



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

PROGRAMA ACADÉMICO DE ODONTOLOGÍA

Comparación in vitro del pH, contenido de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) de bebidas endulzadas consumidas por niños en etapa escolar

TESIS

Para optar el título profesional de Cirujano Dentista

AUTOR(A)

Tovar Zevallos, Olenka Ximena ([0000-0002-5959-5489](#))

ASESOR(A)

Oliva Valencia, Milagros Teresa ([0000-0003-3702-0948](#))

Caballero García, Carmen Stefany ([0000-0001-8672-9369](#))

Lima, 04 de diciembre de 2018

Dedicatoria,

A Dios, por darme la paciencia y permitirme culminar con este trabajo.

*A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años para lograr mis
objetivos trazados*

A mis abuelitos que siempre confiaron en mí

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haber estado conmigo en este largo proceso

A mi madre por haber trabajado para darme los recursos necesarios y acompañarme en este largo proceso

A todas las personas que me apoyaron en el desarrollo de este trabajo

RESUMEN

Objetivo: Comparar *in vitro* el pH, contenido de azúcar, acidez titulable (ácido cítrico) de los grupos de bebidas endulzadas (jugos de fruta artificial, gaseosas, lácteos azucarados, bebidas deportivas y grupo control) consumidas por niños en etapa escolar.

Materiales y métodos: Se realizó una encuesta a 40 escolares de un colegio público de Chorrillos para recolectar información sobre las bebidas endulzadas que consumen usualmente. En base a los resultados, se seleccionaron 15 bebidas más una muestra control (agua destilada), distribuidas en 5 grupos. Se evaluaron las características químicas de pH, contenido de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) con el uso del pHmetro (Hanna® HI2221-01, USA), el refractómetro (Abba® HI96801) y método de titulación de la AOAC, respectivamente. Los resultados fueron analizados mediante estadística descriptiva univariada y bivariada inferencial por la prueba de Kruskal Wallis.

Resultados: Al comparar los grupos, se encontraron diferencias estadísticamente significativas para las variables de pH y contenido de azúcar, mas no para la acidez titulable (ácido cítrico). Asimismo, los resultados del presente estudio hallaron que las gaseosas presentan el pH más bajo (2.96), los lácteos azucarados el mayor contenido de azúcar (14.48) y los jugos de fruta junto a las bebidas deportivas la mayor cantidad de acidez titulable (ácido cítrico) (0.23).

Conclusiones: Se identificó que todos los grupos evaluados, en combinación con otros factores, pueden desencadenar enfermedades como caries y erosión dental.

Palabras clave: pH, contenido de azúcar, acidez titulable, ácido cítrico, bebidas endulzadas, caries dental, erosión dental

An in vitro comparison of pH, sugar content and titratable acidity (citric acid)
of sweetened beverages consumed by children at school age

ABSTRACT

Objective: To compare in vitro the pH, sugar content, titratable acidity (citric acid) of the groups of sweetened beverages (artificial fruit juices, soft drinks, sweetened dairy products, sports drinks and control group) consumed by children at school age.

Materials and methods: A survey was conducted among 40 schoolchildren in a public school in Chorrillos to collect information about the sweetened beverages they usually consume. Based on the results, 15 drinks plus a control group (distilled water) were selected, distributed in 5 groups. The chemical characteristics of pH, sugar content and titratable acidity (citric acid) were evaluated using the pHmeter (Hanna® HI2221-01, USA), refractometer (Abba® HI96801) and the AOAC titration method, respectively. The results were analyzed by univariate descriptive and bivariate inferential statistics by the Kruskal Wallis test.

Results: Statistically significant differences were found when compared the pH and sugar content variables, but not for titratable acidity (citric acid) when comparing the beverages. Likewise, this study found that soft drinks have the lowest pH (2.96), sweetened dairy products have the highest content of sugar (14.48) and the group of sports drinks and fruit juices has the highest titratable acidity (citric acid) (0.23).

Conclusion: In combination with other factors, all the groups of beverages tested can trigger diseases like dental caries or erosion.

Key words: pH; sugar content; titratable acidity (citric acid); sweetened beverages; dental caries; dental erosion.

