

La erosión dental es de origen multifactorial, y el pH de los productos alimenticios es un determinante de la erosión. Es decir, muchos de los alimentos y bebidas ácidas tienen pH bajo, por debajo del valor crítico (5,5) para iniciar la desmineralización del tejido del esmalte dentario y contribuyendo en la producción de la erosión dental. Al mismo tiempo, los carbohidratos fermentables de los mismos productos son metabolizados por microorganismos de la placa dental para generar ácidos orgánicos, que pueden causar la desmineralización, y la consiguiente caries dental (Freire, Días, Almeida, Leite, & Días, 2011). Las consecuencias de la erosión dental pueden variar en diferentes grados desde desmineralización leve y superficial de la estructura dental, hipersensibilidad, desgaste de tejido del esmalte, problemas estéticos hasta la pérdida de dimensión vertical oclusal (Conceicao, Melara, Coelho-de-Souza, & Kaizer, 2011).

Por otro lado, la caries es una “enfermedad infecciosa y transmisible de los dientes, que se caracteriza por la desintegración progresiva de sus tejidos calcificados, debido a la acción

de microorganismos sobre los carbohidratos fermentables provenientes de la dieta” (Henostroza, 2005). Es tan antigua como el ser humano, sus índices de morbilidad y prevalencia son elevados, “al punto de haberse constituido en el más grave y constante problema para los programas de salud oral en el mundo” (Henostroza, 2005). En el caso de existir caries, dependiendo de la ubicación y de su extensión, el diente puede necesitar desde una restauración simple hasta en tratamiento de endodoncia o exodoncia.

Al producirse erosión dental y lesiones cariosas, éstas pueden afectar a uno o más tejidos dentales; como el esmalte, el complejo dentino-pulpar y el cemento.

El primer tejido en afectarse es el esmalte que se caracteriza por ser el tejido más duro del diente como del cuerpo, por su mayor composición de materia inorgánica. A diferencia del complejo dentino-pulpa, el esmalte no posee la capacidad biológica de defenderse, sin embargo, es un tejido acelular, con una alta resistencia a la disolución ácida (Garone & Silva, 2010). Una lesión producida en el esmalte puede extenderse y llegar al complejo dentino-pulpar. Este último es un tejido dinámico, metabólicamente activo, con la capacidad biológica de reaccionar tanto en condiciones fisiológicas como patológicas (Henostroza, 2005). Sin embargo, cuando el mecanismo de los agresores superan a las defensas de estos tejidos, pueden causar un daño irreversible llegando a la necrosis pulpar (Gómez de Ferraris & Campos, 2005).

Por último, el cemento radicular, es afectado en casos de lesiones que se producen a nivel cervical de los dientes. La dureza del mismo es menor que la del esmalte y la dentina, no obstante la permeabilidad es menor que la de la dentina. Sin embargo, cuando el cemento queda expuesto al medio bucal, es posible que se impregne de pigmentos de diferente origen, con riesgo de erosión dental y caries (Gómez de Ferraris & Campos, 2005).

Uno de los retos que enfrenta diariamente un odontólogo es la presencia de LNC, como la erosión. Al ser estas lesiones de origen multifactorial, esto genera una enorme complejidad en su tratamiento y es la obligación de los odontólogos informar a los pacientes de los factores de riesgo asociados al consumo de las bebidas no alcohólicas con alto contenido de ácidos, y de esta manera ayudar a su prevención. Además, una de las enfermedades más comunes y más antiguas en el mundo es la caries. La erosión y la caries están íntimamente relacionados ya que la propia erosión puede ser un factor desencadenante que hace al hospedador más propenso a la caries. El conocimiento del contenido de todas las bebidas mencionadas anteriormente es fundamental para identificar las lesiones producidas, entender sus posibles consecuencias y evitar su consumo excesivo, con el fin de prevenir un daño irreversible de los tejidos dentales y así mantener una buena salud dental como oral.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo general:**

Evaluar la acidez y el contenido de azúcares de diferentes bebidas mediante la determinación de pH y CTSS, dada su relación con la iniciación de caries y erosión dental.

### **2.2. Objetivos específicos:**

- Determinar el pH de:
  1. Agua destilada (Laboratorio de Alimentos de la Universidad San Francisco de Quito)
  2. Agua Dasani sin gas (The Coca-Cola Company)
  3. Coca-Cola (The Coca-Cola Company)
  4. Coca-Cola Light (The Coca-Cola Company)
  5. Coca-Cola Zero (The Coca-Cola Company)
  6. Sprite (The Coca-Cola Company)
  7. Sprite-Zero (The Coca-Cola Company)
  8. Jugo de naranja 100% natural
  9. Limonada 100% natural (diluido con agua)
  10. Vivant Storm sabor a naranja (Azende Corporación)
  11. Vivant Storm sabor a limón (Azende Corporación)
  12. del Valle sabor a naranja (The Coca-Cola Company)
  13. del Valle sabor a limón (The Coca-Cola Company)
  14. Red Bull (Red Bull GmbH)



15. Monster (Monster Energy Company)
16. Cult (sin azúcar) (CULT)
17. Cult (CULT)
18. V220 (The Tesalia Springs Company)
19. Gatorade (sabor a uva) (PepsiCo)
20. Powerade (sabor a uva) (The Coca-Cola Company)
21. Fuze tea té de limón (Schweppes Holdings Limited)
22. Fuze tea té negro (Schweppes Holdings Limited)
23. Snapple té verde (Snapple Beverage Corporation)

- Determinar el CTSS de las 23 bebidas mencionadas anteriormente.
- Determinar el nivel de sacarosa/azúcares de cada una de las bebidas.
- Determinar las bebidas de nivel más alto y bajo de pH así como del azúcar.
- Determinar la bebida con el nivel más bajo de pH y más alto de azúcar.

### 3. JUSTIFICACIÓN

La evolución de la odontología va de la mano con los ciclos evolutivos que fluyen en el mundo. Los cambios hacia la preponderancia estética suceden en la odontología como en el mundo entero, como por ejemplo la multiplicación de los gimnasios y el incremento en el consumo de frutas (Garone & Silva, 2010). Existe mayor expectativa de vida y los cambios son cada vez más acelerados. Todo esto es posible debido a que existe el “síndrome de fatiga de información” que se refiere al exceso de información disponible del mundo para todas las personas a nivel global.

Actualmente, personas de todas las edades se preocupan por llevar una buena dieta y un estilo de vida saludable para mejorar su calidad de vida. El síndrome de fatiga de información permite a los consumidores enterarse de los grandes beneficios de diferentes tipos de bebidas como los jugos naturales, las bebidas energizantes y deportivas. Sin embargo, no siempre la información que proveen las industrias está completa y muchos de los consumidores desconocen las desventajas y las grandes consecuencias por el consumo en exceso de estas bebidas.

Una de las consecuencias asociada son las lesiones no cariosas (LNC), como la erosión dental que es producida por la pérdida mineral irreversible de las superficies dentales debido a la disolución ácida, un proceso que no involucra a las bacterias del biofilm oral (Matos, Almeida, Nahas, Procida, & Salete, 2012).

Según Matos et al. (2012) la erosión dental es un factor importante en el desgaste dental y es de etiología multifactorial, entre los cuáles se incluyen factores extrínsecos como los hábitos dietéticos y como factor intrínseco, el reflejo gastroesofágico.

El impulso hacia una vida sana conlleva a consumir más productos naturales como los jugos de frutas que son popularizados por su contenido de vitaminas. Las bebidas energizantes y deportivas son creadas con el fin de “aumentar la resistencia física y el estado de alerta, producen respuestas más rápidas y una mayor concentración, estimulan el metabolismo, y ayudan a eliminar sustancias dañinas del cuerpo” (Cavalcanti, Oliveira, Florentino, dos Santos, Vieira, & Cavalcanti, 2010). A pesar de la gran variedad en su contenido de sustancias ácidas y azúcares, el consumo de estos productos aumenta aún más en los países tropicales donde existe una abundancia de frutas, su costo es menor y también el clima caluroso provoca la atracción a los refrescos fríos endulzados. Además, en estos países, el limón, cuyo pH es bajo, es utilizado como medicamento desde tiempos antiguos, y el consumo del mismo es común.

McCarthy (2012) informa sobre la alta prevalencia de la erosión dental. Esto ha llamado la atención de los odontólogos ya que el número varía del 6 al 50% en niños que se encuentran en educación primaria, del 11 al 100% en adolescentes y del 4 a 82% en adultos. Del mismo modo, Smales y Kaidonis (2006) concluyeron que la erosión dental ocurre aproximadamente en un 35% de la población a nivel mundial.

Un nuevo desafío para los profesionales de la odontología es la prevención de las LNC como la erosión dental. Es primordial conocer su etiología multifactorial y la interacción entre varios factores asociados, y de esta manera poder evaluar el grado significativo de sus efectos y evitar mayores consecuencias. A la vez, la caries es una de las enfermedades más antiguas y actualmente existe una gran variedad de productos que favorecen y aumentan el riesgo para su aparición. Existen muchos estudios documentados confirmando que muchas de las bebidas disponibles en el mercado hoy en día, sean jugos de frutas, bebidas energizantes, deportivas o refrescos gasificados son potencialmente erosivos (Garone & Silva, 2010). Es importante

conocer sobre el contenido de varios endulzantes en estos productos para informar a los consumidores de las posibles consecuencias por el consumo en exceso de los mismos. De esta manera es posible evitar un daño irreversible de los tejidos dentales y satisfacer la expectativa de una vida sana de los pacientes.

Entre los determinantes de las propiedades físicas y químicas de las bebidas que existen en el mercado se encuentra el pH y el CTSS. Recientemente se ha generado un alto interés acerca de la determinación de las propiedades físicas y químicas de las bebidas como por ejemplo medir el pH endógeno, acidez titulable (TA), el CTSS, capacidad buffer y su efecto sobre el biofilm dental (Dantas, Freire, Tejo, Días, & Leite, 2010).

Las industrias de productos alimenticios utilizan los grados Brix ( $^{\circ}$ Brix) o el índice de refracción para medir el porcentaje del azúcar y otras sustancias solubles que se encuentran en las frutas, los jugos de frutas, el vino, las bebidas gaseosas, entre otras. Específicamente para los jugos de frutas naturales, se mide el índice de refracción y se observa el porcentaje de sacarosa por medio de una tabla. En bebidas en las que se encuentran otros componentes, además de azúcar y agua, se mide los  $^{\circ}$ Brix con el refractómetro y se calcula el porcentaje de contenido total de azúcar (Martínez & Thornsbury, 2006).

Con el fin de investigar la relación entre el nivel de pH y contenido de azúcares con la erosión y caries, el presente estudio pretende usar un potenciómetro y refractómetro de Abbe para medir el valor de pH y el contenido de azúcares respectivamente. Se medirá el valor de pH de un total de 23 bebidas y el refractómetro de Abbe para medir grados Brix ( $^{\circ}$ Brix) y el índice de refracción, ambos indicadores del CTSS. La determinación de CTSS depende de la capacidad del azúcar en una bebida de desviar la luz (Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)).

#### **4. HIPÓ TESIS**

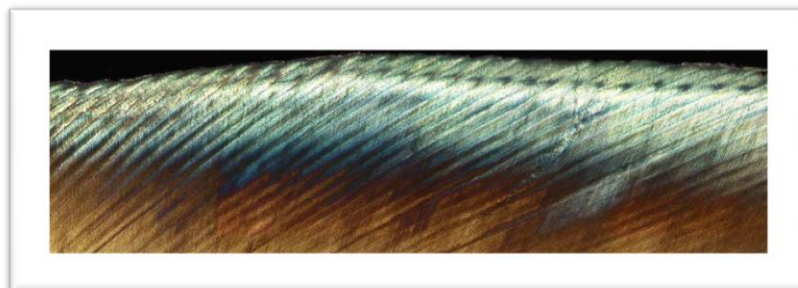
Los jugos de frutas naturales tienen un pH menor y mayor contenido de azúcares en comparación a los jugos y tés industriales, los refrescos gaseosos, las bebidas energizantes y las bebidas deportivas utilizados en el presente estudio.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1. COMPOSICIÓN DE LA ESTRUCTURA DENTAL

El diente está compuesto por varios tejidos dentales, de los cuáles el tejido del esmalte, el complejo dentina-pulpar y el cemento se encuentran más asociados al proceso de erosión dental y la caries.

El **esmalte** o también llamado sustancia adamantina es el tejido más duro del diente como del cuerpo humano, y se caracteriza por la incapacidad de reacción biológica a causa de su gran contenido de sustancia mineral o inorgánica y escasa materia orgánica (Barrancos, 2006). Básicamente, el esmalte está formado 96% de materia inorgánica, y menos de 1% de materia orgánica, y el resto de agua. El componente principal de la parte inorgánica del esmalte es la hidroxiapatita que consta de fosfato de calcio, y estructuralmente está “constituido por millares de prismas que están formados por cristales de hidroxiapatita situados en diferentes direcciones dentro del prisma” (Garone & Silva, 2010).

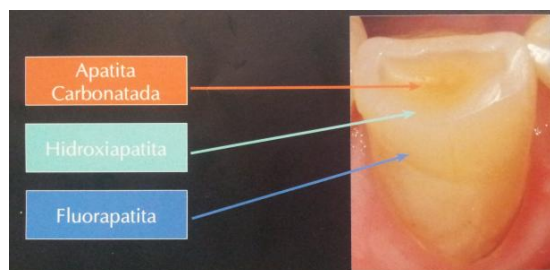


**Figura 1. Esmalte dental humano (Bromage, 2007).**

A la vez, el esmalte íntegro es poroso; es decir, existen espacios pequeños entre los prismas y entre los cristales, permitiendo un intercambio de sustancias con el medio bucal. El tamaño de los poros del esmalte aumenta a medida que ocurre la desmineralización por ácidos o quelantes (Garone & Silva, 2010).

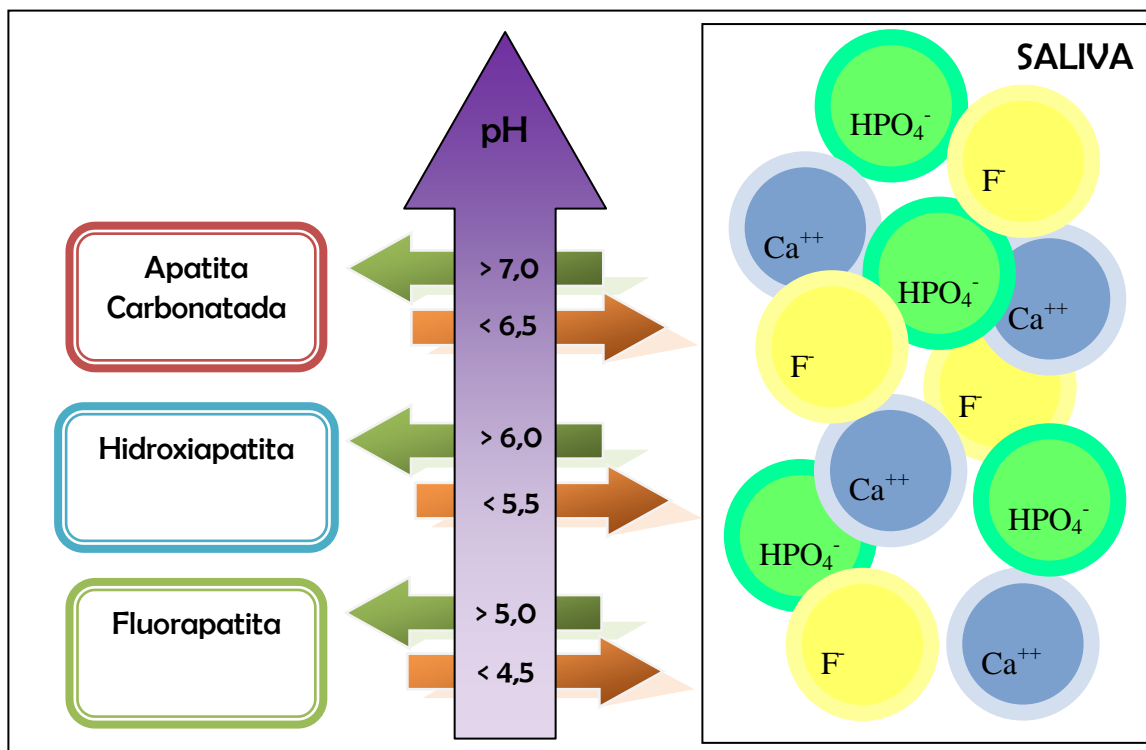
Además, existe una gran cantidad de impurezas como iones de sodio, potasio, zinc, magnesio y carbonatos, que hacen a la apatita más soluble. De modo que, cuando el carbonato sustituye al hidroxilo o al grupo fosfato de la molécula de apatita, éste se convierte en apatita carbonatada (más soluble), y si el flúor se incorpora, éste se convierte en fluorapatita (menos soluble) (Figura 3) (Garone & Silva, 2010).

Afortunadamente, Garone y Silva indican que la capa más rica en fluorapatita se encuentra en la capa más superficial del esmalte y, por lo tanto, es la más resistente a la disolución ácida o de quelantes (Figura 2). Sin embargo, el contenido mineral de los dientes varía mucho entre los individuos y el modo en que los individuos responden a las diferentes agresiones que se dan en la boca depende de ello (Garone & Silva, 2010).



**Figura 2. Zonas más ricas de cada una de las apatitas (Garone & Silva, 2010).**

Okeson (1999) menciona que la anatomía o la forma de los tejidos están estructurados de acuerdo a la función que van a realizar, y el esmalte no es una excepción. En el mismo diente, el espesor del esmalte varía según el sector en que se encuentra. Por ejemplo, el espesor del esmalte disminuye desde el borde incisal o cara oclusal hacia la parte cervical del diente. Existe un mayor espesor del esmalte en la cara vestibular en comparación a la cara lingual, y en la cara mesial en comparación a la cara distal del diente. El espesor máximo se encuentra en las cúspides de los dientes posteriores y en el borde incisal de los dientes anteriores (2 a 3 mm), y el espesor mínimo se encuentra a nivel unión cementoamantina.



**Figura 3. Tipos de apatita que se encuentran en los tejidos dentales: El principal constituyente mineral de las estructuras dentales es la hidroxiapatita, la misma que al sustituir el hidroxilo por el carbonato se transforma en apatita carbonatada, que es soluble en un pH menos ácido. Cuando el hidroxilo es sustituido por flúor, se forma la fluorapatita, que empieza a solubilizarse solo a un pH inferior a 4,5 (Garone & Silva, 2010).**

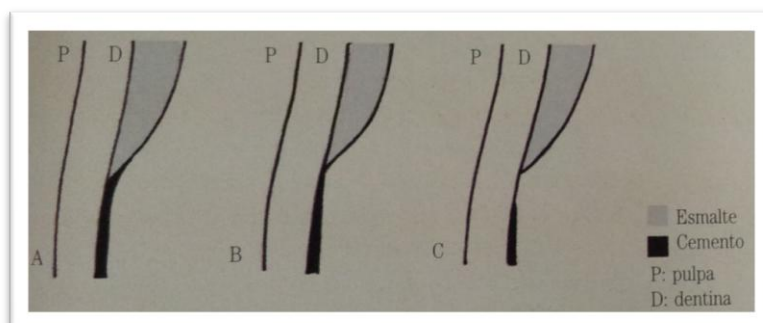
Esto se debe a la función oclusal, donde reciben altos impactos durante la masticación (Gómez de Ferraris, 2008).

A nivel cervical, el espesor mínimo del esmalte puede variar su relación con el cemento, y se denomina casos de Choquet (Figura 4):

- a) El esmalte cubierto por el cemento (caso más frecuente, que corresponde al 60% de los casos observados)
- b) Hay contacto entre el esmalte y el cemento, y la dentina no está expuesta al medio bucal (corresponde al 30% de los casos observados)



- c) No hay contacto entre el esmalte y el cemento, y la dentina está expuesta al medio bucal (corresponde al 10% de los casos observados) (Gómez de Ferraris, 2008).



**Figura 4. Relaciones del esmalte con el cemento: casos de Choquet. A) El cemento cubre el esmalte (60%). B) El esmalte contacta con el cemento. C) Esmalte y el cemento no contactan (Gómez de Ferraris, 2008).**

Por último, la dureza del esmalte es directamente proporcional al grado de mineralización del tejido. Este tiene un índice dureza de Knoop (KHN) de 270-350 o 3.1 – 4.7 Gpa en la dentición permanente (Kurzer, 2006). La dureza varía de acuerdo al espesor del esmalte, la orientación y cantidad de cristales en diferentes zonas del prisma (Gómez de Ferraris, 2008).

La **dentina** es un tejido más suave que el esmalte dental pero es más duro que el cemento y el hueso. La dentina está compuesta por 70% de materia inorgánica, 12% de agua y un 18% de materia orgánica aproximadamente. Este tejido está rodeado por el esmalte en la porción coronal y por el cemento en la porción radicular. El espesor de la dentina varía según las piezas dentales; es decir, el espesor es aproximadamente de 1 a 1,5 mm en los incisivos y 3 mm en los incisivos centrales y molares. Es mayor su espesor en el borde incisal y en las cúspides, y su microdureza es de 65 KHN o 0.57 – 1.13 Gpa (Kurzer, 2006, & Gómez de Ferraris, 2008).

Histológicamente, la dentina se caracteriza por la presencia de los túbulos dentinarios, con el fin de permitir la permeabilidad y sensibilidad (Henostroza, 2005).

Los cristales de hidroxiapatita son el componente principal de la parte inorgánica de la dentina y forman las paredes de los túbulos dentinarios o la dentina peritubular, que se encuentran inmersos en la matriz dentinaria formada por la red de colágeno o también llamada dentina intertubular. La parte orgánica está constituida por colágeno y un mínimo de polisacáridos, lípidos y proteínas (Barrancos, 2005).

Al igual que el esmalte, la composición de la parte mineral es sumamente importante ya que depende de la proporción de las diferentes apatitas la resistencia de los dientes a la disolución. Es decir, en zonas donde existe más fluorapatita y menos apatita carbonatada, mayor será la resistencia de los dientes a la disolución (Garone & Silva, 2010).

La dentina tiene la capacidad de formar y repararse durante toda la vida al sufrir algún daño. No obstante, cuando el peso de las agresiones e injurias son mayores que las defensas de la dentina, el tejido pulpar llega a ser afectado y en casos graves, este puede sufrir un daño irreversible, como la necrosis pulpar (Gómez de Ferraris, 2008).

La **pulpa dentaria** se caracteriza por ser el único tejido blando del diente. Es un tejido conectivo especializado, ricamente vascularizado e innervado, constituido principalmente por odontoblastos, y es el responsable de formar y reparar la dentina (Gómez de Ferraris, 2008).

El **cemento radicular** es un tejido conectivo calcificado que cubre la porción radicular del diente. Aunque es un tejido menos duro que el esmalte, este tiene la función de cubrir a la dentina para su protección y es menos permeable que la dentina (Gómez de Ferraris, 2008). Al igual que el esmalte, la dentina y la pulpa, este tejido posee mecanismos para cumplir con sus funciones y ayudar a mantener la vitalidad del diente, pero al exponerse al medio bucal, el

riesgo de invasión bacteriana y de alimentos ácidos lo afecta de igual manera (Gómez de Ferraris, 2008).

## **5.2. SALIVA**

La saliva es un líquido incoloro, insípido, de escasa viscosidad, compuesto por 99% de agua y 1% de sales minerales, proteínas y lípidos, con un peso específico de 1002 a 1008 mg/dL (Gallardo, 2006). La saliva es el principal protector de los ácidos, sean de origen extrínseco o intrínseco, y las sustancias inorgánicas más importantes asociadas a la erosión son el bicarbonato, el fosfato, el calcio y el flúor (Garone & Silva, 2010). Las funciones principales de la saliva son:

1. Diluir y excluir los agentes potencialmente desmineralizadores mediante la acción del flujo salival.
2. Neutralizar los ácidos de diferente origen. La saliva logra mantener el pH bucal a niveles fisiológicos (pH 7). Esta capacidad varía según individuos y es uno de los factores determinantes de la susceptibilidad de los dientes a la desmineralización.
3. Proveer calcio, fosfato y flúor para que intervengan en la remineralización.
4. Formar la película adquirida. Esta película protege a los dientes contra la abrasión y la desmineralización provocada por ácidos y agentes quelantes (Garone & Silva, 2010).

También, la saliva cumple con funciones como: mantenimiento de muchos receptores del gusto, facilita la digestión, facilita la función fonética, entre otros (Mese & Matsuo, 2007).

Una persona sana produce normalmente 1 a 1,5 L de saliva diariamente y su pH es ligeramente alcalino (7,4). Cerca de un 90% de la saliva es producida por las tres glándulas

mayores, las cuáles son la glándula parótida (60-65%), submandibular (20-30%) y sublingual (2-5%), y el resto de la saliva es producida por cientos de glándulas salivales menores que se encuentran distribuidas en la mucosa oral, sean labial, bucal, lingual y palatina (Mese & Matsuo, 2007, y Gibson & Beeley, 1994).

Diariamente se secreta 1 a 1,5 L de saliva en una persona con condiciones normales, pero entre comidas la producción de la misma desciende a 15mL/hora en adultos y en niños a 4mL/hora) (Gallardo, 2006). El mismo autor indica que la cantidad de saliva secretada en adultos sanos no varía significativamente por edad o sexo. La secreción de salivación profusa se presenta durante la alimentación, es inducida cuando los receptores del gusto son estimulados, y estos procesos son controlados por el sistema nervioso autónomo. También existe saliva en condiciones de reposo, la cual es secretada siempre y cubre las superficies orales y faríngeas. Mese & Matsuo (2007) indican que la saliva en reposo cumple con una función muy importante cuando se trata del mantenimiento de la salud oral. Es decir, la saliva tiene propiedades antimicrobianas (lisosomas, peroxidasa, inmunoglobulina A (IgA)), de adhesión (mucinas) y de autoclisis. Por ende, la disminución del flujo salival y alteración de la composición salival presentan grandes consecuencias, tales como aumento de la incidencia de caries, susceptibilidad a candidiasis oral, xerostomía, dificultad de habla, masticación y deglución, percepción del gusto alterado y halitosis, alterando el equilibrio de la cavidad bucal (Mese & Matsuo, 2007).

Mese y Matsuo (2007) resumen los signos que se presentan frecuentemente en pacientes con hiposalivación (Tabla 1).

- 
- Labios secos, partidos y pelados
  - Quelitis angular labial
  - Lengua seca, sucia y áspera
  - Lengua eritematosa
  - Caries dentales, cervicales, atípicas y/o en borde incisal y en las cúspides
  - Erosiones dentales
  - Mucositis
  - Candidiasis oral
  - Úlceras orales
- 

**Tabla 1. Signos orales clínicamente observadas en pacientes con hiposalivación (Mese & Matsuo, 2007).**

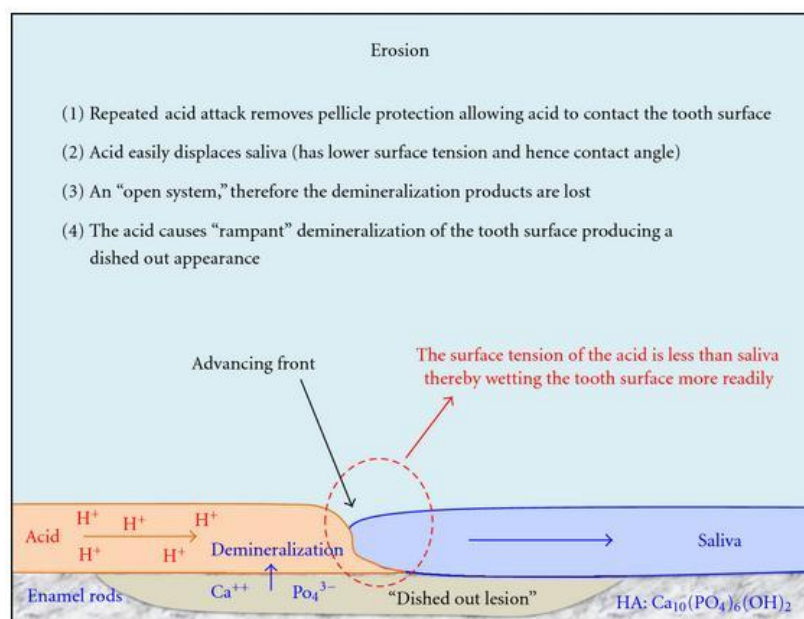
Garone y Silva mencionan que la saliva inicia su función protectora aún antes de ingerir los ácidos y que estos establezcan contacto con los dientes. Debido a los estímulos extrabucales, como el olfato y la vista, los alimentos y las bebidas causan la hipersalivación pre-ingreso en la boca. En el caso de la producción de ácidos de origen intrínseco como en caso de los vómitos, actúa el “centro del vómito” localizado en el cerebro, dando lugar a la preparación y anticipación al contacto del ácido con los dientes. Su capacidad protectora depende del flujo y composición de la saliva mediante estimulación de diferentes receptores (Garone & Silva, 2010).

Existen varios tipos de saliva, entre ellos la saliva mucosa y serosa. En sitios con predominio de saliva mucosa, como en los incisivos superiores, existe mayor propensión a desmineralización por erosión en comparación a la zona rica en saliva serosa, como en los incisivos y molares inferiores (Garone & Silva, 2010).

El tiempo aproximado para la neutralización y/o eliminación de los ácidos de las superficies dentales es de 5 minutos (Garone & Silva, 2010).

Young y Khan (2002) confirman que las lesiones oclusales de erosión y otras LNC ocurren en sitios relativamente desprotegidos por la saliva. Ellos indican que la deshidratación y xerostomía asociados a la práctica de deportes y el ejercicio físico son los factores principales que causan indirectamente diferentes tipos de desgastes en los dientes de origen no microbiano. Se considera que la deshidratación es un factor común que provoca la hiposalivación fisiológica. Es decir, esta reduce el flujo salival y, por lo tanto reduce su capacidad amortiguadora y producción salival, que son mecanismos necesarios para combatir la erosión dental causada por sustancias ácidas en el medio bucal. Además, la saliva ayuda a proteger el esmalte dental formando una película llamada película salival adquirida.

El espesor de la película salival adquirida está correlacionado inversamente con la especificidad de las áreas de erosión dental. Young y Khan (2002) afirman que el esmalte y la dentina no están estructurados para resistir la desmineralización ácida si no están protegidos por la saliva. La interacción dinámica entre los diferentes fluidos depende de muchos factores, entre ellos, la más importante es la tensión superficial de cada fluido y el ángulo de contacto que forma con la superficie del diente. Por ejemplo, se puede observar la interacción de una sustancia ácida y la saliva en la figura 5 (Ranjitkar, Kaidonis & Smales, 2012).



**Figura 5. Proceso de erosión: Cuando la película adquirida es eliminado por la acción de los ácidos, se pierde el producto desmineralizado debido al ambiente oral (Ranjitkar et. al, 2012).**

Young y Khan (2002) enfatizan más aún la gravedad de los factores causantes de la erosión dental. Ellos afirman que la erosión dental causada por la falta de protección salival es más significativa que por historial de bruxismo en casos de pacientes que requieren de tratamiento de rehabilitación oral debido a la presencia de desgastes dentales (Young & Khan, 2002).

Por último, Dawes (1993) señala que las áreas menos expuestas a la sacarosa que proviene de la dieta, son las áreas de mayor velocidad de flujo salival y despacho de la misma. La función amortiguadora también depende de la velocidad del flujo salival, ésta se encuentra directamente relacionada con la capacidad neutralizadora y despacho de los ácidos que causan la erosión dental.

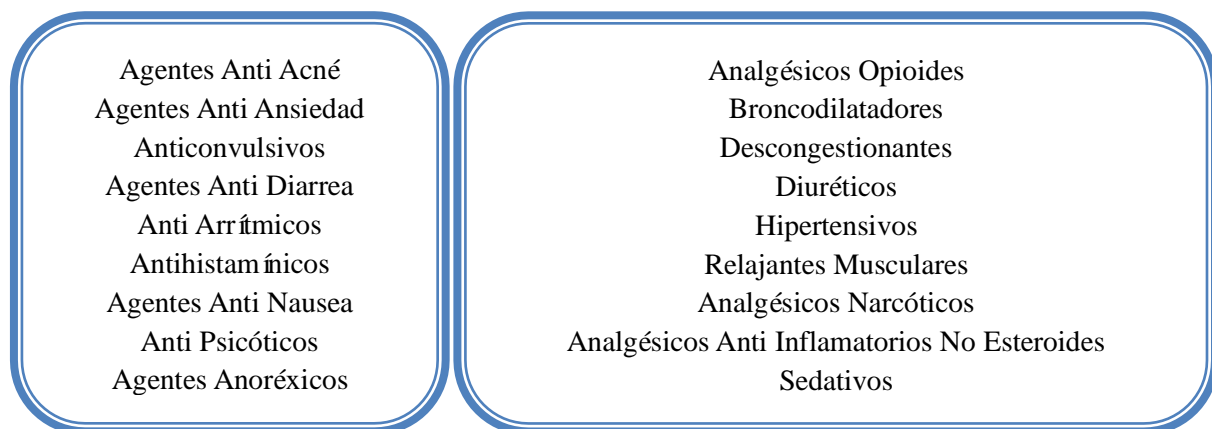
### 5.3. XEROSTOMÍA

La xerostomía se define como “sequedad de la boca causada por disminución o ausencia de la secreción saliva” (Gallardo, 2008). No es una enfermedad por sí sola, sino un signo que se presenta en relación a varias condiciones patológicas como por ejemplo, efecto secundario a la radiación de cabeza y cuello, a la ingesta de algunos medicamentos (Figura 7) o a la disminución de la función de las glándulas salivales. La prevalencia es considerablemente alta y se estima que varía del 1 al 65%, dependiendo de la población en investigación. Como su síntoma principal está la sensación de sequedad en la boca debido a la ausencia de saliva o por una saliva espesa, en especial debajo o alrededor de la lengua. Otros signos de la xerostomía son la presencia de caries afectando la parte cervical de los dientes o en las caras oclusales de los dientes, además de la lengua enrojecida y/o fisurada (Sankar & Rhodus, 2007).



**Figura 6. Signos asociados a xerostomía: Presencia de caries en los cuellos y/o en caras oclusales de los dientes y la lengua enrojecida y/o fisurada (Sankar & Rhodus, 2007).**





**Figura 7. Algunos medicamentos que causan la xerostomía (Sankar & Rhodus, 2007).**

Esta condición puede estar acompañada por queilitis angular, exceso de lesiones de caries o gran cantidad de LNC (Garone & Silva, 2010). Las diversas causas de xerostomía se presentan en la tabla 2.

<p><b>Enfermedades de las glándulas salivales</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Síndrome de Sjogren</li> <li>• Amiloidosis</li> <li>• Sarcoidosis</li> <li>• Enfermedad granulomatosa             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sarcoidosis</li> <li>• Tuberculosis</li> <li>• Lepra</li> </ul> </li> <li>• Hepatitis C</li> <li>• Cirrosis biliar</li> <li>• Fibrosis quística</li> <li>• Diabetes mellitus</li> <li>• Agenesia glandular</li> </ul>
<p><b>Iatrogénica</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Medicamentos (aproximadamente 400)             <ul style="list-style-type: none"> <li>• Antidepresivos tricíclicos</li> <li>• Antiespasmódicos</li> <li>• Neurolépticos</li> <li>• Inhibidores de la monoamino oxidasa (MAO)</li> <li>• Agentes antiparkinsonianos</li> <li>• Litio</li> <li>• Agonistas adrenérgicos centrales</li> <li>• Diuréticos</li> <li>• Descongestionantes nasals</li> <li>• Antihistamínicos</li> <li>• Broncodilatadores</li> <li>• Radiación en cabeza y cuello</li> <li>• Quimioterapia</li> <li>• Cirugía de glándula salival</li> </ul> </li> </ul>
<p><b>Otras causas patológicas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hemocromatosis</li> <li>• Enfermedad de Wegener</li> <li>• Infección por virus de la inmunodeficiencia humana (VIH)</li> <li>• Parotiditis (viral o bacteriana)</li> <li>• Depresión severa (Gallardo, 2006).</li> </ul>

**Tabla 2. Causas de xerostomía (Gallardo, 2008).**

El ejercicio físico intenso también puede provocar deshidratación y reducción del flujo salival temporalmente, ya que aumenta la pérdida de fluidos corporales. La asociación entre el

bajo flujo salival y la necesidad corporal de ingestión de bebidas ácidas, crea una condición propicia para desarrollar lesiones por erosión, en caso que el paciente opte por bebidas ácidas (Garone & Silva, 2010).

La xerostomía puede ser reversible como irreversible, dependiendo de la causa o la combinación de las mismas y el grado de la condición. La disminución del aporte salival se asocia a una limpieza de la cavidad deficiente y produce halitosis, entre otros (Garone & Silva, 2010).

El tratamiento varía dependiendo de la condición de cada paciente que sufre de xerostomía y sus necesidades. Primero, se debe identificar el factor causante de la xerostomía y si es posible detener o eliminar la causa, con el propósito de mejorar la función salival, evitar las enfermedades como la caries, la erosión y el candidiasis y lograr llegar al ambiente bucal óptimo. Algunas estrategias para el tratamiento en general incluyen reforzar la importancia de mantener una buena higiene oral, un control odontológico periódico, evitar alimentos y bebidas con azúcar, en especial los carbohidratos fermentables pegajosos, y enjuagar la boca más frecuentemente (agua) para disminuir el efecto de la sequedad de la boca (Sankar & Rhodus, 2007).

También existen sustitutos salivales como los sprays o gels hidratantes (saliva artificial) y los enjuagues dentales libres de alcohol que pueden facilitar la remineralización o simplemente ayudar a hidratar y lubricar los tejidos orales. Por último existen fármacos llamados “sialogogos” que sirven para estimular la producción de saliva de las glándulas salivales como la pilocarpina (Salagen, MGI Pharma) y cevimelina (Evoxac, Daiichi Sanko Inc). Estos fármacos son utilizados en casos de pacientes diagnosticados con síndrome de Sjögren y los que han recibido terapias de radiación (Sankar & Rhodus, 2007).

Como complemento o alternativa del estímulo medicamentoso, Garone y Silva (2010) recomiendan el uso de gomas de mascar endulzadas artificialmente con sorbitol o xilitol. El sorbitol y el xilitol pertenecen al grupo de los alcoholes monosacáridos o polialcoholes, que se derivan principalmente de materiales de agricultura y del bosque, y son sustitutos importantes del azúcar. Actualmente, se utilizan estas sustancias ampliamente en la elaboración de alimentos dietéticos y para diabéticos. El sorbitol es usado más ampliamente que el xilitol por su costo más económico, sin embargo el xilitol tiene un mayor efecto como agente anticariogénico. Dicho mecanismo consiste en que las bacterias cariogénicas poseen la capacidad de fermentar el sorbitol (a un ritmo lento), pero no el xilitol. Ya que el sorbitol si es fermentable por las bacterias, se producen ácidos como producto de su metabolismo, y el riesgo a caries dependería de la cantidad de ácido producido y del estado de salud de cada paciente. El xilitol posee propiedades anticariogénicas y cariostáticas dada su imposibilidad de ser fermentado por las bacterias cariogénicas, la habilidad para estimular ciertas defensas naturales del ser humano, y disminuir la cantidad de bacterias y su adherencia (Magalhaes, Sanches, Alves, Elias y Gurgel, 2005). El mecanismo de xilitol como agente anticariogénico consiste en agotamiento de moléculas de fosfato de alta energía (ATP o ADP) o por envenenamiento del sistema glicolítico, inhibiendo la fermentación y realzando la remineralización (Sahni, Gillespie, Botto & Otsuka, 2002). Es decir, las bacterias (como el *Streptococos mutans*) no pueden producir ácido en la presencia del xilitol, el pH no disminuye, y un pH estable previene la desmineralización. Definitivamente, el xilitol es un agente muy efectivo en la prevención de caries, y antes se creía que la cantidad (mínima de 8 gramos) de xilitol era un factor determinante para su efectividad; sin embargo, los estudios recientes realizados sobre el xilitol indican que la exposición (4 a 5 veces al día) es más

importante que la cantidad (Xylitol.org). Sin embargo, existen efectos secundarios gastrointestinales como la diarrea (consumo mayor a 20 gramos de xilitol) (Council on Clinical Affairs, 2010, y Magalhaes, Sanches, Alves, Elias & Gurgel, 2005).

La goma de mascar endulzada artificialmente tiene como objetivos lo siguiente:

1. Estimular la salivación, principalmente por la acción mecánica de la masticación.
2. Neutralizar la acidez de la placa bacteriana ya que la saliva estimulada es más rica en bicarbonatos.
3. Remineralizar zonas descalcificadas ya que toda saliva es hipersaturada en calcio y fosfato. Se les recomienda las gomas de mascar enriquecidas con flúor, xilitol y recaldent.
4. Por último, en caso de pacientes con insuficiencia salival total, se sugiere la opción de utilizar saliva artificial como su último recurso (Garone & Silva, 2010).

#### **5.4. LA PELÍCULA SALIVAL ADQUIRIDA**

La película salival adquirida o también llamada película salival se define como una “capa protectora que se adhiere a la superficie dental”. Es un proceso muy rápido donde pocos segundos después que la saliva hace contacto con la superficie del diente, y al cabo de pocos minutos se forma un biopolímero organizado que contiene una gran variedad de moléculas como proteínas, carbohidratos y lípidos provenientes de la saliva, del fluido del surco gingival, de la sangre e incluso de la dieta láctea. En tan sólo dos horas, la película alcanza su espesor máximo (Garone & Silva, 2010).

Esta película es de suma importancia ya que cumple con funciones como:

1. Participa facilitando la desmineralización y remineralización.
2. Lubricación de las superficies dentales.
3. Facilitar la adherencia bacteriana al diente, su única función negativa (Garone & Silva, 2010).