TABLA DE CONTENIDO

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	4
1.1 JUSTIFICACIÓN.....	4
CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS	5
CAPÍTULO 4. OBJETIVOS.....	6
4.1. OBJETIVO GENERAL.....	6
4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	6
CAPITULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS.....	7
5.1. DISEÑO DEL ESTUDIO	7
5.2. GRUPO EXPERIMENTAL	7
5.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	9
5.4. TÉCNICAS Y/O PROCEDIMIENTOS	10
5.5. PLAN DE ANÁLISIS	14
5.6. CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	15
CAPÍTULO 6. RESULTADOS.....	16
CAPÍTULO 7. DISCUSION.....	18
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES	22
CAPITULO 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
ANEXOS	26

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Comparación in vitro del pH, contenido de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) de los grupos de bebidas endulzadas consumidas por niños en etapa escolar.....	17
--	----

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Los cambios contemporáneos en el consumo de bebidas y el crecimiento en la producción de estas se han incrementado notablemente en niños y adolescentes, debido a que actualmente existen numerosas opciones en el mercado peruano. Según el Centro para el control de Enfermedades y Prevención, la clasificación de las bebidas endulzadas incluye gaseosas, jugos de fruta artificial, bebidas deportivas, té, café, alternativas lácteas y cualquier otro líquido al que se le añada azúcar, generalmente jarabe de maíz en fructuosa o sacarosa (tabletas de azúcar).⁽¹⁾ Desafortunadamente, estas sustancias contienen uno o múltiples tipos de ácidos y azúcares en su composición, los cuales en combinación con otros factores, aumentan el riesgo de padecer erosión y caries dental respectivamente.⁽²⁾ Al-Dlaigan Y y col. realizaron un estudio en Arabia Saudita donde concluyeron que existe una relación entre el consumo de bebidas ácidas, gaseosas y jugos de fruta con la erosión dental, debido a la elevada cantidad de ácidos que presentan.⁽³⁾ Asimismo, Burato y col. mencionan que es importante conocer el tipo de ácido presente en estas bebidas, ya que está relacionado a la capacidad de desmineralización que poseen, sobre todo si se trata del ácido cítrico, ya que presenta una propiedad quelante y es considerada una sustancia altamente erosiva.⁽²⁾ Respecto a contenido de azúcar, Sohn y col. reportaron que el consumo de bebidas endulzadas está directamente relacionado al aumento de caries dental,⁽²⁾ y Soares y col. concluyeron que el alto consumo de jugos de fruta que evaluaron, independientemente del sabor que tengan, contribuyen a la aparición de caries y erosión dental.⁽⁴⁾

Para determinar la acidez y contenido de azúcar de estas sustancias, es necesario tener en cuenta características químicas como pH, acidez titulable (ácido cítrico) y contenido de azúcar. El pH es el índice logarítmico que mide la concentración de iones de hidrógeno presentes en una solución y se calcula mediante el uso de un potenciómetro o también llamado pHmetro, el cual mediante una escala numérica que va del 1 al 14 determina si la solución evaluada presenta un pH neutro (7), ácido (1-6) o alcalino (8-14). Así pues, mientras menor sea este valor la sustancia será considerada más ácida y cuando el pH sea inferior a 5.5 (pH crítico del esmalte) se podría iniciar la disolución de los minerales del esmalte dental.^(5, 6, 7)

Por otro lado, la acidez titulable es una característica química que se utiliza para determinar la concentración específica de un ácido o base, o para hallar la capacidad de neutralización que posee una solución. Esta se obtiene a partir de una titulación, la cual requiere de tres agentes indispensables: el titulante, el titulado (o analito) y el indicador. El agente titulante es una base, el agente titulado es la sustancia que se quiere evaluar y contiene el ácido y el indicador es el colorante que permite observar la reacción cuando el ácido ha sido neutralizado y se manifiesta en un cambio de color que va a variar dependiendo del que se utilice. ^(8, 9,10)