#### **5.4.1. Influencia del cepillado y de los dentífricos en la película adquirida**

La capacidad protectora de la película adquirida está relacionada directamente con el espesor de la misma. Garone y Silva (2010) indican que el cepillado sin dentífrico no elimina totalmente la película porque la capa basal que se encuentra en contacto con el diente es resistente. No obstante, al utilizarlo junto al dentífrico si disminuye y se elimina en algunas áreas. Afortunadamente, la saliva al contactarse con el diente, vuelve a formar una nueva película inmediatamente y su eliminación debido al cepillado diario no es significativo; a excepción de casos donde se consumen alimentos y bebidas ácidas inmediatamente después del cepillado con dentífrico (cuando el espesor de la película adquirida está reducido o no existe). En otras palabras, se indica esperar para cepillarse los dientes, hasta que se produzca la neutralización del pH del medio bucal y se vuelva formar una nueva película adquirida luego de consumir alimentos y bebidas ácidas (Garone & Silva, 2010).

#### **5.5. MECANISMOS DESMINERALIZADORES Y REMINERALIZADORES**

La saliva está normalmente sobresaturada de calcio y fosfato y su acción depende de las características del medio:

1. Al introducirse ácido al medio bucal, este libera  $H^+$  y el pH bucal desciende, y el fosfato y el bicarbonato de la saliva se unen a los  $H^+$ . De esta manera se forman

compuestos intermedios, ácidos aún pero cada vez más débiles hasta llegar a la neutralización total. En caso contrario, si la cantidad del ácido supera la capacidad neutralizadora de la saliva, se inicia la desmineralización o la disolución de las apatitas dentales.

2. Cuando el pH retorna a la neutralidad, hay exceso de calcio y fosfato y se inicia la remineralización.
3. Con un pH neutro o levemente alcalino, actúan las enzimas promotoras del crecimiento de cristales, calcio y el fosfato que se encuentran abundantes en la saliva formando el cálculo dental sobre el biofilm (Garone & Silva, 2010).

### **5.5.1. Desmineralización**

Al producirse insuficiente capacidad neutralizadora de la saliva ante un pH crítico se produce las siguientes consecuencias:

1. La dentina, rica en apatita carbonatada, inicia la desmineralización cuando el pH desciende por debajo de 6,5. La desmineralización es significativa e importante si existen regiones con dentina expuesta, como en las recesiones gingivales y en las LNC. Se considera 5,5 como el valor crítico de pH para la disolución del esmalte, aunque la pérdida mineral puede iniciar en un pH mayor (Cavalcanti et al., 2008).
2. En el caso de la fluorapatita, la disolución se inicia en cuanto el pH alcanza un nivel inferior a 4,5 (Garone & Silva, 2010).

### **5.5.1.1. Los Agentes Desmineralizadores**

Los agentes desmineralizadores solo inician la disolución dental una vez que se agotan los mecanismos protectores químicos y mecánicos de la saliva, y de la película adquirida. Iones hidrógeno, provenientes de la disociación de los ácidos, bajan el pH del medio bucal, agotan los minerales de la saliva, se difunden a través de la placa bacteriana y de la película y finalmente atacan los cristales minerales, formando complejos con el fosfato y el carbonato, retirándolos de la estructura dental. De esa forma, los otros iones de la molécula de apatita, como los cationes calcio y el flúor, se liberan y permanecen disponibles en la saliva (Garone & Silva, 2010).

Los agentes quelantes actúan secuestrando iones metálicos bivalentes, como el  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  y el  $\text{Zn}^{2+}$ , de las apatitas dentales. Estos agentes forman estructuras cíclicas muy estables y actúan en primer lugar sobre aquellos iones más accesibles presentes en la saliva e inmediatamente después sobre la estructura dental, quelando preferentemente el calcio (Garone & Silva, 2010).

### **5.5.2. Remineralización**

La remineralización se produce al sobresaturarse de minerales el medio bucal, propiciando que se precipiten sobre los dientes. Esta precipitación sucede en los núcleos cristalinos que son afectados parcialmente durante la desmineralización. Los “cristales que se disolvieron totalmente no se regenerarán” (Garone & Silva, 2010).

La calidad o la composición de esta apatita neoformada depende de la composición de la saliva en la que se encuentra. Es decir, si hay mucho flúor en la saliva, es más probable que



se forme la fluorapatita que es un tipo de apatita más resistente a la disolución ácida (Garone & Silva, 2010). Esto depende de:

1. Del grado de sobresaturación del calcio y del fosfato que se encuentran en la saliva.
2. De la presencia de núcleos cristalinos que puedan permitir que los minerales precipiten. Las soluciones sobresaturadas no se precipitan; solo si es que hay una superficie que actúe como núcleo, es decir, los cristales parcialmente disueltos.
3. La proporción entre estimulantes e inhibidores de la mineralización es muy importante. Los fluoruros sirven para acelerar cinco veces más la remineralización; los pirofosfatos, tripolifosfatos y hexametrafosfatos, presentes en algunas pastas dentífricas blanqueadoras, inhiben el crecimiento de los cristales (Garone & Silva, 2010).

Se puede concluir que aunque no es el único factor que determina la estabilidad de las apatitas en los dientes, el pH es “la fuerza que dirige la disolución o la remineralización de la estructura dental” (Garone & Silva, 2010).

## **5.6. LESIONES NO CARIOSAS (LNC)**

Lesiones no cariosas (LNC) se definen como “toda pérdida lenta e irreversible de la estructura dental, a partir de su superficie externa, en ausencia de agentes bacterianos” (Garone & Silva, 2010). Garone y Silva (2010) indican que varios factores asociados tales como el incremento en el consumo de frutas ácidas, en la frecuencia del cepillado y en el nivel de ansiedad, dió lugar una nueva etapa en el ciclo evolutivo de la odontología, que es de las

LNC. También mencionan que las LNC están íntimamente relacionadas con el tipo oclusión, la disolución provocada por los ácidos de diversos orígenes, la abrasión resultante del cepillado con dentífricos y todo ello agravado por una sobrecarga oclusal. Generalmente las lesiones mencionadas se producen por la interacción de varios factores, y de esta manera se agravan los resultados que se demuestran en los dientes.

Las LNC son lesiones dentales que se desarrollan lentamente por mecanismos de disolución, desgaste y microfractura (Garone & Silva, 2010). Es fundamental conocer la etiología de los diferentes tipos de LNC y la interacción y los efectos de los mismos factores para cuando suceda, poder reconocer y tratar adecuadamente. Es necesario observar y entender las características individuales de cada paciente para prevenir el posible daño y susceptibilidad a ciertos tipos de LNC.

Garone y Silva (2010) mencionan que la “mayoría de las LNC se localizan en áreas donde existe concentración de tensiones.” Es decir, en las áreas que reciben las fuerzas oclusales e incisales o en zonas donde se concentran altas tensiones como la región cervical.

El hecho de que estos factores se repiten tantas veces al día, todos los días como parte de la vida habitual, lo convierte en un riesgo de alto nivel para la salud dental y orofacial. El daño es visible solamente después de un tiempo determinado, es una condición de salud que se desarrolla de “manera silenciosa” y esto lo convierte en un factor muy agravante y peligroso para la salud oral.

### 5.6.1. Clasificación de las LNC

Existen cuatro tipos de LNC, los cuales son:

1. **Abrasión** se define como el desgaste de una sustancia o estructura (tal como la piel o los dientes) a través de algún proceso mecánico anormal o inusual. Es un desgaste anormal de la sustancia dental por causas distintas a la masticación (Glosario de términos prostodónticos del Journal of Prosthetic Dentistry).

Su etiología consiste en el desgaste mecánico de la estructura dental por el contacto repetido de sustancias abrasivas sobre su superficie (Lanata, 2003). Por ejemplo, pacientes que ejercen mucha presión sobre las piezas dentarias al realizar su higiene con el cepillo de dientes tienden a sufrir de abrasiones dentales. La unión cementoadamantina en la parte cervical de los dientes es una zona débil ya que la capa de esmalte tiene un espesor menor. Por ende, la zona de la unión cementoadamantina es vulnerable a la pérdida de tejido duro por abrasión (Lanata, 2003).

2. **Abfracción** se define como la pérdida patológica de la sustancia dura del diente causada por las fuerzas de carga biomecánica. Dicha pérdida se piensa que es debido a la degradación química y la fatiga de flexión de esmalte y/o dentina en algún lugar distante del punto real de carga (Glosario de términos prostodónticos del Journal of Prosthetic Dentistry).

Las abfracciones fueron descritas por H. O. Heyman por primera vez. Como su etiología está: la acción que ejercen las parafunciones como el bruxismo y/o apretamiento dental, la fuerza de oclusión normal es aproximadamente de 70 N. Cuando se produce presión sobre los valores normales durante la oclusión o

masticación, el diente antagonista se “flexiona y provoca microastillamientos en la zona cervical”, que es la porción que presenta menor espesor del esmalte (Lanata, 2003). Hammadeh y Rees (2001) indican que existen estudios de ingeniería que han demostrado que al aplicar fuerza en los dientes en dirección horizontal, el efecto del estrés se concentra en la parte cervical, causando la flexión (Barlett & Shah, 2006). Es más frecuente la presencia de abfracciones en las piezas dentarias del sector posterior que en las del anterior ya que en esta zona se dan las fuerzas oclusales de mayor intensidad en la zona posterior (Lanata, 2003).

3. **Atrición** es el desgaste que se produce en el tejido duro dental por rechinar o por usar los dientes, causado por el contacto diente-diente, sin la presencia de sustancias y elementos extraños. Es el desgaste mecánico como resultado de la masticación o parafunción, limitado a las superficies de contacto de los dientes. Existe dos tipos de atrición: la fisiológica y la patológica. La atrición fisiológica es la pérdida dental que se produce de manera constante y el grado de atrición es directamente proporcional al grado de envejecimiento de las piezas dentarias debido a la masticación. Por otro lado, la atrición patológica ocurre cuando existe una maloclusión, anormalidades en el patrón de la masticación o debido a algún defecto estructural de los dientes. Estas condiciones pueden causar una pérdida dental extensa dando lugar a una función anormal y la pérdida de la estética (Purkait, 2011). Se produce con mayor frecuencia las atricciones dentales en las caras oclusales y en los bordes incisales de los dientes (Lanata, 2003).

4. **Erosión** se define como la pérdida progresiva de la sustancia dental por procesos químicos que no implican la acción bacteriana en producir defectos, con mayor frecuencia en las áreas faciales y cervicales.

La erosión dental es el resultado de la pérdida patológica, crónica y localizada del tejido duro dental que es químicamente afectada por la acción de los ácidos y/o quelación sin implicación de las bacterias. Este tipo de lesión no cariosa es un problema común alrededor del mundo. Además, la acción de los ácidos sobre la superficie de los dientes no es uniforme, pero se concentra en mayor cantidad en zonas sometidas a tensiones (Figura 8) (Garone & Silva, 2010).

Algunos autores utilizan el término biocorrosión para referir a la erosión dental. La biocorrosión abarca todo tipo de degradación química, bioquímica y electroquímica que se produce en el tejido dental (Grippio, Simring & Coleman, 2012).

Existe una diversidad de ácidos responsables del mecanismo de erosión dental. Los ácidos pueden ser de origen extrínseco o intrínseco. Por ejemplo, el ácido clorhídrico es el único de origen intrínseco que sucede por medio de vómitos y regurgitaciones, y se caracteriza por su pH inferior a 2. Entre los ácidos de origen extrínseco se encuentran medicamentos, productos orales de uso tópico y vapores ácidos, siendo el producto de mayor consumo, el ácido cítrico, el procedente de la dieta moderna (Garone & Silva, 2010).

Irónicamente, Garone y Silva (2010) advierten que los pacientes más propensos a desarrollar LNC son los pacientes con un estilo de vida más saludable. Un ejemplo puede ser el aumento de consumo de frutas en los pacientes, donde la mayoría de estas son naturalmente ácidas. Castillo (2011) afirma que las personas que obtan por un estilo de vida más saludable,

es decir, tienden a consumir más alimentos naturalmente ácidos, hacen ejercicio físico regularmente, consumen bebidas deportivas, se cepillan los dientes más frecuentemente y eligen pastas dentales blanqueadoras, existe una predisposición a presentar LNC.

Es obligación del odontólogo, profesional de salud estomatológica, informar a los pacientes y orientarlos para que el consumo de alimentos ácidos sea en cantidades racionales con la finalidad de evitar la producción de desgastes patológicos sobre los tejidos dentales y disminuir el aporte de ácidos en los tejidos dentales. A la vez, al disminuir el consumo de bebidas con azúcar podría eliminar la predisposición a caries.



**Figura 8. Imagen de erosión en la superficie palatina de las piezas 11, 12 & 13 (Lussi & Jaeggi, 2008).**

### 5.6.2. Factores que influyen en el potencial de erosión dental al respecto a alimentos y bebidas

Existen múltiples factores químicos, biológicos y de comportamiento que influyen sobre el potencial erosivo dental y se resumen en la tabla 3:

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

**Tabla 3. Factores que influyen sobre el potencial erosivo dental al respecto a alimentos y bebidas (Lussi, Jaeggi & Schaffner, 2002).**

### 5.6.3. Agentes Etiológicos y Mecanismos que Ocasianan la Pérdida de la Estructura Dental en las LNC

La pérdida o el desgaste de la estructura dental es fisiológico si esto sucede a una velocidad que pudiera durar toda una vida; es decir, el desgaste no sobrepasa los 10  $\mu\text{m}/\text{año}$ .

Al exceder este límite, ya la pérdida o el desgaste es considerado patológico (Garone & Silva, 2010).

Algunos de los factores involucrados en los mecanismos de LNC son:

- Desmineralización por erosión
- Por ácidos que actúan sobre los fosfatos y carbonatos de la apatita
- Por quelantes que obran sobre el calcio
- Desgaste por “abrasión”
- Por fricción del cepillo con dentífrico
- Por instrumentos de raspado
- Por los tejidos bucales blandos
- Por la masticación de alimentos
- Desgaste por “atrición” provocado por el deslizamiento de los dientes inferiores contra los superiores

### **5.7. CARACTERÍSTICAS DE LAS LESIONES CAUSADAS POR EROSIÓN**

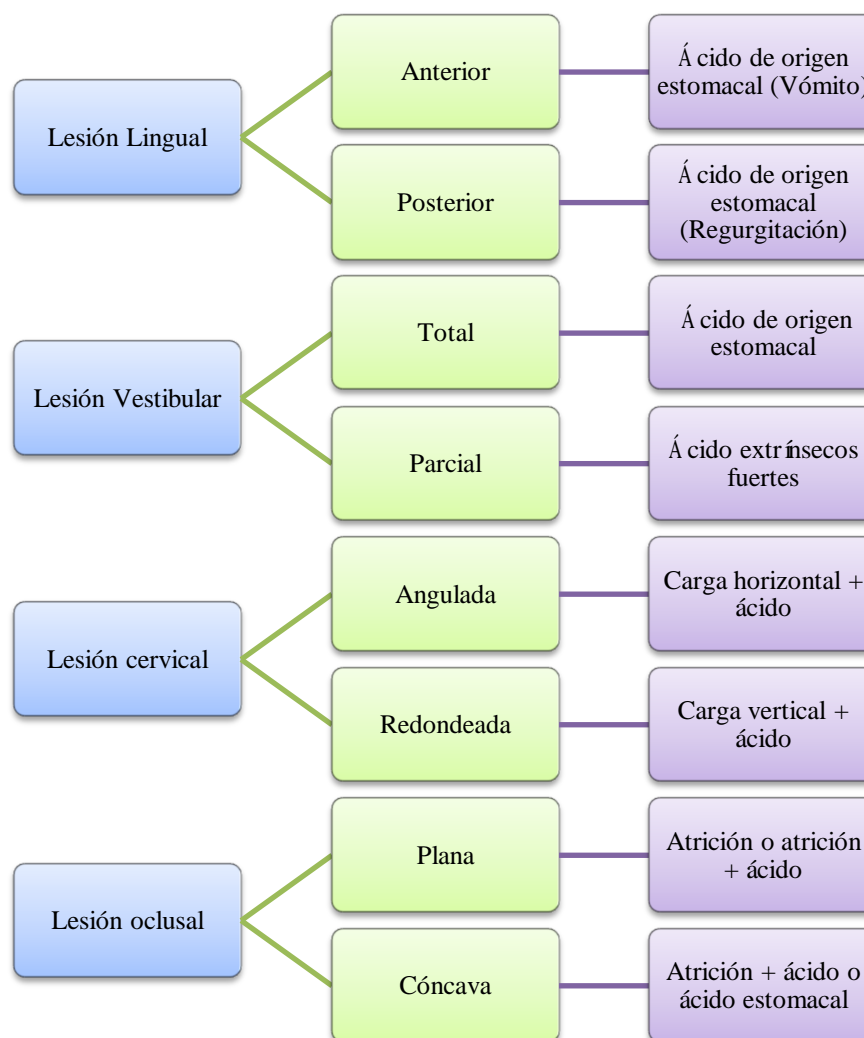
La anamnesis y la colaboración del propio paciente ayuda a complementar el diagnóstico pero no se puede simplemente confiar en lo que cuenta el paciente ya que el paciente puede no mencionar información importante y necesaria para el diagnóstico correcto porque puede olvidar u omitir algunos detalles personales, como episodios de vómitos ya sean inducidos o simplemente es parte de su vida cotidiana y considera que no es algo relevante a los desgastes producidos en los dientes por mecanismos erosivos.

Como profesional de salud, es importante saber identificar los factores causantes de las LNC para poder eliminarlos.



### 5.7.1. Localización de la lesión versus origen del ácido

Existe una clasificación propuesta por Garone y Silva (2010) de las LNC en función de la localización, con el propósito de relacionar la ubicación de la lesión con su origen, agentes etiológicos y mayor actividad de alguno de ellos (Figura 9).



**Figura 9. Clasificación de las LNC en función de la localización (Garone & Silva, 2010).**

Las lesiones linguales en dientes anteriores están siempre asociadas al jugo gástrico por vómitos más comúnmente en los dientes superiores y menos en los inferiores (Figura 10).



**Figura 10. Paciente con historia de bulimia que presenta erosión dental en la superficie lingual de los incisivos maxilares (Strassler, 2011).**

Las lesiones linguales en dientes posteriores son similares a la descripción de las lesiones linguales anteriores, a diferencia que son provocados por el jugo gástrico regurgitado en lugar de vómitos (Figura 11).



**Figura 11. Paciente diagnosticado de bulimia (Sciubba, Regezi, y Rogers, 2002).**

La diferencia entre el vómito y las regurgitaciones es que el vómito es “la expulsión brusca y forzada del contenido del estómago por la boca” y las regurgitaciones “es la llegada súbita y sin esfuerzo de una pequeña cantidad de comida del estómago o esófago a la boca (llamado comúnmente “bocanada”) y puede suceder durante la comida o justo después de ella (Martínez, 2006).

La lesión oclusal cóncava en toda la cara oclusal con una sola lesión se relaciona a ambos jugos gástricos sea por vómito o por regurgitación. En este caso, se debe analizar otras lesiones para poder identificar la combinación de factores (Figura 12).



**Figura 12. El patrón típico de una erosión dental avanzada en la cara oclusal (Lussi & Jaeggi, 2008).**

La lesión oclusal cóncava en forma de unas pequeñas concavidades se cree que se debe por la masticación de frutas o comprimidos de vitamina C o aspirina. También puede ser por el consumo de jugos o refrescos gasificados ácidos en los niños. Las frutas silvestres congeladas también propician el proceso abrasivo concomitante.

Las lesiones vestibulares parciales se deben a la acción de los ácidos fuertes de origen extrínseco, entre ellas el limón, bebidas deportivas y gaseosas industriales. Se presentan más comúnmente en la cara vestibular de los dientes anterosuperiores (Figura 13).



**Figura 13. Erosión dental parcial (Hendry, 1999).**

Las lesiones vestibulares totales se deben a la acción del jugo gástrico provocado por el vómito, y se presentan con mayor frecuencia en caninos y premolares inferiores (Figura 14).



**Figura 14. Erosión dental total de una paciente diagnosticado con bulimia (Burkhart, 2011).**

Por último, las lesiones cervicales se sitúan con mayor frecuencia en la cara vestibular de los premolares. La causa principal es el ácido de origen extrínseco, como jugo de naranja, refrescos gasificados, donde su potencia erosiva aumenta en las regiones sometidas a tensión (Figura 15) (Garone & Silva, 2010).



**Figura 15. Lesión cervical redondeada resultante del ácido ascórbico (Garone & Silva, 2010).**

Un control odontológico constante es requisito para todos los individuos ya que “la boca es una de las regiones del cuerpo humano más agredidas, cotidianamente cambia sus mecanismos de defensa, en concordancia con las agresiones” (Fijo y Silva, 2010). Es decir, las mismas recomendaciones del año pasado no se aplican de la mejor manera en el momento actual.

### 5.7.2. Lesión activa versus lesión inactiva

Una lesión no cariosa puede estar activa como inactiva. Garone y Silva (2010) indican que una lesión no cariosa activa tiene un aspecto parecido a las estructuras dentales cuando son acondicionadas con ácido fosfórico. Microscópicamente, se puede observar porosidad “con un aspecto satinado sin brillo” y aumento de los túbulos dentinarios ya que la dentina peritubular ha sufrido una disolución. En la mayoría de los casos tiene como consecuencia una mayor sensibilidad dentinaria. Sin embargo, la ausencia de sensibilidad se atribuye a que la lesión se desarrollan lentamente a medida que se va formando la dentina reaccional.

Cuando las lesiones están inactivas o latentes, se observa una superficie irregular o una superficie brillante debido al pulido realizado por el cepillado (Figura 16).



**Figura 16. Paciente con LNC por bruxismo y consumo de frutas cítricas y vinagre. Se observa la diferencia de brillo que existe entre la superficie del esmalte y la superficie de una lesión cervical activa (Garone & Silva, 2010).**

### 5.7.3. Lesión No Cariosa versus Lesión Cariosa

La presencia de ácido en la cavidad bucal tiene la capacidad de desencadenar tanto lesiones cariosas como lesiones no cariosas, y es una cuestión intrigante el mecanismos por el cual el mismo ácido desencadena cualquier de las dos lesiones mencionadas (Garone & Silva,

2010). Existen factores modificadores que originan una LNC y no una lesión de caries, tomándose en cuenta que en ambas el ácido es el agente desmineralizador.

Como ya se mencionó anteriormente, la lesión cariosa es “la manifestación clínica de una infección bacteriana en la que la actividad metabólica de las bacterias que colonizan el biofilm altera su pH por la producción de ácido láctico” (Garone & Silva, 2010). Este ácido láctico penetra el esmalte dental por medio de las porosidades y alcanza a la dentina desmineralizándola. Las fibras colágenas sufren proteólisis por las enzimas bacterianas y todos los residuos que resultan de la degradación de la matriz orgánica y del metabolismo bacteriano dando un aspecto de una “lesión reblandecida” (caries). En la lesión de caries, la cantidad del ácido presente es mínima pero el tiempo de contacto con ciertas zonas es continua y por ende, se puede producir una lesión inicial de caries en algunos días (Garone & Silva, 2010).

Sin embargo, una lesión no cariosa que se produce por mecanismos erosivos presentan una superficie dura o “con un reblandecimiento imperceptible al sondaje clínico”. Esto se debe a que la lesión por erosión es principalmente causada por la acción de ácidos, y en los estadios iniciales de este fenómeno el daño es reversible. En los estadios iniciales, el daño producido por los ácidos es reversible por la remineralización. Sin embargo, en etapas más avanzadas, la lesión producida por ácidos fuertes con bajo pH puede ser visto a ojo clínico y su daño es irreversible. A diferencia de la caries, la cantidad del ácido presente es mayor pero el proceso erosivo se desarrolla a largo plazo, en meses o más de un año para iniciar una LNC (Garone & Silva, 2010).

A pesar de que el mecanismo de disolución de los cristales de apatita es similar en casos de erosión y caries, “ambos fenómenos nunca sobrevienen simultáneamente en la misma zona” ya que ningún microorganismos puede sobrevivir en un pH menor a 4, por ejemplo

*Streptococcus mutans*; y generalmente los alimentos y bebidas ácidas tienen valores de pH por debajo de 3 y el contenido gástrico tiene aproximadamente 1,5 de pH (Garone & Silva, 2010).

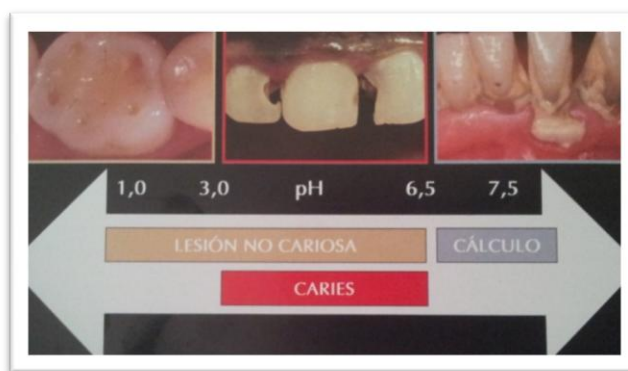
#### **5.7.4. Lesión no cariosa por erosión versus cálculo dental**

La precipitación de sales de fosfato de calcio sobre la placa bacteriana forma el cálculo dental. El tiempo de maduración se correlaciona directamente con su grado de mineralización. Los cálculos se forman debido a: (1) la presencia de placa bacteriana específica, (2) un medio bucal con pH superior a 6,5 y (3) la composición de la saliva (Garone & Silva, 2010).

La capacidad de algunos tipos de bacterias en formar los cálculos dentales es sorprendente. Por ejemplo, algunas bacterias no solo son capaces de metabolizar y liberar ácidos como producto, también metabolizan proteínas y liberan amonio. El amonio ayuda a elevar el pH del ambiente bucal y consecuentemente, eleva la tendencia de precipitación de los fosfato de calcio. Otras bacterias tienen estructuras en su pared celular que sirven como núcleos para el “depósito y el crecimiento de los cristales minerales” (Garone & Silva, 2010).

La formación de cálculo dental también está íntimamente relacionado a la saliva. Existe una tendencia de formar una mayor cantidad de cálculos justo donde desembocan los conductos de las glándulas salivales mayores. Generalmente, la erosión dental y la formación de cálculos no ocurre simultáneamente. El mecanismo de erosión se debe a los procesos desmineralizadores, mientras que la formación de cálculo dental se debe a lo contrario. Además, los pacientes que tienden a presentar cálculos dentales frecuentemente son pacientes con pobre higiene bucal y los pacientes con lesiones por erosión son habitualmente cepilladores eficientes (Garone & Silva, 2010).

Existen excepciones como en casos de pacientes con higiene dental comprometida que consumen muchos alimentos ácidos y al ostentar un medio bucal muy ácido, persiste la posibilidad de formar muchos cálculos y muchas erosiones, más que lesiones de origen bacteriano o caries (Garone & Silva, 2010).



**Figura 17. Interrelación entre lesión no cariosa, caries y cálculo (Garone & Silva, 2010).**

## 5.8. ETIOLOGÍA EXTRÍNSECA: ALIMENTOS ÁCIDOS

Existen muchos alimentos ácidos que son esenciales para nuestra dieta diaria, como las frutas y sus respectivos jugos, entre otros. Como profesionales de salud, no se puede prohibir fuentes importantes de nutrientes y vitaminas indispensables de la dieta de los pacientes. Por ende, solo queda la opción de guiar al paciente para que el consumo sea dentro de los límites normales, cambiar la forma de consumirlos y concordando con la frecuencia y tiempo adecuado (Garone & Silva, 2010).

Existen varios factores que ayudan a identificar o determinar la capacidad erosiva de los alimentos, cuales son: (1) pH, (2) la titularidad, (3) la composición del ácido, (4) su acción quelante, (5) tipos de ácidos, (6) concentración.

El **pH** se define como el potencial de iones de hidrógeno y básicamente mide la acidez de un producto. La escala de pH va del 1 al 14, donde un pH de 7 es considerado neutro.



Valores inferiores a pH 7 se consideran ácidos y valores superiores a pH 7 son básicos (Kitchens & Owens, 2007). Según la literatura, el pH crítico para la desmineralización de la hidroxiapatita es 5,5 (Singh & Jindal, 2010). Es decir, muchos de las bebidas disponible en el mercado hoy en día, sean jugos de frutas, bebidas energizantes y deportivas, refrescos gasificados son potencialmente erosivos (Garone & Silva, 2010).

La **Titularidad** o acidez total es un método complementario a la determinación del pH para medir el potencial erosivo de los productos. Este método indica la concentración total de iones hidrógeno, ambos, los disociados y los que pueden disociarse y la disponibilidad actual del ión hidrógeno para reaccionarse con la superficie dental (Kitchens & Owens, 2007).

Los quelantes son sustancias con grupos carboxílicos que pueden unirse a metales bi o trivalentes, formando moléculas cíclicas. Básicamente, los quelantes “captan el calcio de la saliva, dificultando así la remineralización. Además, pueden restar el calcio de la estructura dental (Garone & Silva, 2010).

### 5.8.1. Tipos de ácidos

Los ácidos se clasifican en orgánicos (presencia del grupo carboxilo – COOH) e inorgánicos (ausencia de COOH). También, pueden ser clasificados de acuerdo a su capacidad erosiva como: fuertes, moderados y débiles (Garone & Silva, 2010).

Los ácidos orgánicos son los que se encuentran en los alimentos ácidos como las frutas con potencial erosivo, sea de manera individual o en combinación:

1. **Ácido cítrico (C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>7</sub>):** Es uno de los ácidos más comunes que se encuentran en las frutas cítricas y es uno de los más erosivos. Posee una alta capacidad quelante y capta calcio de la saliva y/o de los diente. Las frutas cítricas son: el limón, la toronja, la naranja,

la mandarina, entre otras. El limón es la fruta más erosiva, y entre los ácidos orgánicos, el cítrico es el de uso más frecuente en las industrias alimentarias (60% del total).

2. Ácido málico ( $C_4H_6O_5$ ): Se encuentra en las siguientes frutas: manzanas, peras, tomates, uvas y bayas.

3. Ácido maleico ( $C_4H_4O_4$ ): Se encuentra en mangos y maracuyás.

4. Ácido tartárico ( $C_4H_6O_6$ ): Se encuentra en frutas como la mora y la piña, y en mayor cantidad en las uva/vino y el tamarindo.

5. Ácido ascórbico ( $C_6H_8O_6$ ): Es la vitamina C y se caracteriza por su propiedad hidrosoluble y termosensible, ya que al ser sometido al fuego, este se destruye. Se encuentra en frutas como el kiwi, frutas cítricas, guayaba, fresa, grosella, tomate y manzanas, y en vegetales como los pimientos y verduras de hojas verdes.

6. Ácido láctico ( $C_3H_6O_3$ ): Se forma por medio de la fermentación natural o transformación de la lactosa en ácido láctico, se encuentra en productos alimenticios como el queso, yogur, salsa de soya, entre otros. Es el que confiere sabor ácido a la leche. Se utiliza el ácido láctico en las bebidas gaseosas y jugos de frutas para regular el acidez.

7. Ácido acético ( $C_2H_4O_2$ ): Derivado del latín “acetum”, que significa ácido. Se encuentra en el vinagre (cerca de 5%) y su pH varía entre 2,0 y 3,5. Mayormente se utiliza para conservar alimentos ya que las bacterias en general no resisten un pH muy ácido (Garone & Silva, 2010).

Los ácidos inorgánicos son:

1. Ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ): Es el ácido que más se utiliza después del ácido cítrico. Su uso es aproximadamente del 25% y se cree que es por su bajo costo. Se encuentra

principalmente en bebidas gaseosas como la “cola”. Además, en odontología se utiliza el ácido fosfórico para desmineralizar los tejidos dentales.

2. Ácido carbónico ( $H_2CO_3$ ): Se encuentra mayormente en las bebidas carbonatas a las que se agrega gas carbónico ( $CO_2$ ) para dar un “efecto burbujeante”. Por ejemplo, en las bebidas alcohólicas, como cervezas y los vinos espumantes o en las no alcohólicas como los refrescos gasificados, agua con gas y bebidas energizantes. Es importante mencionar que inicialmente las bebidas que contienen ácido carbónico son más erosivas que los jugos de frutas, pero permanecen transitoriamente porque al abrir la botella, inmediatamente se “empieza a perder dióxido de carbono y a cambiar su acidez”. Es decir, las bebidas que contienen ácidos en su naturaleza por sí, la agregación del ácido carbónico tiene una mínima influencia sobre su potencial erosivo. Finalmente, estas bebidas pueden provocar reflujo gastroesofágico (Garone & Silva, 2010).

### **5.8.2. Concentración**

Según la literatura, la dilución de una solución ácida no altera su pH, aunque si disminuye su titularidad. Es decir, su potencial erosivo disminuye al diluir más el jugo (Garone & Silva, 2010).

### **5.8.3. Factores que pueden influir en el potencial erosivo de los alimentos**

- **Fijación en el diente:** La humectancia es “la diferencia que existe entre las fuerzas de atracción intermoleculares del líquido (fuerza de cohesión) y las fuerzas de atracción del líquido por el sólido (fuerza de adhesión). El método más fácil para medir la humectancia es observar el ángulo que forma una gota del líquido al entrar

en contacto con la superficie dental. Mientras mayor sea el ángulo, menor será la humectancia y vice versa. Por ejemplo, esto es lo que diferencia de las bebidas gaseosas como Coca-Cola y su versión light (Garone & Silva, 2010).

- **Tiempo de contacto:** Mayor tiempo de contacto del líquido con la superficie del diente agrava su capacidad erosiva. Los degustadores de vinos y atletas que consumen bebidas deportivas tienden a mantener en boca/cavidad oral por períodos prolongados las bebidas con potencial erosivo (Garone & Silva, 2010).
- **Frecuencia de ingestión:** Se asocia directamente a su acción nociva ya que los primeros minutos que hace contacto la sustancia con la superficie dental resulta más dañina. En el caso de deportistas o los vegetarianos, su alimentación consiste en 6 ó 7 porciones de comidas diarias, con un alto consumo de frutas cítricas y silvestres, conservas en vinagre, bebidas ácidas, además de alimentos más fibrosos y duros que resultan abrasivos (Garone & Silva, 2010).
- **Consistencia:** Los nutricionistas recomiendan mucho a los pacientes a consumir alimentos saludables como las “frutas y las verduras, alimentos integrales ricos en fibras”. Existen dos etapas de la pérdida dentaria debido a la acción de los ácidos: (1) el ácido causa la desorganización superficial de la estructura dentaria y (2) la acción abrasiva desprende esta parte que ha sido desorganizada superficialmente de la estructura dentaria. Por ende, los nutricionistas y otros profesionales de salud deben de informar a los pacientes como y en que tiempo es mejor consumir los alimentos. Por ejemplo, advertir el no consumir alimentos abrasivos justo después de ingerir alimentos ácidos. Uno de los peores casos se da cuando el alimento ácido es a la vez abrasivo como las frutas silvestres congeladas (Garone & Silva, 2010).

## - **Los Acidulantes**

- Los acidulantes son sustancias que cumplen con las siguientes funciones con el objetivo de disminuir el pH del producto (Garone & Silva, 2010):
  - Conferir un sabor especial a los alimentos
  - Dificultar el crecimiento de los microorganismos
  - Actuar como agente antioxidante
  - Ajustar el pH de algunos productos lácteos para adquieran una textura ideal.

Los acidulantes más frecuentes son los ácidos orgánicos idénticos a los que se encuentran en las frutas.

## **5.8.4. Bebidas**

### **5.8.4.1. Bebidas No Alcohólicas**

1. **Aguas:** Los médicos profesionales recomiendan el consumo de 2 L de agua diario para la salud, y a la vez esto estimula la salivación que da lugar a mejor calidad de la saliva (más rica en bicarbonato). El agua ocupa el primer lugar entre las bebidas más consumidas en el mundo y la capacidad erosiva del agua carbonatada con ácido carbónico en su composición es mínima. Sin embargo, las aguas aromatizadas que contienen generalmente ácido cítrico y sabores de frutas ácidas con gran cantidad de acidulante, ácido cítrico, causan preocupación por su efecto erosivo (Garone & Silva, 2010).

- 2. Refrescos gasificados:** Estos ocupan el segundo lugar entre las bebidas más consumidas en el mundo. Los refrescos del tipo “cola” contienen ácido carbónico, su pH oscila entre 2,5 y 3,5, lo que significa que tienen un potencial erosivo para todo tipo de apatita. Otros refrescos gasificados con sabor a frutas contienen una combinación de varios tipos de ácidos, los cuales hacen que sean más perjudiciales aún. Además de su efecto erosivo sobre la superficie dentaria, por su alto contenido de fosfato, estos afectan el metabolismo del calcio, dando posibilidad de desarrollar osteoporosis (Garone & Silva, 2010).
- 3. Infusiones:** Se refiere a las bebidas calientes elaboradas con hierbas, hojas, flores y frutas, como el té y el café. Garone y Silva (2010) afirman que actualmente esta categoría de bebidas no alcohólicas son las más consumidas en todo el mundo. Los té industrializados son más perjudiciales que los que vienen en su presentación de sachet (bolsita filtrante). Los mismo autores mencionan que los té ya preparados deben ser contraindicados desde punto de vista odontológico, ya que el pH de estos té, oscila entre 3 a 7, siendo algunos más erosivos que el jugo de naranja puro (Garone & Silva, 2010).
- 4. Bebidas deportivas:** Solamente son recomendadas en atletas o competidores como los maratonistas ya que su potencial erosivo es sumamente alto. Es importante recordar que al practicar deportes se produce sequedad de la boca por la hiposalivación, favoreciendo la erosión dental. Gatorade, una de las bebidas deportivas más consumidas en todo el mundo está documentada como una de las más erosivas ya que

produce erosión es en 50% de sus consumidores. Se cree que aparte de su capacidad erosiva, el consumo de dichas bebidas ha aumentado en cantidad y frecuencia (Garone & Silva, 2010).

5. **Lácteos:** Las moléculas de calcio y fosfato son sustancias claves para disminuir la erosión dental y remineralizar la superficie dental. Por ende, los productos lácteos, como leches, quesos y yogures, ricos en estas, no entran dentro de productos con capacidad erosiva (Garone & Silva, 2010).
  
6. **Jugos:** El clima tropical favorece aún más el consumo de los jugos de frutas. La mayoría de jugos de frutas, sino son todos, presentan el pH por debajo del pH crítico (5,5) para la desmineralización. Entre los más erosivos se encuentra el jugo de limón y de toronja. Los jugos industrializados pueden ser más perjudiciales que los jugos naturales ya que a veces se les agrega acidulantes. Garone y Silva (2010) indican que “el consumo de la propia fruta, al contrario de su respectivo jugo, disminuye en cinco veces el riesgo de erosión dental”. Cada fruta trae beneficios para la salud humana. Es por eso que no se puede limitar el consumo de las frutas, pero es posible informar sobre los riesgos para la salud dental y la mejor manera de consumirlas para que su efecto nocivo sea disminuido (Garone & Silva, 2010).

#### **5.8.4.2. Bebidas Alcohólicas**

1. Existen las **bebidas alcohólicas** que contienen ácidos, como el vino y su efecto erosivo es igual que de las bebidas no alcohólicas. Entre los más erosivos, se encuentra los vinos espumantes y el vino verde. Además, al consumir en exceso,

estas bebidas alcohólicas pueden causar irritación gástrica dando lugar a episodios de vómito recurrentes (Garone & Silva, 2010).

#### **5.8.4.3. Otros productos**

También existen algunos alimentos como: salsas, conservas y dulces ácidos que son de bajo pH. Los ejemplos principales son el vinagre, la mostaza, la salsa de tomate, la salsa inglesa y casi todas las salsas para ensaladas industriales (Garone & Silva, 2010).

#### **5.8.5. OTROS ÁCIDOS DE ORIGEN EXTRÍNSECO**

Existen otros productos que se encuentran clasificados como potencialmente erosivos. Esto se debe a que estos productos que contactan con los dientes frecuentemente, tiene un bajo pH, alta titularidad y bajo contenido de flúor, calcio y fosfato. Al igual que los productos potencialmente erosivos mencionados anteriormente, el efecto de estas sustancias es acumulativo en el transcurso de la vida de cada individuo, con riesgo de causar daños irreversibles al tejido dental.

##### **5.8.5.1. Erosión por ácidos de origen de medicamentos**

Varios productos de origen medicamentoso como el ácido acetilsalicílico y vitamina C (ácido ascórbico) puede causar pérdida del tejido dental. Garone y Silva (2010) indican que este problema se debe a la presentación en que vienen estos productos o en la manera incorrecta de consumirlos. Diferentes formas de presentación como los comprimidos masticables, pastillas efervescentes y jarabes provocan un mayor contacto con los dientes.



### 1. Ácido acetilsalicílico

Su nombre común es la aspirina. La aspirina es conocida como uno de los medicamentos más usados a nivel mundial. Es un medicamento con riesgo de erosión dental ya que, una de sus formas de presentación que es el comprimido masticable, al entrar al contacto con la saliva, se produce disociación del ácido y se queda sobre las superficies dentales produciendo reblandecimiento. Su efecto desmineralizador provoca el desgaste de las superficies dentales que han quedado reblandecidas (Garone & Silva, 2010).

### 2. Vitamina C

Las vitaminas C se caracteriza por su potencial de protección contra algunas enfermedades, son esenciales para las funciones vitales, y también son necesarios por su efecto antioxidante. Una vez más, cabe recalcar sobre la importancia de la forma en que se ingiere. Es recomendable evitar consumir las vitaminas C en forma de presentación de jarabes, pastillas efervescentes y tabletas masticables. Por ultimo, en la actualidad, las presentaciones de vitamina C, no solo contienen el ácido ascórbico, también tienen ácido cítrico, para proveer el sabor a naranja o limón (Garone & Silva, 2010).

### 3. Otros medicamentos

- 1. Ácido clorhídrico: Pacientes VIH positivos, que sufren de hipoclorhidria o deficiencia de ácido clorhídrico estomacal deben recibir terapias basadas en soluciones que contienen ácido clorhídrico.
- 2. Jarabes: Son medicamentos que están al alcance de los consumidores comúnmente. Son potencialmente erosivos y la toma frecuente o regular empeora su efecto como desmineralizador.