Otra característica química importante que se debe tener en cuenta y podría tener repercusión en la cavidad oral es el contenido de azúcar, que es la suma de todos los azúcares presentes disueltos en una solución. Para ello, se utilizan unidades de medición de CTSS (contenido total de sólidos solubles) como grados Brix y se halla con el uso de un refractómetro. ⁽²⁾ Actualmente en el Perú, la Ley de Alimentación Saludable (Ley N° 30021) para niños y adolescentes sobre bebidas no alcohólicas procesadas recomienda que el contenido de azúcar sea menor a 6 gr / 100ml, indicando que quienes no cumplan este requisito deberán utilizar advertencias publicitarias en el empaque. ^(11,12) La cantidad recomendada por la Asociación Americana del Corazón (AHA) para niños y adolescentes entre 2 y 18 años de edad es de máximo 6 cucharadas en el caso de mujeres (25 gramos), y 9 cucharadas en el caso de hombres (37.5 gramos) por día, resaltando que los niños menores de 2 años no deberían incluir en su dieta ningún producto que contenga azúcares añadidos ^(1, 2) Asimismo, la OMS, y el Comité Científico de Nutrición de Reino Unido (SACN) sostienen que el consumo de azúcares añadidos para niños y adolescentes debe ser menor al 5% de las calorías consumidas en el día, lo que equivale a 6 cucharaditas aproximadamente, teniendo como referencia una dieta de 2000 kcal. ^(13, 14)

Existen estudios científicos que han encontrado diferencias en los valores entre una bebida y otra al evaluar pH, contenido de azúcar y acidez titulable en países como Chile, Dinamarca, Brasil, entre otros, los cuales han estudiado algunas de estas propiedades en ciertos grupos de bebidas utilizando las marcas y sabores típicos del país al que pertenecen, como jugos de fruta a base de soya, gaseosas, jugos artificiales, lácteos fermentados y energizantes. ^{(15, 16, 17, 18, 19, 20,}

21, 22, 23, 24, 25, 26) Sin embargo, pese al elevado consumo de estas bebidas en Perú no existe evidencia científica de estas características químicas a nivel nacional. Por ello, es de fundamental importancia evaluar *in vitro* el pH, contenido total de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) de diferentes grupos de bebidas endulzadas consumidas por niños en etapa escolar de Lima, ya que podrían predisponer a la aparición de enfermedades como erosión y caries dental.

CAPÍTULO 2. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 Justificación

El presente estudio tiene importancia social, ya que, de acuerdo a los resultados obtenidos, se alerta a los padres de familia y al público consumidor sobre reducir la ingesta frecuente e inapropiada de estas bebidas con la finalidad de prevenir los efectos adversos y proteger las estructuras dentarias de los escolares.

Asimismo, tiene importancia clínica, debido a que los resultados del presente estudio confirman la alta acidez y contenido de azúcar de estas bebidas, lo que permitirá que los profesionales de ciencias de la salud (pediatras, odontopediatras y nutricionistas) recomienden no consumir estas sustancias a fin de reducir la susceptibilidad de las piezas dentarias a la presencia de caries y erosión, ya que si bien es cierto, el consumo de estas no determina la presencia o ausencia de las enfermedades mencionadas, podría ser un factor asociado.

Finalmente, el aporte teórico del presente estudio está relacionado a llenar un vacío de información sobre las características químicas de las bebidas endulzadas que usualmente consumen los niños en etapa escolar de Perú y su repercusión en las estructuras dentarias para utilizarla con el fin promover estudios futuros relacionados al tema.

CAPÍTULO 3. HIPÓTESIS

Existen diferencias en el pH, contenido de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) entre los diferentes grupos de bebidas endulzadas (jugos de fruta, gaseosas, lácteos azucarados, energizantes) y grupo control consumidas por niños en etapa escolar.

CAPÍTULO 4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general

Comparar *in vitro* el pH, contenido de azúcar, acidez titulable (ácido cítrico) de los grupos de bebidas endulzadas (jugos de fruta, gaseosas, lácteos azucarados, energizantes) y grupo control consumidas por niños en etapa escolar.

4.2. Objetivos específicos

1. Determinar el pH, contenido de azúcar, acidez titulable (ácido cítrico) de los grupos de bebidas endulzadas (jugos de fruta, gaseosas, lácteos azucarados, energizantes) y grupo control consumidas por niños en etapa escolar.

CAPITULO 5. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1. Diseño del estudio

El diseño del estudio fue de tipo experimental *in vitro*.

5.2. Grupo experimental

Se realizó una encuesta a 40 escolares en una institución educativa del distrito de Chorrillos (Lima-Perú), y en base a los resultados obtenidos se seleccionaron 15 bebidas por ser las de mayor aceptación. Además, como grupo control se utilizó el agua destilada.

La muestra estuvo constituida por cada bebida endulzada. Para la variable de pH se utilizó 60 ml de cada bebida en un vaso de precipitación. Este procedimiento se repitió 7 veces para cada bebida y se calculó un valor promedio.