### **5.8.5.2. Erosión por acción de productos orales de uso tópico**

La presencia de sustancias quelantes y ácidos en los productos orales de uso tópico también se asocia a la pérdida de estructura dental. Algunos ejemplos de productos orales de uso tópico con ácidos y quelantes en su composición son: (1) el dentífrico, (2) los enjuagatorios y (3) los estimulantes salivales (Garone & Silva, 2010).

### **5.8.5.3. Erosión por ácidos de origen ambiental/ocupacional**

La boca tiene la capacidad de absorber líquidos y vapores ácidos. Entre los vapores ácidos, el más frecuente es el ácido sulfúrico y el más nocivo y perjudicial es el ácido clorhídrico, este último está presente en piscinas cloradas ya que ha habido muchos casos de nadadores atletas con lesiones no cariosas severas por la falta de control adecuado del nivel de cloro en el agua. Los catadores de vino sufren de erosiones dentales debido a su bajo pH, bajo contenido de calcio y fosfato, y su tiempo de contacto aumentado (Garone & Silva, 2010).

## **5.9. LESIONES NO CARIOSAS: DIAGNÓSTICO Y PREVENCIÓN**

El diagnóstico de las LNC, específicamente de la erosión dental, es muy complejo ya que puede ser causada por uno o combinación de varios factores. Para su identificación se realiza un minucioso examen clínico identificando su forma y localización para poder relacionarlo con su posible origen (Tabla 3). Además es necesario que el profesional realice preguntas claves sobre los hábitos del paciente buscando relacionarlo con el origen.

Para la prevención de la misma se recomienda lo siguiente (Garone & Silva, 2010):

- Disminuir la cantidad y la frecuencia de la ingesta de alimentos y bebidas ácidas; y siempre luego de su consumo enjuagar la boca con agua.

- Consumir bebidas ácidas utilizando un sorbete (de tal forma que disminuya el contacto de la bebida con los dientes) y evitar agitarla en la boca.
- Consumir bebidas ácidas en combinación de diferentes alimentos (evitar las entre comidas).
- Evitar su consumo al acostarse (disminución del flujo salival).
- Evitar su consumo al levantarse (se requiere algún tiempo para normalizarse el flujo salival).
- Durante momentos de deshidratación con la consecuente disminución salival.
- Utilizar productos que contienen flúor y mantener un buen higiene.
- Evitar la ingesta de bebidas ácidas con biberón

Dentro de las medidas preventivas, los alimentos están clasificados en tres grupos en la tabla 4:

- Prohibidos: No deberían ser consumidos en exceso por ningún paciente.
- Depende: Depende si el paciente es susceptible a las LNC.
- Libres: Libres para todos los pacientes y en cualquier cantidad.

	PROHIBIDOS	DEPENDE	LIBRES
<b>FRUTAS &amp; JUGOS</b>	Limón Toronga Maracuyá Frambuesa Grosella Mora Uva Fresa	Piña Naranja Kiwi Mandarina Durazno Manzana Cereza Ciruela Guayaba	Mango Tomate Banana Melón Sandía Coco Higo Aguacate
<b>BEBIDAS</b>	Deportivas Té de limón Refrescos cítricos Bebidas con limón	Colas comunes Vinos Té de frutas Ginger Ale Colas Lights Aguas aromatizadas	Cerveza Café Té natural Bebidas de soya Yogur, leche
<b>DULCES</b>	Paleta y caramelo de limón Caramelo de frutas	Miel Compotas Helados Barra de cereal	Chocolate Pastel Pudín Gelatina
<b>OTROS</b>	Vinagre Mostaza Salsa de tomate Pepinillos	Pimienta Mayonesa Enlatados	Carne Huevo Pescado Verdura Mariscos Granos Pastas Pan

**Tabla 4. Clasificación de Alimentos para la prevención de LNC en tres grupos: prohibidos, depende y libres (Garone & Silva, 2010).**

### **5.10. Tratamiento de LNC**

El tratamiento de LNC dependerá en cada caso del paciente y se hará de acuerdo a sus necesidades. Lo importante es que se debe intentar remineralizar las superficies dentales y minimizar la progresión de la pérdida dental utilizando productos que contengan flúor y otros minerales como el calcio y fosfato (Singh, Kugel, Papas & Magnuson, 2011).

En casos más avanzados de LNC donde las lesiones exceden el nivel fisiológico, se debe evaluar más detalladamente factores como: la necesidad del paciente, la etiología, el grado de la pérdida dental, la extensión y localización de la lesión, el tiempo disponible para el tratamiento, el costo, entre otros. En caso de pérdida dental en oclusal en las que los dientes requieran una preparación mínima, se utiliza un material como la resina que generalmente es fácil de manipular y el procedimiento es sencillo. Sin embargo, en caso de LNC en cervical el tratamiento es más complejo y requiere mucha habilidad y experiencia por parte del clínico, ya que la causa principal de fracaso es la microfiltración. Por último, en casos de pérdida completa del esmalte con exposición pulpar o con síntomas de pulpitis irreversible, se recomienda realizar el tratamiento de endodoncia seguido por la parte rehabilitadora (Singh et al., 2011).

Existe un índice de la pérdida dental realizado por Singh et al. (2011) y se muestra en la tabla 5:

<b>Grado</b>	<b>Superficie</b>	<b>Criterio</b>
<b>0</b>	Bucal (B)/lingual (L)/oclusal (O)/incisal (I)	No hay pérdida de las características de la superficie del esmalte.
	Cúspide (C)	No hay pérdida del contorno.
<b>1</b>	B/L/O	Pérdida de las características de la superficie del esmalte.
	C	Pérdida mínima del contorno.
<b>2</b>	B/L/O	Pérdida del esmalte, exponiendo a la dentina (menos de 1/3 parte de la superficie).
	I	Pérdida del esmalte, exponiendo a la dentina.
	C	Defecto < 1 mm de profundidad.
<b>3</b>	B/L/O	Pérdida del esmalte exponiendo a la dentina (más de 1/3 parte de la superficie).
	I	Pérdida considerable del esmalte y de la dentina.
	C	Defecto < 1 mm a 2 mm de profundidad.
<b>4</b>	B/L/O	Pérdida complete del esmalte o exposición pulpar, o exposición de dentina secundaria.
	I	Exposición pulpar o de la dentina secundaria.
	C	Defecto > 2 mm de profundidad, exposición pulpar o de la dentina secundaria.

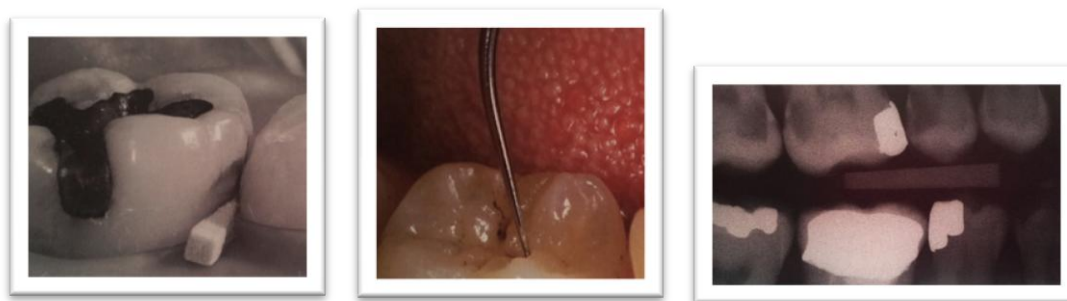
**Tabla 5. Índice de la pérdida dental (Singh et al., 2011).**

### 5.11. CARIES

Según Lanata (2003), la caries dental es “una enfermedad infecciosa que determina la desmineralización, la disolución y la degradación de los tejidos dentarios mineralizados”. Es un proceso complejo y localizado, donde el micro ambiente dentro de la cavidad bucal puede favorecer la evolución de la lesión, la detención o la remisión. Básicamente, la caries es el resultado de la pérdida del equilibrio entre la desmineralización y la remineralización, donde prevalece la desmineralización. Usualmente, no ocurre erosión dental y caries de manera simultánea; sin embargo, la erosión dental puede desencadenar en un proceso carioso y facilitar su evolución (Lanata, 2003).

El diagnóstico de caries puede subdividirse en: diagnóstico de presencia, diagnóstico de actividad y diagnóstico de riesgo de caries (Brenna, 2010).

- **Diagnóstico de presencia:** Se basa fundamentalmente en el examen clínico e instrumental. Este tiene como objetivo valorar “el color del esmalte y determinar la presencia de cavidades con afectación dentinaria”. Los clínicos observan directamente los dientes tratando de evidenciar clínicamente la caries. Se puede utilizar cuñas para favorecer la inspección de la zona interproximal, sondas u otros instrumentos finos con el fin de descubrir zonas reblandecidas o desmineralizadas, y el examen radiográfico tradicional y digital para complementar el diagnóstico de caries (Figura 18).



**Figura 18. Diagnóstico de caries interproximal: Utilización de la cuña para la inspección de las áreas interproximales; el uso de una sonda dental puntiaguda en los surcos y fosas oclusales no están indicado, debido al elevado riesgo de provocar cavitaciones iatrógenas; ejemplo de radiografía tradicional con aleta de mordida para el diagnóstico de caries (Brenna, 2010).**

- **Diagnóstico de actividad:** Se analiza el color y la consistencia del tejido.
  - Manchas blanquecinas, desmineralizadas (posibles lesiones activas) o zonas más oscuras y duras (caries inactiva o en reposo).
  
- **Diagnóstico de riesgo de caries:** Se evalúa los principales factores de riesgo de caries, los cuales son:
  - Predisposición del huésped (higiene, saliva, flúor, antecedentes familiares),
  - Presencia de bacterias acidógenas.
  - Tipos de alimentación (hidratos de carbono y otros con alto contenido de azúcar).

Existe una relación dinámica entre la dieta y la nutrición y la salud bucal y las enfermedades. La dieta tiene un efecto local sobre la salud bucal, principalmente en la integridad de los dientes, el pH, y la composición de la saliva y la placa; sin embargo, la nutrición tiene un efecto sobre la integridad de la cavidad bucal, incluyendo los dientes, el periodonto, la mucosa oral y el hueso alveolar. Además de la salud dental, la dieta y la placa



dental, en la iniciación de la caries participan muchos factores como la saliva, el sistema inmune, el tiempo, el estado socioeconómico, el nivel de educación, el estilo de vida, comportamiento y el uso de flúor (Touger-Decker & Loveren, 2003).

Un importante progreso fue el reconocimiento y la comprensión del proceso de remineralización. Entónces, una dieta con alto contenido de azúcar y otros carbohidratos fermentables dan como resultado una mayor cantidad de ácidos metabolizados por las bacterias cariogénicas, dando lugar un medio bucal de bajo pH (menor al pH crítico de 5,5). La cavidad bucal con pH bajo provee un ambiente óptimo para el crecimiento de las mismas bacterias y desfavorece la remineralización, causando lesiones de caries. Al contrario, una dieta baja en azúcar y carbohidratos fermentables, con mucho calcio promueve la remineralización. Además una malnutrición afecta a la anatomía y la función de las glándulas salivales, hasta disminuir la secreción salival y la capacidad buffer (Touger-Decker & Loveren, 2003).

En 2000, se reportó que los productos alimenticios con azúcar añadidos más consumidos en la dieta de los americanos fueron las bebidas gaseosas (consta 1/3 de la ingesta de azúcar). Aunque una gran variedad de factores en combinación afecta y causa la caries, definitivamente existe una relación íntima entre el azúcar y la salud oral.

Para la prevención de la caries se encuentran factores como el uso de flúor tópicos, establecer más y mejores recursos dentales, disminuir el consumo de sacarosa, introducción de programas de educación de salud bucal y dental, entre otros. Como una vez dijo el primer presidente de la Asociación Americana de Odontología, J. Leon Williams, “un diente limpio no va a cariarse”. Él indicó que al mantener una buena higiene se va a prevenir efectivamente la caries dental. Existen estudios donde se determinan el pH de la placa dental; se enjuaga con

una solución de sacarosa al diente humano y en tan solo 3 minutos, el pH de la placa disminuyó de 6,5 a 5,0 y se mantuvo por 40 minutos. Sin embargo, al mantener los dientes limpios, al aplicar el mismo procedimiento no se registró ninguna disminución del pH (Touger-Decker & Loveren, 2003).

El tratamiento de lesiones cariosas también depende de cada individuo, de sus necesidades, de la extensión y localización, costo, entre otros. Los tratamientos para caries incluyen las restauraciones directas o indirectas, las incrustaciones, las carillas y coronas de diferentes materiales, de acuerdo la preferencia de los pacientes y sus necesidades restaurativas.

## **5.12. MÉTODO PARA EL ANÁLISIS QUÍMICO DE LAS BEBIDAS EN SU GRADO DE ACIDEZ Y NIVEL DE AZÚCAR**

### **5.12.1. QUÍMICA ANALÍTICA**

La química analítica es el estudio de los métodos y las técnicas que se utilizan para determinar la composición de la materia. Se puede realizar dos tipos de análisis con la química analítica: análisis cuantitativo y cualitativo. Esta rama de química trata de utilizar cualquiera de las propiedades de la especie o material de interés, sean químicas o físicas, que puedan proporcionar la información deseada. Dos de los métodos analíticos más usados son el uso de refractometría para medir el índice de refracción de una solución y potenciometría para medir el pH de las sustancias (West, 2002).

### 5.12.1.1. pH

También llamado el potencial de hidrógeno. Se define como el “logaritmo negativo de la concentración del ión hidrógeno en una solución acuosa o el logaritmo del recíproco de la concentración de iones hidrógeno” (Romero, 2008). En otras palabras, el valor del pH indica la acidez o alcalinidad de una sustancia, en una escala de 0 al 14, donde el pH de 7 se considera neutro, valores de pH menores a 7 son ácidos y valores de pH mayor a 7 son básicos. La acidez o alcalinidad de una solución indican las propiedades químicas, y la escala del pH es logarítmica; es decir, si el valor de pH de la sustancia A es 4, el pH de la sustancia B es 5 y el pH de la sustancia C es 6; la sustancia A es 10 veces más ácida que la sustancia B y 100 veces más ácida que la sustancia C (Romero, 2008).

La fórmula para la medición del pH es:

$$\text{pH} = -\text{Log} [\text{H}^+]$$

La **acidez** es la capacidad cuantitativa del agua para reaccionar con los iones hidroxilos.

La **alcalinidad** es la capacidad cuantitativa del agua para reaccionar con los iones de hidrógeno (Romero, 2008).

### 5.12.1.2. Contenido Total de Sólidos Solubles (CTSS)

El contenido total de sólidos solubles (CTSS) equivale numéricamente al porcentaje de azúcar y otros sólidos disueltos en una solución y es utilizado frecuentemente por las industrias alimenticias para medir el nivel aproximado de azúcar, en especial de jugos de frutas y otras bebidas. Es decir que una solución con 25% de CTSS contiene 25 gramos de azúcar por 100 gramos de solución (Cavalcanti et al., 2010). Las unidades de medición de CTSS pueden ser: grados Brix (°Bx) y el índice de refracción.

#### **5.12.1.2.1. Escala de Brix o Grados Brix (°Bx)**

Es un método cuantitativo utilizado comúnmente en química analítica, y es popular en las industrias de alimentos para medir la cantidad aproximada de azúcar. La escala de Brix o grados Brix (°Bx) es la unidad representativa del porcentaje de azúcar y otros sólidos disueltos en una solución acuosa (Cavalcanti et al., 2008). Los °Bx son utilizados para soluciones acuosas que contienen otros elementos además de sacarosa y agua, y permite obtener el porcentaje del contenido total de azúcar de las mismas. Un grado Brix corresponde a un gramo de sacarosa en 100 gramos de solución (solo si está compuesto por sacarosa y agua). También, un grado Brix corresponde a un gramo del contenido total de azúcar en 100 gramos de solución, y por ende da el porcentaje de sacarosa/contenido total de azúcar en una solución acuosa por peso (Cavalcanti et al., 2010).

#### **5.12.1.2.2. Índice de refracción**

Se define como la relación entre la velocidad de la luz en el aire y la velocidad de la luz en la sustancia que se va a analizar. Es un método efectivo, fácil de manipular y preciso ya que se puede determinar hasta con cinco cifras significativas normalmente y es posible obtener el porcentaje de sacarosa en masa por masa (m/m) con precisión de 0,1%. Se considera una de las constantes más importantes que se utiliza para describir un compuesto (Pasto & Johnson, 2003).

Se determina el índice de refracción por medio de los refractómetros de tipo Abbe, que es el más usado por su exactitud. El valor del índice de refracción depende de la temperatura, y por ende, es necesario su calibración de acuerdo las indicaciones del fabricante (Pasto & Johnson, 2003).

## 5.12.2. INSTRUMENTOS

### 5.12.2.1. Potenciómetro

Es un dispositivo compacto comúnmente utilizado para ajustar el voltaje en puntos específicos en un circuito. También sirve para realizar la medida del pH por un método potenciométrico; este método consiste en determinar una diferencia de potencial entre dos soluciones con diferente concentración de iones  $H^+$ . Es frecuente su uso en laboratorios de química analítica para determinar algunas propiedades físico-químicas por medio de medidas de soluciones acuosas. Este contiene un electrodo de pH que mide el pH o potencial de  $H^+$  de una disolución.



**Figura 19. Potenciómetro digital AR50/Accumet Research, Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, USA.**

### 5.12.2.2. Refractómetro

El refractómetro es un instrumento utilizado frecuentemente por las industrias alimenticias para medir la concentración de grasa, mantequilla o azúcar que contienen los alimentos.

La refracción es el fenómeno en el cual la dirección de la luz se modifica tras pasar por un medio. Básicamente, tiene como principio determinar la velocidad de propagación de la luz en un medio que se relaciona directamente con la densidad del mismo, y el valor depende de la temperatura, concentración y presión. La escala primaria de medición es el índice de refracción, y en el caso del azúcar, se llama específicamente la escala o grados Brix.

El refractómetro de Abbe fue inventado en el año 1869 por Ernst Abbe, un físico, estadístico, óptico y empresario alemán, quien contribuyó significativamente al avance científico. Específicamente, el refractómetro de Abbe tiene como función principal determinar el índice de refracción y la dispersión de color de líquidos, plásticos y sustancias sólidas.



**Figura 20. Refractómetro de Abbe 3L de Fisher Scientific, Pittsburgh, PA, USA.**

## **6. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **6.1 DISEÑO DEL ESTUDIO**

El estudio consistió en medir la acidez y el contenido total de azúcares utilizando dos variables, el pH y el CTSS, de 22 bebidas y 1 muestra control (agua destilada). Para este fin, se usó un potenciómetro y el refractómetro de Abbe. Los resultados obtenidos se sometieron a análisis comparativo.

### **6.2 METODOLOGÍA**

Se usaron en total de 23 muestras: 22 bebidas y 1 muestra control (agua destilada), que se detallan en la tabla 6.

#### **6.2.1. Criterios de Inclusión**

##### **6.2.1.1. Bebidas envasadas**

1. Envases totalmente cerrados
2. Fecha de vencimiento entre los límites consumibles
3. Envases en buen estado

##### **6.2.1.2. Bebidas no envasadas**

1. Realizadas justo antes del experimento
2. Las frutas utilizadas en buena condición (sin señales de descomposición o aplastadas)
3. Frutas de la misma procedencia

## **6.2.2. Criterios de Exclusión**

### **6.2.2.1. Bebidas envasadas**

1. Envases abiertos
2. Envases con fallas
3. Productos caducados

### **6.2.2.2. Bebidas no envasadas**

1. Bebidas guardadas
2. Frutas en mala condición (con señales de descomposición y aplastadas)
3. Frutas de diferente procedencia



Tipo de bebida	Nombre Comercial	Fabricante
Agua destilada	No aplica	No aplica
Agua sin gas	Dasani sin gas	The Coca-Cola Company
Bebidas gaseosas	Coca-Cola	The Coca-Cola Company
	Coca-Cola Light	The Coca-Cola Company
	Coca-Cola Zero	The Coca-Cola Company
	Sprite	The Coca-Cola Company
	Sprite-Zero	The Coca-Cola Company
	Jugos naturales (100%)	Jugo de naranja
	Limonada	No aplica
Jugos industriales	Storm sabor a naranja	Azende Corporación
	Storm sabor a limón	Azende Corporación
	del Valle naranja	The Coca-Cola Company
	del Valle limón	The Coca-Cola Company
Bebidas energizantes	Red Bull	Red Bull GmbH
	Monster	Monster Energy Company
	Cult (sin azúcar)	CULT
	Cult	CULT
	V220	The Tesalia Springs Company
Bebidas deportivas	Gatorade (sabor uva)	PepsiCo
	Powerade (sabor uva)	The Coca-Cola Company
Té industrial	Fuze tea té de limón	Schweppes Holdings Limited
	Fuze tea té negro	Schweppes Holdings Limited
	Snapple té verde	Snapple Beverage Corporation

**Tabla 6. 23 productos utilizados en el estudio**

### 6.3. MATERIALES

1. Potenciómetro Accumet Research, AR50, Dual Channel/pH/Ion/Conductivity Meter (Pittsburgh, PA, Fisher Scientific)
2. Refractómetro de Abbe (Pittsburgh, PA, Fisher Scientific)
3. 23 muestras (tabla 6)
4. Varilla de vidrio de 30cm
5. Vasos de precipitación
6. Papel absorbente

## **6.4. METODOLOGÍA**

### **6.4.1. Preparación de las muestras**

Las muestras fueron seleccionadas del mercado de bebidas no alcohólicas, en base a lo publicado en el estudio “caracterización de los consumidores de bebidas, según volúmenes de consumo, marca, opiniones y actitudes en general; en la ciudad de Quito” (Gualle, 2010) y de acuerdo a su disponibilidad en el mercado local. Una vez obtenidas las muestras cada una de ellas fue colocada en vasos de precipitación (de varias medidas) a medida que se ejecutaban las pruebas y se mantuvieron a temperatura ambiental. Para la elaboración de los jugos de naranja y limón se utilizaron frutas de procedencia nacional. Para el jugo de naranja se obtuvieron 0,35 L de jugo. Para la limonada natural se obtuvieron 0,35 L de jugo usando 0,10 L de sumo y 0,25 L de agua sin gas. Las bebidas envasadas fueron abiertas justo antes de iniciar la medición.

### **6.4.2. Análisis químico de las muestras**

#### **6.4.2.1. Medición de pH**

El pH de cada solución fue determinado utilizando el potenciómetro (Accumet Research AR50, dual channel/pH/ion/conductivity meter, Pittsburgh, PA, USA). Se colocó 60 mL de cada muestra, mencionada anteriormente, en un vaso de precipitación. El potenciómetro ya se encontraba calibrado con tres sustancias buffer de pH cuatro, siete y diez. El electrodo del potenciómetro fue sumergido en cada muestra y el valor de pH fue registrado. El electrodo del potenciómetro se descontaminó con agua destilada del laboratorio y se secó con papel absorbente entre cada uso. Este procedimiento se repitió siete veces para cada muestra y se calculó el valor promedio (Tabla 7).

Nombre bebida	1	2	3	4	5	6	7	Promedio pH
Agua destilada	6,54	6,54	6,54	6,55	6,54	6,54	6,54	6,54
Dasani sin gas	6,23	6,23	6,23	6,23	6,23	6,23	6,24	6,23
Coca-Cola	2,29	2,30	2,29	2,29	2,30	2,30	2,30	2,30
Coca-Cola Light	2,55	2,58	2,59	2,58	2,57	2,57	2,55	2,57
Coca-Cola Zero	2,96	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95	2,95
Sprite	3,32	3,34	3,33	3,33	3,32	3,31	3,29	3,32
Sprite-Zero	3,39	3,39	3,40	3,40	3,40	3,40	3,41	3,40
Jugo de naranja	2,87	2,86	2,89	2,92	2,93	2,89	2,87	2,89
Limonada	2,38	2,39	2,42	2,44	2,40	2,45	2,39	2,41
Storm sabor a naranja	2,82	2,82	2,82	2,83	2,84	2,79	2,80	2,82
Storm sabor a limón	2,80	2,80	2,81	2,81	2,81	2,80	2,80	2,80
del Valle naranja	2,76	2,76	2,77	2,77	2,77	2,76	2,76	2,76
del Valle limón	2,80	2,81	2,80	2,81	2,81	2,80	2,80	2,81
Red Bull	2,98	2,99	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98	2,98
Monster	3,22	3,22	3,23	3,22	3,22	3,23	3,22	3,22
Cult (sin azúcar)	3,19	3,19	3,19	3,18	3,19	3,19	3,19	3,19
Cult	2,61	2,62	2,62	2,61	2,61	2,61	2,62	2,61
V220	2,64	2,64	2,64	2,63	2,62	2,62	2,63	2,63
Gatorade (sabor uva)	2,70	2,71	2,71	2,70	2,70	2,71	2,71	2,71
Powerade (sabor uva)	2,63	2,62	2,62	2,63	2,63	2,63	2,63	2,63
Fuze tea té de limón	2,97	2,97	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96	2,96
Fuze tea té negro	2,76	2,77	2,77	2,76	2,76	2,77	2,76	2,76
Snapple té verde	2,86	2,86	2,86	2,85	2,86	2,86	2,85	2,86

**Tabla 7. Valores de pH obtenido. Los 7 valores del pH y el promedio final de las 23 muestras del estudio.**

#### 6.4.2.2. Medición del Contenido de Azúcares

##### 6.4.2.2.1. Medición de grados Brix (°Bx)

Con una varilla de vidrio, se llevó unas gotas de cada muestra hacia el refractómetro de Abbe para visualizar el valor de grados Brix (°Bx). Entre cada muestra se lavó la varilla de vidrio con agua destilada y se secó con papel absorbente. Se repitió todo el procedimiento mencionado siete veces con cada muestra y se calculó el promedio (Tabla 8).

Nombre bebida	1	2	3	4	5	6	7	Promedio (°Bx)
Agua destilada	0	0	0	0	0	0	0	0
Dasani sin gas	0	0	0	0	0	0	0	0
Coca-Cola	11	12	11	12	11	11	11	11
Coca-Cola Light	0	0	0	0	0	0	0	0
Coca-Cola Zero	1,5	1,5	1,5	1,4	1,5	1,5	1,4	1,5
Sprite	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8
Sprite-Zero	0	0	0	0	0	0	0	0
Storm sabor a naranja	8,6	8,6	8,6	8,5	8,5	8,6	8,8	8,6
Storm sabor a limón	7,4	7,4	7,4	7,7	7,3	7,3	7,4	7,4
del Valle naranja	10,7	10,6	10,6	10,6	10,8	10,8	10,7	10,7
del Valle limón	9,8	9,7	9,8	9,7	9,8	9,8	9,8	9,8
Red Bull	11,5	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6
Monster	12,6	12,6	12,7	12,8	12,7	12,5	12,6	12,6
Cult (sin azúcar)	1,8	1,7	1,9	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Cult	11,4	11,4	11,5	11,5	11,4	11,4	11,3	11,4
V220	11,5	11,5	11,5	11,6	11,6	11,6	11,6	11,6
Gatorade (sabor uva)	6,2	6,3	6,3	6,3	6,2	6,2	6,0	6,2
Powerade (sabor uva)	5,8	5,8	5,8	5,8	5,7	5,75	5,8	5,8
Fuze tea té de limón	8,1	8,2	8,2	8,1	8,2	8,1	8,1	8,1
Fuze tea té negro	8,4	8,3	8,4	8,3	8,3	8,3	8,3	8,3
Snapple té verde	6,1	6,1	6,2	6,1	6,1	6,2	6,2	6,1

**Tabla 8. Valores de Grados Brix obtenidos. Los 7 valores de grados Brix y el promedio de 21 muestras utilizados en el estudio (a excepción de los 2 jugos naturales).**

#### 6.4.2.2.2. Medición del índice de refracción

Se obtuvieron los valores del índice de refracción de los dos jugos naturales utilizando el refractómetro de Abbe, con la misma metodología utilizada anteriormente para la medición de grados Brix (°Bx).

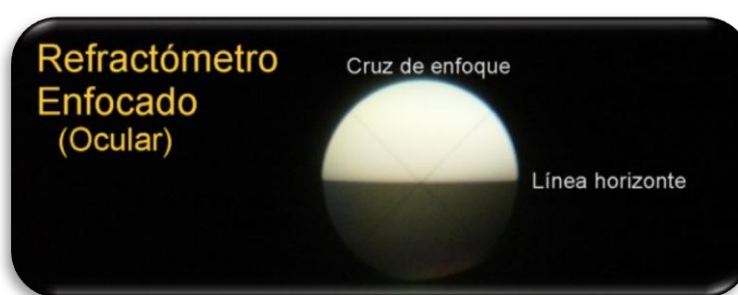
Nombre bebida	1	2	3	4	5	6	7	Promedio índice de refracción
Jugo de naranja	1,3458	1,3459	1,3454	1,3456	1,3454	1,3455	1,3456	1,3456
Limonada	1,3520	1,3515	1,3516	1,3520	1,3518	1,3518	1,3526	1,3519

**Tabla 9. Valores del Índice de refracción obtenido. Los 7 valores del índice de refracción y el promedio de los 2 jugos naturales utilizados en el estudio.**

### 6.4.3. Cálculos y conversión de unidades de medidas

#### 6.4.3.1. Obtención del porcentaje de sacarosa (m/m) de las bebidas a partir del índice de refracción

Para cada una de las muestras (jugo de naranja y limonada natural) se ajustó el refractómetro para obtener el índice de refracción con el valor obtenido, en base a la tabla 10 se obtuvo el porcentaje de sacarosa que se resumen en la tabla 11 (Figura 21 y 22).



**Figura 21.** Antes y después de colocar la muestra en el refractómetro. La altura de la sombra es ajustable por medio del mando del ajuste óptico.



**Figura 22.** Escala de grados Brix e índice de refracción.

**Sucrose Solution Percent by Weight Concentration (Brix Value) Versus Refractive Index at 20 Celsius and 589nm Wavelength (per ICUMSA)**

	0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0	1.33299	1.33313	1.33327	1.33342	1.33356	1.33370	1.33385	1.33399	1.33413	1.33428
1	1.33442	1.33456	1.33471	1.33485	1.33500	1.33514	1.33529	1.33543	1.33558	1.33572
2	1.33587	1.33601	1.33616	1.33630	1.33645	1.33659	1.33674	1.33688	1.33703	1.33717
3	1.33732	1.33747	1.33761	1.33776	1.33791	1.33805	1.33820	1.33835	1.33849	1.33864
4	1.33879	1.33893	1.33908	1.33923	1.33938	1.33952	1.33967	1.33982	1.33997	1.34012
5	1.34026	1.34041	1.34056	1.34071	1.34086	1.34101	1.34116	1.34131	1.34146	1.34160
6	1.34175	1.34190	1.34205	1.34220	1.34235	1.34250	1.34265	1.34280	1.34295	1.34310
7	1.34325	1.34341	1.34356	1.34371	1.34386	1.34401	1.34416	1.34431	1.34446	1.34461
8	1.34477	1.34492	1.34507	1.34522	1.34537	1.34553	1.34568	1.34583	1.34598	1.34614
9	1.34629	1.34644	1.34660	1.34675	1.34690	1.34706	1.34721	1.34736	1.34752	1.34767
10	1.34783	1.34798	1.34813	1.34829	1.34844	1.34860	1.34875	1.34891	1.34906	1.34922
11	1.34937	1.34953	1.34968	1.34984	1.34999	1.35015	1.35031	1.35046	1.35062	1.35077
12	1.35093	1.35109	1.35124	1.35140	1.35156	1.35172	1.35187	1.35203	1.35219	1.35234
13	1.35250	1.35266	1.35282	1.35298	1.35313	1.35329	1.35345	1.35361	1.35377	1.35393

**Tabla 10. El porcentaje de sacarosa por concentración de masa versus el índice de refracción (ICUMSA).**

#### 6.4.3.2. Obtención del porcentaje total de azúcar de las bebidas a partir de grados Brix (°Bx).

Se registró los °Bx de las 21 muestras y se obtuvo el porcentaje total de azúcar por peso o masa haciendo la siguiente conversión que se resumen en la tabla 11.

Ejemplo: 1 °Bx = 1% de contenido de azúcar en 100 gramos de solución o 0.1 L

Un grado Brix (°Bx) es igual a 1% de azúcar disuelto en 100 gramos de solución o es igual a 1 por ciento de azúcar de la solución de 100 gramos (Kirk, Sawyer & Egan, 2004).

Tipo de bebida	Nombre Comercial	°Bx	Índice de refracción	% Sacarosa /azúcar en m/m
Agua destilada (grupo control)		0		0
Agua sin gas	Dasani sin gas	0		0
Bebidas gaseosas	Coca-Cola	11		11
	Coca-Cola Light	0		0
	Coca-Cola Zero	1,5		1,5
	Sprite	9,8		9,8
	Sprite-Zero	0		0
	Jugos naturales	Jugo de naranja		1,3456
Limonada			1,3519	12,6
Jugos industriales	Storm sabor a naranja	8,6		8,6
	Storm sabor a limón	7,4		7,4
	del Valle naranja	10,7		10,7
	del Valle limón	9,8		9,8
Bebidas energizantes	Red Bull	11,6		11,6
	Monster	12,6		12,6
	Cult (sin azúcar)	1,8		1,8
	Cult	11,4		11,4
	V220	11,6		11,6
Bebidas deportivas	Gatorade (sabor uva)	6,2		6,2
	Powerade (sabor uva)	5,8		5,8
Té helado	Fuze tea té de limón	8,2		8,2
	Fuze tea té negro	8,6		8,6
	Snapple té verde	6,2		6,2

**Tabla 11. El porcentaje de sacarosa y contenido total de azúcar en m/m de las 23 muestras.**

#### **6.4.3.3. Conversión de porcentaje de sacarosa/azúcar (m/m) a gramos de sacarosa/azúcar en 100 gramos solución y en 1 L de solución.**

Una vez obtenido el contenido de sacarosa y el contenido total de azúcar en 100 gramos de solución de las 23 muestras se utilizan las equivalencias entre las unidades de volumen y masa para calcular la cantidad de sacarosa/azúcar en gramos en 1 L de solución (Figura 23).

$$\begin{aligned}
 1 \text{ L} &= 1 \text{ kg} \\
 1 \text{ kg} &= 1.000 \text{ g} \\
 1 \text{ L} &= 1.000 \text{ g}
 \end{aligned}$$

**Figura 23. Equivalencias entre las unidades de volumen y masa (Convertunits.com).**

Por ejemplo:

$$\text{Coca-Cola} = \frac{11 \text{ gramos de azúcar}}{100 \text{ gramos solución}} \times \frac{1000 \text{ gramos}}{1 \text{ L}} = \frac{110 \text{ gramos de azúcar}}{1 \text{ L de solución}}$$



Las conversiones para las 23 muestras se muestran en la tabla 12.

Tipo de bebida	Nombre Comercial	gr. Sacarosa/azúcar en 100 g de solución	gr. Sacarosa/azúcar en 1 L de solución	
Agua destilada (grupo control)		<b>0</b>	<b>0</b>	
Agua sin gas	<b>Dasani sin gas</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
Bebidas gaseosas	Coca-Cola	11	110	
	<b>Coca-Cola Light</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	Coca-Cola Zero	1,5	15	
	Sprite	9,8	98	
	<b>Sprite-Zero</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	
	Jugos naturales	Jugo de naranja	8,6	86
<b>Limonada</b>		<b>12,6</b>	<b>126</b>	
Jugos industriales	Storm sabor a naranja	8,6	86	
	Storm sabor a limón	7,4	74	
	del Valle naranja	10,7	107	
	del Valle limón	9,8	98	
	Bebidas energizantes	Red Bull	11,6	116
		<b>Monster</b>	<b>12,6</b>	<b>126</b>
Cult (sin azúcar)		1,8	18	
Cult		11,4	114	
V220		11,6	116	
Bebidas deportivas	Gatorade (sabor uva)	6,2	62	
	Powerade (sabor uva)	5,8	58	
Té helado	Fuze tea té de limón	8,2	82	
	Fuze tea té negro	8,6	86	
	Snapple té verde	6,2	62	

**Tabla 12. Gramos de sacarosa por 100 gramo de solución y gramo sacarosa/azúcar en 1 L de solución.**

#### 6.4.3.4. Conversión de gramos de sacarosa en $\frac{1}{2}$ L y $\frac{1}{4}$ L de las soluciones.

Se utiliza la regla de proporcionalidad directa para obtener las equivalencias en  $\frac{1}{2}$  L y  $\frac{1}{4}$  de L

(Figura 24):

<u>gramo de azúcar</u>	=	<u>1 L de solución</u>
x	=	0,5 L de solución

<u>gramo de azúcar</u>	=	<u>1 L de solución</u>
x	=	0,25 L de solución

**Figura 24. Conversión de gramo de sacarosa/azúcar en  $\frac{1}{2}$  L y  $\frac{1}{4}$  L de solución.**

Por ejemplo: Coca-Cola = 110 gr. azúcar = 1 L = 55 gramos de azúcar en  $\frac{1}{2}$  L

$$x \quad 0,5 \text{ L}$$

Se muestra la conversión de las 23 muestras en la tabla 13.

Tipo de bebida	Nombre Comercial	gr. Sacarosa/azúcar en ½ L	gr. Sacarosa/azúcar en ¼ L
Agua destilada		<b>0</b>	<b>0</b>
Agua sin gas	<b>Dasani sin gas</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
Bebidas gaseosas	Coca-Cola	55	27,5
	<b>Coca-Cola Light</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	Coca-Cola Zero	7,5	3,75
	Sprite	49	24,5
	<b>Sprite-Zero</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
	Jugos naturales	Jugo de naranja	43
	<b>Limonada</b>	<b>63</b>	<b>31,5</b>
Jugos industriales	Storm sabor a naranja	43	21,5
	Storm sabor a limón	37	18,5
	del Valle naranja	53,5	26,75
	del Valle limón	49	24,5
Bebidas energizantes	Red Bull	58	29
	<b>Monster</b>	<b>63</b>	<b>31,5</b>
	Cult (sin azúcar)	9	4,5
	Cult	57	28,5
	V220	58	29
Bebidas deportivas	Gatorade (sabor uva)	31	15,5
	Powerade (sabor uva)	29	14,5
Té helado	Fuze tea té de limón	41	20,5
	Fuze tea té negro	43	21,5
	Snapple té verde	31	15,5

**Tabla 13. Gramo de sacarosa/azúcar en envases de ½ L y ¼ L de las 23 muestras.**

## 7. RESULTADOS

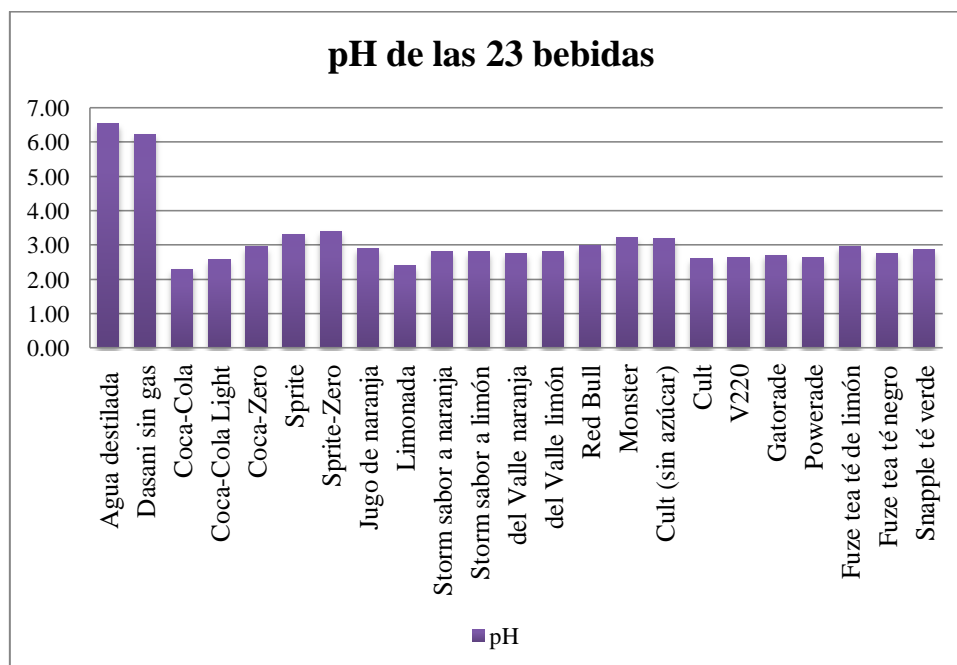
La distribución de valores promedios de pH y CTSS ( $^{\circ}$ Bx e índice de refracción) de las 23 muestras utilizadas en este estudio se presenta en la tabla 14.

Nombre Comercial	pH	$^{\circ}$ Bx	Índice de refracción	gr. Sacarosa/azúcar en $\frac{1}{2}$ L
Agua destilada	6.54	0		0
Dasani sin gas	6.23	0		0
Coca-Cola	2.3	11		55
Coca-Cola Light	2.57	0		0
Coca-Cola Zero	2.95	1.5		7.5
Sprite	3.32	9.8		49
Sprite-Zero	3.4	0		0
Jugo de naranja	2.89		1.3456	43
Limonada	2.41		1.3519	63
Storm sabor a naranja	2.82	8.6		43
Storm sabor a limón	2.8	7.4		37
del Valle naranja	2.76	10.7		53.5
del Valle limón	2.81	9.8		49
Red Bull	2.98	11.6		58
Monster	3.22	12.6		63
Cult (sin azúcar)	3.19	1.8		9
Cult	2.61	11.4		57
V220	2.63	11.6		58
Gatorade	2.71	6.2		31
Powerade	2.63	5.8		29
Fuze tea té de limón	2.96	8.2		41
Fuze tea té negro	2.76	8.6		43
Snapple té verde	2.86	6.2		31

**Tabla 14. Valor promedio de pH, grados Brix, índice de refracción y gramos de sacarosa/azúcar en  $\frac{1}{2}$  L de las 23 bebidas del estudio.**

Todas las muestras excepto el grupo control y el agua sin gas de Dasani tuvieron valores promedio en un rango entre 2,30 – 3,40. El agua destilada (grupo control) y el agua sin gas de Dasani tuvieron un pH cercano al neutro (pH 7). Sin embargo, el resto de las muestras tuvieron un pH bajo (entre 2,30 y 3,40) (Gráfico 1).