En el caso de contenido de azúcar se utilizaron 10 ml de cada bebida en un vaso de precipitación. gotas para el análisis. Este procedimiento se repitió 7 veces para cada bebida y se calculó un valor promedio.

Finalmente, para acidez titulable se utilizó 20 ml de cada bebida en un vaso de precipitación. Este procedimiento se realizó una sola vez por cada muestra.

La distribución de los grupos quedó establecida de la siguiente manera:

Grupo 1: Jugos de fruta

Pulp Durazno[®]

Watts Naranja[®]

Frugos del Valle de manzana®

Gloria mango®

Grupo 2: Gaseosas

Pepsi®

Inca Kola®

Fanta®

Sprite®

Grupo 3: Lácteos azucarados

Leche Chocolateada Laive®

Yogurt Laive fresa®

Yogurt Laive vainilla®

Milo®

Grupo 4: Bebidas deportivas

Gatorade mandarina®

Powerade multifrutas®

Maltin Power®

Grupo 5: Grupo control

Agua destilada

Criterios de Selección

1. Bebidas envasadas no caducadas.
2. Bebidas almacenadas a temperatura ambiente
3. Bebidas conservadas en sus envases de origen
4. Bebidas envasadas consumidas por escolares
5. Bebidas abiertas justo antes de la ejecución de la investigación y desechadas al término de la misma
6. Bebidas envasadas con disponibilidad en el mercado peruano

5.3. Operacionalización de variables

Variable	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores
pH	Escala numérica que permite determinar la alcalinidad, basicidad o acidez de una sustancia.	pHmetro	Cuantitativa	Razón Continua	# pH
Contenido total de azúcar	Cantidad de azúcares presentes en las bebidas	Refractómetro de Abba	Cuantitativa	Razón Continua	(g / 0.1 L)
Acidez titulable (ácido cítrico)	Concentración de ácido cítrico de las bebidas	Método de titulación	Cuantitativa	Razón Continua	(g / ml)
Grupos de bebidas endulzadas	Grupos a los que pertenecen los líquidos que beben los niños en etapa escolar	Clasificación de bebidas según el Centro para el control de Enfermedades y Prevención	Cualitativa	Nominal Politómica	-Jugos de fruta -Gaseosas -Lácteos azucarados -Bebidas deportivas -Agua destilada

5.4. Técnicas y/o procedimientos

Permisos

Se solicitó el permiso al Laboratorio Químico de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC) para el uso del pHmetro (Hanna® HI2221-01, USA), Refractómetro (Abba® HI96801) y para realizar la acidez por titulación.

Capacitación

La investigadora fue capacitada por el responsable del área de Laboratorio Químico de la UPC para el uso del pHmetro (Hanna® HI2221-01), Refractómetro (Abba® HI96801) y para realizar la acidez por titulación.

Selección de las bebidas

Se realizó una encuesta a 40 escolares de una institución educativa pública de Chorrillos para recolectar información sobre qué bebidas consumen usualmente. En base a los resultados (**Anexo 1**) se seleccionaron 15 bebidas más una muestra control (agua destilada). Todas las bebidas fueron adquiridas a temperatura ambiente en supermercados y tiendas aledañas al distrito de Chorrillos y fueron abiertas justo antes de iniciar las mediciones.

Etiquetado de las muestras

Se colocaron etiquetas adhesivas de 1cm x 3cm en cada vaso de precipitación (Pyrex 1000/04D) de 100 mL y en cada matraz Erlenmeyer de cuello estrecho de vidrio borosilicatado (Pyrex™ 1137/10M) de 10 mL para diferenciar una bebida de otra.

Evaluación de pH

Se calibró el pHmetro (Hanna® HI2221-01, USA) con dos soluciones buffer estandarizadas de pH 4 y pH 7, limpiando el electrodo con agua destilada al cambiar de solución. Las mediciones se realizaron en el laboratorio químico de la UPC. Para registrar el pH, se colocaron 60 mL de cada bebida en un vaso de precipitado, previamente etiquetado, de 100 mL de capacidad. Al realizar cada medición, se sumergió por completo el electrodo de vidrio del pHmetro (Hanna® HI2221-01, USA) hasta visualizar un valor constante. Entre cada medición y antes de pasar a la siguiente bebida, se limpió el electrodo sumergiéndolo en un vaso de precipitación con 60 mL de agua destilada y se secó con un papel toalla. Por cada bebida, se registraron 7 mediciones, las cuales fueron apuntadas en la ficha de recolección de datos, para luego sacar un valor promedio.