La muestra de Coca-Cola tuvo el pH más bajo (2,30), seguido de Coca-Cola Light con un pH de 2,57, Coca-Cola Zero con un pH de 2,95, Sprite con 3,32 y finalmente el Sprite Zero con 3,40 de pH.



**Gráfico 1. Valor promedio de pH de las 23 bebidas del estudio.**

Tanto los jugos naturales como los industriales tuvieron un pH muy bajo, siendo el más ácido la limonada natural diluida con agua en comparación con las limonadas industriales con 2,80 y 2,81. El jugo de naranja natural tuvo un pH de 2,89, siendo el menos ácido, mientras que el jugo de naranja de Storm tuvo un pH de 2,82 y del Valle 2,76.

Entre las bebidas energizantes, todas fueron consideradas altamente ácidas con un pH bastante bajo. El Cult regular fue el energizante más ácido con un pH de 2,61, V220 con un pH de 2,63, Red Bull con 2,98, Cult sin azúcar con 3,19 y Monster con 3,22 de pH.

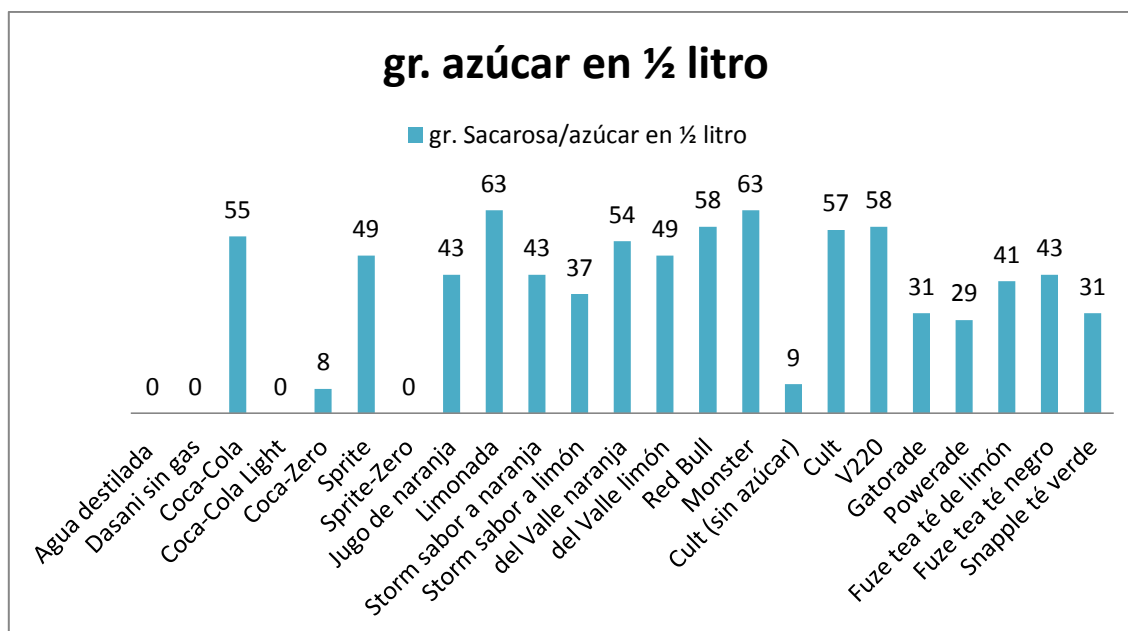
Ambas bebidas deportivas tuvieron un pH menor a 3; Gatorade con un pH de 2,71 y Powerade con un pH de 2,63.

Al igual que las bebidas deportivas, los tés industriales tuvieron un valor de pH menor a 3. El té negro de Fuze tea fue el más ácido con 2,76 de pH, seguido del té verde de Snapple con 2,86 de pH y finalmente, el té de limón de Fuze tea con 2,96 de pH.

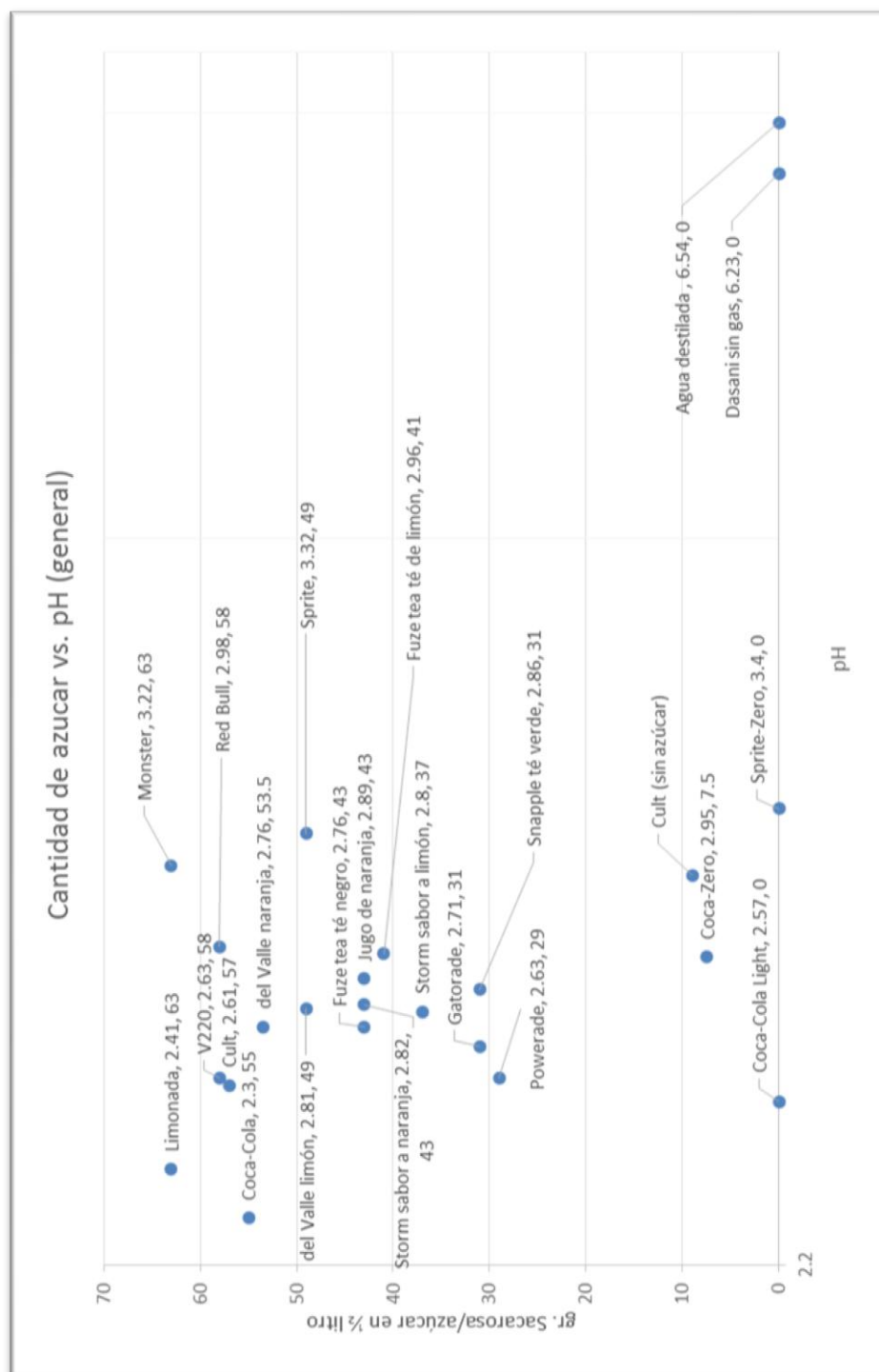
El agua sin gas de Dasani y el agua destilada tuvieron valores cercanos al pH neutro (6,23 y 6,54 respectivamente).

El porcentaje de sacarosa/azúcar en m/m adquirido por medio de la obtención de °Bx y el índice de refracción tuvo en primer lugar a la limonada natural y la bebida energizante Monster con 12,6 % en ambas bebidas. El agua sin gas de Dasani, la Coca-Cola Light y Sprite Zero tuvo el menor porcentaje de azúcar en m/m con 0%. Sorprendentemente, la Coca-Cola Zero tuvo 1,5% de azúcar en m/m a diferencia de Coca-Cola Light que tuvo 0% de la misma.

De acuerdo a las diferentes categorías de las bebidas, las bebidas energizantes en general tuvieron un mayor porcentaje de azúcar en m/m (Gráfico 2).



**Gráfico 2. Gramos de azúcar en ½ L de solución de las 23 bebidas del estudio.**



**Gráfico 3. Análisis comparativo del pH y el contenido de sacarosa/azúcar de las 23 bebidas.**

## 8. DISCUSIÓN

El pH es un parámetro importante en la determinación de la biocorrosividad de una solución. En general, a menor el pH, mayor es el potencial de producir un desgaste o la pérdida del tejido dental mineralizado (Organización Mundial de Salud, 2003). El pH de las bebidas determina el grado de saturación de la hidroxiapatita del esmalte dental, y por lo tanto, es el componente responsable del proceso de desmineralización dentaria. Se mide electrométricamente el pH de una solución acuosa por medio de instrumentos como el potenciómetro. Jensdottir informa que el potencial erosivo inicial casi va de la mano de la función exponencial de pH de las bebidas (Citado por Inukai et. al., 2011).

Actualmente, la erosión dental es un problema frecuente e importante en todas las poblaciones, en especial en los niños y adolescentes jóvenes. Los mismos autores afirman que las bebidas ácidas son uno de los factores principales en la etiología de la erosión dental (Cavalcanti et. al., 2010). La mayoría de las bebidas no alcohólicas industriales, como las bebidas gaseosas, los jugos, los tés, los energizantes, las bebidas deportivas y los jugos naturales de frutas son consideradas ácidas. Es por eso que es importante determinar el pH de este tipo de bebidas para evidenciar el grado de acidez y su relación con la erosión del esmalte dental a largo plazo (Kitchens & Owens, 2007).

De acuerdo al estudio realizado, todas las muestras a excepción del agua destilada (grupo control) y el agua sin gas de Dasani, presentaron pH bajo, el cual oscila entre 2,30 y 3,40. Es decir, todas estas bebidas tienen el pH ácido, muy por debajo del pH crítico (5,5) para iniciar la desmineralización del tejido mineralizado dentario. Como ya se mencionó, el pH es el índice logarítmico de la concentración de iones de hidrógeno. En otras palabras, dos soluciones acuosas que difieren en una unidad de pH significa que una tiene diez veces más la



concentración de iones de hidrógeno que la otra (Romero, 2008). Por ejemplo, en el estudio realizado, la limonada natural tuvo un pH de 2,41 y el Sprite-Zero de 3,40. Estas dos bebidas tienen una diferencia aproximada de 1 unidad de pH. Entónces, los valores de pH indican que la limonada natural contiene diez veces más la concentración de iones de hidrógeno o que la limonada es diez veces más ácida que el Sprite-Zero.

Algunos valores de pH obtenidos en este estudio tuvieron una pequeña diferencia con respecto a otros estudios realizados, como por ejemplo: Coca-Cola con pH de 2,49 y 2,44 (en este estudio obtuvo 2,30), Coca-Cola Light con 3,12 (este estudio indica 2,57), Gatorade con 2,93 (este estudio indica 2,71), Red Bull con 3,24 y 3,39 (este estudio indica 2,98); no obstante, el jugo de naranja del del Valle tuvo una diferencia significativa de pH, con un valor de 4,44 (este estudio indica 2,76 de pH) (Kitchens & Owens, 2007 y Yetkier et al., 2013)

Burato et. al. informa que el tipo de ácido en el contenido de las bebidas también es un factor que influencia en la capacidad desmineralizadora del mismo (Citado por Cavalcanti et. al., 2008). La mayoría de las bebidas utilizadas en este estudio contienen ácido cítrico en su composición, y este tiene una mayor capacidad de causar erosión dental que otros ácidos como el ácido fosfórico, que se encuentra en la Coca-Cola, Coca-Cola Light y Coca-Cola Zero. La propiedad quelante del ácido cítrico es ampliamente conocida y se considera como una de las sustancias más erosivas (Cavalcanti et. al., 2010).

Asimismo, Sohn reportó que el aumento del consumo de las bebidas gaseosas y otras bebidas industriales no alcohólicas tiene una relación significativa con el aumento de riesgo de caries dentales (Citado por Inukai et. al., 2011). La caries dental es una enfermedad de origen bacteriano que se inicia por un proceso de fermentación. Es una enfermedad dentaria que afecta a personas de cualquier edad a nivel mundial y es una enfermedad sumamente compleja.

En la iniciación y progresión de la caries intervienen varios factores de riesgo como, el social, de comportamiento, cultural, dietético y biológico. Existen otros factores de riesgo como la presencia de bacterias cariogénicas, la saliva, los carbohidratos fermentables y flúor disponible en el medio bucal, que afectan los procesos de desmineralización y remineralización de los dientes (Ismail, Tanger & Dingle, 1997).

Ismail, Tanger y Dingle (1997) informan que una de las preocupaciones actuales es el aumento del consumo de bebidas gaseosas con alto contenido de azúcar en ambos, países desarrollados y en desarrollo. Existen estudios que evidencian un incremento del uso de azúcar en China, India, Vietnam, Tailandia y en Sur de Asia, en América del sur y central (Excepto Haití), y en Medio Oriente, donde existe alta prevalencia de caries. Sin embargo, en Estados Unidos y en algunos países desarrollados, la incidencia de caries ha disminuído a pesar de que el consumo de carbohidratos fermentables como la sacarosa ha mantenido su nivel. Una de las medidas preventivas de caries que ha tenido mucho éxito en los países desarrollados es la fluorización tópica (Ismail, Tanger & Dingle, 1997).

La “Caracterización de los consumidores de bebidas, según volúmenes del consumo, marca, opiniones y actitudes en general; en la ciudad de Quito” realizado por Gualle” (2010) confirma que el consumo de las bebidas no alcohólicas es muy común en la población del Distrito Metropolitano de Quito. Este estudio consiste en un análisis de mercado de las bebidas de consumo frecuente en la ciudad de Quito. Se hace unas entrevistas a 1002 personas acerca del consumo de las bebidas en los últimos 7 días. Este estudio indica que en primer lugar se identifica el consumo de las bebidas gaseosas y de agua mineral o embotellada con 77% y 76% respectivamente. Es decir, el 77% y 76% de la población consumieron por lo menos una bebida gaseosa y agua mineral o embotellada en la última semana. En la misma población

estudiada, el 71% también consumieron las bebidas gaseosas (de tipo regular). El mercado de las bebidas gaseosas está liderado por Coca-Cola, representando el 55%. El 25% de la población son consumidores de las bebidas gaseosas light, donde la Coca-Cola Light y Coca-Cola Zero son de consumo más frecuente con 16%. Los jugos se posicionan en tercer lugar con un 70% de la preferencia de los consumidores. En el cuarto lugar se encuentran las bebidas deportivas, con el 48%; de los cuales el 80% han consumido Gatorade. En quinto lugar se encuentran los téis industriales con 37%. Por último, las bebidas energizantes, cuyo consumo es de 33%, es notable la penetración que tiene este grupo de bebidas a pesar de que son productos relativamente nuevos. Entre las bebidas energizantes, el V220 es de mayor consumo, siendo del 60%.

Kitchens y Owens (2007) confirman que el incremento del consumo de las bebidas gaseosas y otras bebidas industriales (energizantes y deportivas) han aumentado la velocidad de propagación de la caries y de las lesiones no cariosas. Las bebidas mencionadas tienden a tener un pH ácido, las mismas que son endulzadas con carbohidratos altamente refinados.

Desde la introducción del Red Bull en Austria (1987) y en Estados Unidos (1997), el mercado de energizantes ha crecido exponencialmente. Ballistreri y Corradi informan que el objetivo de las bebidas energizantes es ofrecer beneficios funcionales y mantener despiertos y enfocados a las atletas, profesionales empresarios, estudiantes y choferes de transportes de viajes, entre otros (Cavalcanti et al., 2010). Al igual que las bebidas energizantes, las bebidas deportivas como el Gatorade fueron introducidas al mercado, con el propósito de mejorar la resistencia física y evitar la deshidratación, esta enfocando a las atletas como su consumidor principal (gatorade.com). Sus ventajas son ampliamente conocidas en el mundo; no obstante, sus efectos adversos son desconocidos por muchos de los consumidores.

Las expectativas de una vida más saludable inspira a las personas en acudir a los gimnasios para realizar ejercicio físico, y a la vez tratan de consumir más productos naturales como las frutas. De modo que, el consumo de frutas en forma de líquido y otras bebidas industriales ácidas con alto nivel de azúcar, irónicamente, han desencadenado una mayor prevalencia de caries y erosión dental (Cavalcanti et. al, 2010).

El CTSS es el contenido de todos los sólidos solubles que se encuentran en el contenido de una solución acuosa, incluyendo las proteínas, minerales, amino ácidos, hormonas y otros sólidos. En general, las bebidas como los jugos naturales sólo contienen agua y sacarosa. Por ende, se utilizó el índice de refracción, que mide el porcentaje de sacarosa con mayor exactitud. El índice de refracción es un número diminuto, entre 1,3000 y 1,7000 en la mayoría de los compuestos, y es determinado a precisión con cinco dígitos (Romero, 2008).

Para determinar el CTSS de las bebidas industriales que contienen otros elementos además de la sacarosa y agua en su composición, se debe utilizar los grados Brix para calcular el porcentaje del contenido total de azúcar disuelto en la solución. El porcentaje del contenido total de azúcar en 100 gramos de solución de las bebidas experimentales varían de 0 a 12,6 grados Brix (Romero, 2008).

La Asociación Americana del Corazón recomienda el consumo de no más de 6 cucharadas de azúcar en mujeres, lo cual equivale a 25 gramos o 100 calorías y 9 cucharadas de azúcar en hombres, lo cual equivale a 37,5 gramos o 150 calorías al día. Sin embargo, se evidencia que el promedio de azúcar consumido en los adultos de Estados Unidos es de 22 cucharadas y 32 cucharadas en niños. También se confirma que la mayor fuente del consumo de azúcar son las bebidas gaseosas con un 33%. Sólo en una lata de 12 onzas de Coca-Cola

están disueltas 10 cucharadas de azúcar. En el año 1822, los estadounidenses consumían un promedio de 45 gramos de azúcar diariamente, la cantidad encontrada en una soda de 0,35 L hoy en día. Sin embargo, en el 2012, Forbes informa que el consumo actual es de 765 gramos de azúcar, lo que equivale a 17 latas de sodas, cada 5 días (Walton, 2012). Lastimosamente, no existen estudios que revelen datos específicos acerca del consumo promedio de azúcar en la población ecuatoriana.

Se consumen en mayor cantidad frutas y bebidas en países tropicales. Los jugos de frutas naturales producen erosión dental en un mayor grado al inicio (5 a 8 veces más) en comparación a las frutas consumidas per se (Cavalcanti et al., 2008). Si a este factor le sumamos otros tales como un mayor tiempo de contacto, condiciones del medio bucal desfavorables (deficiencia de flúor), disminución del flujo salival o xerostomía, se pueden agravar las lesiones de erosión dental. Otros factores que influyen en el grado de erosión dental son: la dieta, el estilo de vida, la frecuencia del cepillado dental, la calidad del cepillado dental del consumidor, entre otros (Cavalcanti et al., 2008).

De las bebidas gaseosas, la Coca-Cola tuvo mayor cantidad de azúcar, 55 gramos, seguida de Sprite con 49 gramos, Coca-Cola Zero con 7,5 gramos, y la Coca-Cola Light y Sprite-Zero tuvieron 0 gramos en  $\frac{1}{2}$  L de solución.

Entre las bebidas energizantes, la bebida con mayor contenido de azúcar fue el Monster con 63 gramos de azúcar. El Red Bull y V220 contienen 58 gramos de azúcar aproximadamente, seguidas con Cult con 57 gramos y Cult sin azúcar con 9 gramos en  $\frac{1}{2}$  L de solución. Todas las bebidas energizantes a excepción de Cult “sin azúcar”, tuvieron valores altos de contenido total de azúcar en comparación a las bebidas de otras categorías.

Las dos bebidas deportivas tuvieron el nivel de azúcar muy similar; el Gatorade sabor a uva y Powerade sabor a uva presentaron 31 gramos y 29 gramos en  $\frac{1}{2}$  L de solución respectivamente.

Por último, las bebidas de té industrial de Fuze tea té de limón y té negro tuvieron valores similares del contenido de azúcar; 31 gramos y 29 gramos por  $\frac{1}{2}$  L de solución respectivamente. El té verde de Snapple tuvo la mayor cantidad de azúcar con 41 gramos de azúcar por  $\frac{1}{2}$  L de solución.

Con este estudio se comprobó que los jugos naturales contienen un pH similar al pH de los jugos de frutas industriales, al igual que el contenido de sacarosa/azúcar. En el caso del jugo natural de naranja, este obtuvo 43 gramos de sacarosa en  $\frac{1}{2}$  L de solución. Los jugos industriales sabor a naranja obtuvieron 43 gramos (Storm Vivant) y 53,5 gramos (del Valle) de azúcar. En el caso de la limonada, la natural tuvo 63 gramos de sacarosa; el Storm Vivant tuvo 37 gramos de azúcar y del Valle tuvo 49 gramos de azúcar. En este caso, hubo una diferencia, siendo la limonada natural la que tuvo un mayor cantidad de sacarosa. Esto confirma que los jugos naturales de frutas contienen un alto nivel de azúcar de forma natural y su pH es muy ácido.

El contenido de azúcar, medido en grados Brix, del jugo industrial sabor a naranja de “del Valle” fue de 10,7, el cual equivale a 53,5 gramos de azúcar en  $\frac{1}{2}$  L, este valor fue menor en comparación a otro estudio realizado por Dantas de Alameida et al. (2010)., que obtuvo un valor de 12,75 grados Brix, el cual equivale 63,8 gramos de azúcar en  $\frac{1}{2}$  L de la bebida. Lo que sugiere que los productos aún siendo del mismo fabricante, pueden variar su nivel de azúcar dependiendo del país en que se fabrica.

La diferencia entre los azúcares monosacáridos como la glucosa y fructosa y los azúcares disacáridos como la sacarosa para la iniciación de la caries es que se necesita un mayor tiempo y energía para metabolizar moléculas de mayor peso como la sacarosa (Garone & Silva, 2010).

Ismail, Tanzer y Dingle (1997) indican que a pesar del alto consumo de bebidas ácidas y dulces, sea en países desarrollados o en desarrollo, no es práctico tratar de reducir y controlar el nivel de consumo de los productos alimenticios altamente ácidos y endulzados. Muchos de estos productos ácidos como las frutas son esenciales para la dieta de cualquier persona, y no es conveniente prohibir el consumo de las mismas. Más bien, varios estudios recomiendan contrarrestar la prevalencia de la caries y erosión dental por medio de programas de prevención de caries y lesiones del tipo no carioso, con la intervención del gobierno (aplicación del flúor tópico) y las propias empresas de productos alimenticios ácidos y dulces (“mili-centavo”, lo cual significa que por cada \$10 de venta de estas bebidas, las empresas contribuyen con 1 centavo) (Ismail, Tanzer & Dingle, 1997).

Con estos datos, es evidente que el consumo excesivo de bebidas ácidas con un alto contenido de azúcar es un factor de riesgo para la erosión dental y la caries. Sin embargo, al estar estas asociadas con múltiples beneficios para la salud, se recomienda a los consumidores seguir ciertas recomendaciones para disminuir su potencial erosivo, y a la vez informarse de las grandes consecuencias de las bebidas comúnmente tomadas.

Con este estudio, se confirma que el pH de todas las bebidas utilizadas excepto el agua destilada y el agua sin gas de Dasani es ácido, lo cual significa que tienen la capacidad erosiva de iniciar la erosión dental en el tejido dentario mineralizado. La titularidad, la capacidad buffer y la viscosidad de las soluciones, y su efecto erosivo en el esmalte dental son pruebas

efectivas y complementarias para afirmar que existe una conexión entre las bebidas ácidas y dulces y la erosión dental y caries. No obstante, la falta de instrumentos y equipos necesarios para este tipo de análisis no permitió complementar los resultados obtenidos en este estudio.



## 9. CONCLUSIONES

Con las limitaciones de este estudio se puede concluir lo siguiente:

- El pH de todas las bebidas industriales y jugos naturales tuvieron pH ácido, muy por debajo del pH crítico con la posibilidad de iniciar la desmineralización del tejido del esmalte.
- Las mismas bebidas contienen alta cantidad de azúcar por encima de los niveles de gramos recomendados del consumo en un día.
- El agua destilada (grupo control) y el agua sin gas de Dasani tuvieron el pH menos ácido (6,54 y 6,23 respectivamente) por lo que estas no poseen capacidad erosiva.
- La bebida con pH más ácido o más bajo, de las 23 analizadas, fue la Coca-Cola con pH de 2,30 y la bebida con pH menos ácido o más alto fue el Sprite-Zero con pH de 3,40. Ambas bebidas pertenecen al grupo de las bebidas gaseosas.
- Las bebidas con mayor presencia de cantidad total de azúcar fueron la limonada natural y la bebida energizante Monster con 63 gramos de azúcar (12,6%) en  $\frac{1}{2}$  L de solución; las bebidas con menor cantidad total de azúcar fueron el agua destilada (grupo control), el agua sin gas de Dasani, la Coca-Cola Light y Sprite-Zero con cero azúcar en  $\frac{1}{2}$  L de solución.
- La bebida que a la vez fue más ácida y azucarada fue la limonada.

## 10. RECOMENDACIONES

- ✧ Se recomienda realizar estudios de otros factores que posiblemente participan en la iniciación de la erosión y de la caries ya que ambas condiciones son de etiología multifactorial, como por ejemplo, medir la capacidad buffer y analizar químicamente los diferentes componentes que se encuentran en las bebidas industriales de manera cuantitativa y cualitativa.
- ✧ Evaluar el grado de erosión causado por estas bebidas en dientes extraídos
- ✧ Evaluar el grado de remineralización utilizando sustancias como el flúor; en ambas denticiones, decidua y permanente.
- ✧ Se recomienda realizar estudios con xilitol y determinar la capacidad de la misma como un agente anticariogénico y cariostático.
- ✧ Recomendaciones para la práctica odontológica:
  - Se recomienda buscar signos de erosión, con la misma meticulosidad que se utiliza para diagnosticar caries en los pacientes atendidos.
- ✧ Recomendaciones para la educación y orientación de paciente:
  - Se debe indicar la importancia y los beneficios de consumir las frutas enteras en vez de en forma de jugos naturales.
  - En caso de pacientes con xerostomía o con alteración del flujo salival, se debe informar y tener más en cuenta los factores de riesgo para la erosión dental y la caries.
  - Se debe concientizar de los riesgos y las consecuencias del consumo de las bebidas no alcohólicas involucradas en el estudio. En caso de consumir estos

productos se debe tomar en cuenta las medidas preventivas para poder minimizar la pérdida de los tejidos dentales:

- Evitar el consumo en momentos donde existe menos salivación, como justo después de realizar ejercicios físicos.
  - Disminuir la frecuencia de su consumo.
  - Ingerir acompañadas de otros alimentos no erosivos.
  - Enjuagarse con agua luego del consumo de bebidas ácidas o con soluciones que contengan flúor.
  - Masticar chicles que contengan sustancias como el xilitol, flúor y/o recaldent para favorecer la remineralización y estimular la salivación.
  - Modificar la dieta hacia alimentos y bebidas con menos contenido de ácidos y azúcares.
- Se debe motivar a los pacientes a utilizar productos tópicos con flúor e informar de la importancia de la fluorización para la remineralización del esmalte.
- Se recomienda esperar o evitar el cepillado de los dientes inmediatamente después de consumir alimentos que contienen ácidos para permitir la regularización del pH en el medio oral y minimizar la pérdida del esmalte dental; en caso de consumir alimentos dulces, se recomienda cepillado inmediato para prevenir caries.

## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Barlett, D.W. & Shah, P. (2006). A Critical Review of Non-cariou Cervical (Wear) Lesions and the Role of Abfraction, Erosion, and Abrasion. *The Journal of Dental Resesarch*, 85(4), 306-312.
2. Barrancos, M. (2006). *Operatoria dental: Integración clínica*. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
3. Brenna, F. (2010). *Odontología restauradora. Procedimientos Terapéuticos y Perspectivas de Futuro*. Barcelona: Elsevier.
4. Bromage, T. (2007). *Foundation for Human Health and Evolution*. New York University Faculty Digital Archive. <http://hdl.handle.net/2451/14870>
5. Castillo, D. (2011). *Incidencia de Lesiones No Cariosas y su Relación con Hábitos que Forman Parte de un Estilo de Vida Considerado Saludable en 300 Personas del Valle de Cumbayá*. Universidad San Francisco de Quito, Cumbayá.
6. Carvalho J.M., Maia, G.A., Sousa, P.M. & Rodríguez, S. (2006). Major Compounds Profiles in Energetic Drinks: Caffeine, Taurine, Guarana, and Glucoronolactone. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 65(2), 78-85.
7. Cavalcanti, A.L., Costa, M., Florentino, V.G., dos Santos, J.A., Vieira, F.F. & Cavalcanti, C.L. (2010). Short Communication: In vitro assessment of Erosive Potential of Energy Drinks. *European Archives of Paediatric Dentistry*, 11(5), 253-255.
8. Cavalcanti, A.L., A., Sarmiento, P., Pierre, A., Fernandez, F., Granville, A. & Leite, C. (2008). pH and Total Soluble Solid Content in Concentrated and Diluted in Natura Tropical Fruit Juices. *Acta Stomatológica Croatica*, 42(3), 229-234.
9. Conceição, E.N., Melara, R., Conceição, A.A.B., Coelho-de-Souza, F.H. & Kaizer, M.R. (2011). Reabilitação estética e funcional associada à erosão dentária: relato de caso clínico. *Rev Dental Press Estét*, 8(1), 114-126.
10. "Convert Units - Measurement Unit Converter." *ConvertUnits.com*. Web. 2 May 2013. <<http://www.convertunits.com/>>.
11. Council on Clinical Affairs (2010). Policy on the Use of Xylitol in Caries Prevention. Reference manual, 34(6), 12-13. [http://www.aapd.org/media/Policies\\_Guidelines/P\\_Xylitol.pdf](http://www.aapd.org/media/Policies_Guidelines/P_Xylitol.pdf)
12. Dantas de Almeida, L., Freire, G. M., Tejo, M., Dias, R. & Leite, A. (2010). Cariogenic and erosive potential of industrialized fruit juices available in Brazil. *Braz J Oral Sci*, 9(3), 351-357.
13. Dawes, C. (1987). Physiological Factors Affecting Salivary Flow Rate, Oral Sugar Clearance and the Sensation of Dry Mouth in Man. *Journal of Dental Research*, 66 (Spec. iss), 648.

14. Freire, G.M., Dias, D.I., Freires, I.A., Cavalcanti, A.L. & Días, R. (2011). Cariogenicity of Original and Fruit Juice Added Soy Beverages. *Rev Odonto Cienc*, 26(4), 310-314.
15. Gallardo, J. (2008). Xerostomía: etiología, diagnóstico y tratamiento. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc*, 46(1), 109-116. [http://edumed.imss.gob.mx/edumed/rev\\_med/pdf/gra\\_art/A16.pdf](http://edumed.imss.gob.mx/edumed/rev_med/pdf/gra_art/A16.pdf)
16. Garone, W. (2009). *Lesiones No Cariosas: El Nuevo Desafío de la Odontología*. Sao Paulo: Santos Editora.
17. Gibson, J. & Beeley, J. (1994). Natural and Synthetic Saliva: A Stimulating Subject. *Biotechnology and Genetic Engineering Reviews*, 12, 39-61.
18. The Glossary of Prosthetic Terms. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 94(1) < [http://www.academyofprosthodontics.org/\\_Library/ap\\_articles\\_download/GPT8.pdf](http://www.academyofprosthodontics.org/_Library/ap_articles_download/GPT8.pdf)>
19. Gómez de Ferraris, M.E. & Campos, A. (2008). *Histología y Embriología Bucodental* (3era ed). Madrid: Editorial Médica Panamericana.
20. Grippo, J., Simring, M. & Coleman, T. (2012). Abfraction, Abrasion, Biocorrosion, and the Enigma of Noncarious Cervical Lesions: A 20-Year Perspective. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 24(1), 10-23. Doi: 10.1111/j.1708-8240.2011.00487.x
21. Gualle, E. 2010. Caracterización de los consumidores de bebidas, según volúmenes de consume, marca, opiniones y actitudes en general; en la ciudad de Quito. <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/2515/1/CD-3210.pdf>
22. Hendry, S. (2000). *Acid Erosion-preventing acid burnout of your teeth*. Dr. Richard Ehrlich Family Dentistry. [http://www.elmtreedental.com/acid\\_erosión.htm](http://www.elmtreedental.com/acid_erosión.htm)
23. Henostroza, G. (2005). *Diagnóstico de Caries Dental*. Lima, Perú: Editorial Universidad Cayetano Heredia
24. Inukai, J., Nakagaki, H., Itoh, M., Tsunekawa, M. & Watanabe, K. (2011). Recent Trends in Sugar Content and pH in Contemporary Soft Drinks. *Journal of Dentistry for Children*, 78(3), 138-142.
25. Ismail, A.I., Tanzer, J.M. & Dingle, J.L. (1997). Current Trends of Sugar Consumption in Developing Societies. *Community Dentistry and Oral Epidemiology*, 25, 438-443.
26. Kitchens, M. & Owens, B.M. (2007). Effect of Carbonated Beverages, Coffee, Sports and High Energy Drinks and Bottled Water on the in vitro Erosion Characteristics of Dental Enamel. *Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 31(3), 153-159.
27. Kurzer, M. (2006). Estudio Comparativo de Dureza en Dientes Artificiales Fabricados con Diferentes Tipos de Resinas Acrílicas. *Revista Escuela de Ingeniería de Antioquia*, 6, 121-128. <http://revista.eia.edu.co/articulos6/Art%EDculo10.pdf>

28. Lanata, E. (2003). *Operatoria Dental: Estética y Adhesión*. Buenos Aires: Grupo Guía S.A.
29. Lussi, A., Jaeggi, T. & Schaffner, M. (2002). Diet and Dental Erosion. *Nutrition and Oral Health*, 18(9), 780-781.
30. Lussi, A. & Jaeggi, T. (2008). Erosion-diagnosis and risk factors. *Clinical Oral Investigation*, 12(1), 5-13. Doi: 10.1007/s00784-007-0179-z
31. Magalhaes, J.R., Sanches, L., Alves, R., Elias, F. & Gurgel, H.J. (2005). Utilization of Xylitol as a Preventive Substance in Dentistry. *Brazilian Journal of Oral Science*, 4(15), 891-893. <http://www.bioline.org.br/pdf?os05035>
32. Martínez, L. & Thornsbury, S. (2006). *Agricultural Economics Report. Michigan Tart Cherry Processors: Issues and Strategy*. <http://www.aec.msu.edu/aecreports/aec627.pdf>
33. Matos, G.K., Almeida, C., Nahas, F., Procida, D. & Nahas, M.S. (2012). Erosive potential of different types of grape juices. *Braz Oral Res*, 26(5) 457-463.
34. Martínez, E. *Nutrición: Problemas alimentarios – Regurgitación y vómito*. Recuperado de <http://www.mapfre.com/salud/es/cinformativo/regurgitacion-vomitos-bebes.shtml>
35. Mese, H. & Matsuo, S.R. (2007). Invited Review: Salivary Secretion, Taste and Hyposalivation. *Journal of Oral Rehabilitation*, 34, 711-723. doi: 10.1111/j.1365-2842.2007.01794.x
36. McCarthy, R. (2012). Dental erosion – current perspective for general practice. *Journal of the Irish Dental Association*, 58(5) 241-244.
37. Nirmala, S.V.S.G. (2011). A Comparative Study of pH Modulation and Trace Elements of Various Fruit Juices On Enamel Erosion: An in Vitro Study. *Journal of Indian Society of Pedodontics and Preventive Dentistry*, 29(3) 205-215.
38. Okeson, J. (2008). *Tratamiento de Oclusión y Afecciones Temporomandibulares*. (6 ed.) Barcelona: Elsevier.
39. The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)
40. Pasto, D. & Johnson, C. (2003). *Determinación de Estructuras Orgánicas*. Barcelona: Editorial Reverté, S.A. <http://books.google.com.ec/books?id=uHNdHS8JXFIC&pg=PA73&dq=indice+de+refraccion&hl=ko&sa=X&ei=czhsUZqsLJCK9AT-0IGYBA&ved=0CCkQ6AEwAA#v=onepage&q=indice%20de%20refraccion&f=false>
41. Kirk, R.S., Sawyer, R. & Egan, H. (2004). *Composición y análisis de alimentos de Pearson*. México D.F.: Cecsa.

42. Pitot, C. ABBE Zeiss Refractometer. *ABBE Zeiss Refractometer Instruction Mannual*. <[http://macro.lsu.edu/howto/Abbe\\_refractometer.pdf](http://macro.lsu.edu/howto/Abbe_refractometer.pdf)>
43. Purkait, S.K. (2011). *Essentials of Oral Pathology*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers Ltd. [http://books.google.com.ec/books?id=28tAhmtSCS4C&pg=PA306&lpg=PA306&dq=physiological+attrition&source=bl&ots=9nw0OnW6Ci&sig=vYPlm96lD\\_toI7Hr5T8WsgyKqOk&hl=ko&sa=X&ei=oP94Ud-4KI2-9QTy84H4CQ&redir\\_esc=y#v=onepage&q=physiological%20attrition&f=false](http://books.google.com.ec/books?id=28tAhmtSCS4C&pg=PA306&lpg=PA306&dq=physiological+attrition&source=bl&ots=9nw0OnW6Ci&sig=vYPlm96lD_toI7Hr5T8WsgyKqOk&hl=ko&sa=X&ei=oP94Ud-4KI2-9QTy84H4CQ&redir_esc=y#v=onepage&q=physiological%20attrition&f=false)
44. Ranjitkar, S., Kaidonis, J. & Smales, R. (2012). Review article Gastroesophageal Reflux Disease and Tooth Erosion. *International Journal of Dentistry*, 1-10. doi:10.1155/2012/479850
45. Romero, I. (2008). *Medición de pH y Dureza. Procedimientos Complementarios. Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo – La experiencia en México*. México D.F.: Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). <<http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/libros/573/cap24.pdf>>.
46. Sahni, P.S., Gillespie, M.J., Botto, R.W. & Otsuka, A.S. (2002). In Vitro Testing of Xylitol as an Anticariogenic Agent. *General Dentistry*, 50(4), 340-343.
47. Sankar, V. & Rhodus, N. (2007). Dry Mouth (Xerostomia). *The American Academy of Oral Medicine*. Actualizado Dic 31, 2007. Recuperado Abril 25, 2013. <http://www.aaom.com/patients/dry-mouth/>
48. Sedghizadeh, P. (2013). Bulimia Nervosa. *The New England Journal of Medicine*, 368(13), 1238. DOI: 10.1056/NEJMicm1207495
49. Singh, S. & Jindal, R. (2010). Evaluating the buffering capacity of various soft drinks, fruit juices and tea. *Journal of Conservative Dentistry*, 13(3), 129-131.
50. Singh, M.L., Kugel, G., Papas, A. & Magnuson, B. (2011). Non-Carious Lesions Due to Tooth Surface Loss: To Restore or Not to Restore. *Inside Dentistry*. <http://www.cdeworld.com/courses/4496>
51. Smales, R.J. & Kaidonis, J. (2006). Definitions, Appearance, Prevalence and Etiology. In *Tooth Erosion: Prevention and Treatment*,
52. à Chu, C.H., Pang, K. & Lo, E. (2010). Dietary Behavior and Knowledge of Dental Erosion Among Chinese Adults. *BMC Oral Health*, 10(13), 1-7.
53. Soares, D., Scaramucci, T., Steagall, W., Maia, S.R. & Pita, M.A. (2011). Interaction between staining and degradation of a composite resin in contact with colored foods. *Braz Oral Res*, 25(4), 369-375.
54. Strassler, H. (2011). Dental Erosion: Prevention and Treatment. *Inside Dental Assisting*, Noviembre/Diciembre. <http://www.cdeworld.com/courses/4554>

55. Sciubba, J., Regezi, J. & Rogers, R. (2002). PDQ Oral Disease Diagnosis and Treatment. Hamilton: *BC Deckers Inc.* < [http://web.squ.edu.om/med-Lib/MED\\_CD/E\\_CDs/pdq%20Oral%20Diseases/startme.pdf](http://web.squ.edu.om/med-Lib/MED_CD/E_CDs/pdq%20Oral%20Diseases/startme.pdf)>
56. Touger-Decker, R. & Loveren, C.V. (2003). Sugars and Dental Caries. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 78(4), 881S-892S. <http://ajcn.nutrition.org/content/78/4/881S.full>
57. Aykut-Yetkiner, Wiegand, Bollhalder, Becker & Attin, 2012
58. Young, W.G. & Khan, F. (2002). Sites of Dental Erosion are Saliva-Dependent. *Journal of Oral Rehabilitation*, 29, 35-43.
59. Guidance on Objective Tests to Determine Quality of Fruits and Vegetables and Dry and Dried Produce. The Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). Lunes 8 de Abril, 2013. <http://www.oecd.org/agriculture/code/19515719.pdf>
60. Walton, A. (2012). *How Much Sugar Are Americans Eating?* Forbeswoman. <http://www.forbes.com/sites/alicegwalton/2012/08/30/how-much-sugar-are-americans-eating-infographic/>
61. West, D. (2002). *Introducción a la Química Analítica / An Introduction to Analytical Chemistry*. Sevilla: Editorial Reverté, S.A.
62. World Health Organization. (2003). *pH in Drinking-water: Background document for development of WHO Guidelines for Drinking-water Quality*. [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/en/ph.pdf](http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/ph.pdf)
63. Xylitol Organization (2010). <http://www.xylitol.org/drmakinen.asp>