En el caso de las bebidas con gas (gaseosas), se utilizó una varilla de vidrio y se agitó manualmente hasta que el gas desaparezca antes de realizar la medición. ⁽²⁾ (**Anexo 2**)

Evaluación de cantidad de azúcar

Para determinar la cantidad de azúcar se utilizan unidades de medición de CTSS (Contenido total de sólidos solubles) que pueden ser: grados Brix (°Bx) o índice de refracción. En el presente estudio, se utilizaron grados Brix como unidad de medición y el instrumento que se utilizó para medirlos fue el refractómetro (Abba® HI96801). Primero se colocaron dos gotas de agua destilada en la máquina para garantizar que esta marque 0. Luego, se colocaron 10 mL de cada bebida en los vasos de precipitación ya etiquetados, y con una varilla de vidrio se colocaron dos gotas de cada bebida en la máquina. Entre cada medición y antes de pasar a la siguiente bebida, se limpió la máquina con agua destilada y papel toalla, verificando que antes de iniciar la siguiente medición el valor de la máquina sea cero. Este procedimiento se realizó 7 veces por cada bebida y se registró cada valor, para luego sacar un valor promedio y colocarlo en la ficha de recolección de datos.

Se registraron los ° Brix de las 15 muestras y se obtuvo el contenido de azúcar, teniendo en cuenta lo siguiente:

1°Brix = 1% de contenido de azúcar disuelto en 100 gramos de solución = 1% de contenido de azúcar disuelto en 0.1 L de solución = 1 gramo de azúcar en 100 mL de solución. ⁽²⁾ (**Anexo 3**)

Determinación de la acidez titulable (ácido cítrico)

El procedimiento se realiza con un equipo de titulación que consiste en una bureta, un matraz erlenmeyer de cuello estrecho de vidrio borosilicatado (Pyrex™ 1137/10M), un soporte universal y un anillo con su nuez. Para empezar, se abrió cada una de las bebidas y con el uso de una pipeta volumétrica se extrajeron 20 ml de cada una para colocarlos en los matraces ya etiquetados donde se adicionaron dos o tres gotas de fenolftaleína (indicador). Se sumergió el electrodo de vidrio del pHmetro (Hanna) en el matraz y luego, se llenó a tope la bureta con NaOH (0.1N). El siguiente paso fue dejar caer gota a gota el agente titulante (NaOH) sobre el titulado (bebida), agitando manualmente todo el tiempo, y deteniendo el gasto cuando el pHmetro alcance un valor de pH entre 8.2 y 8.4 que corresponde al punto de inflexión de fenolftaleína. Asimismo, se podía notar que la titulación había finalizado ya que se evidenció un ligero cambio de color hacia rosado el cual debía mantenerse constante por lo menos 30 segundos después de agitar la bebida. Antes de pasar a la siguiente bebida, se apuntó la cantidad de agente titulante gastado (gasto de bureta) en la ficha de recolección de datos para posteriormente aplicar la fórmula adoptada por la “Association of Official Analytical Chemists” (AOAC), la cual expresa la cantidad de ácido cítrico (g) en 100 ml. La fórmula utilizada para determinar la cantidad de ácido cítrico fue: ^(9, 17, 27)

$$\text{Ácido cítrico \% (g/ml)} = \frac{(V_1 \times N \times F \times P_{eq})}{V_2} \times 100$$

V1 = Volumen de gasto de NaOH (mL)

N = Normalidad del NaOH (mEq/ mL)

F = Factor de corrección del biftalato de potasio

Peq = Peso equivalente del ácido cítrico (mg/ mEq)

V2= Volumen de la muestra (mL)

“V1” es el gasto de gota o gota de titulante que se necesitó para neutralizar la acidez de la bebida. Este volumen variará entre una bebida y otra y será necesaria mayor cantidad cuando la bebida sea más ácida. “N” es un valor constante para el NAOH que equivale a 0.1N. El valor de “F” es también un valor constante que equivale a 1. Asimismo, el peso equivalente (“Peq”) del ácido cítrico es un valor estandarizado (0.064 mg / mEq) cuando se quiere realizar la titulación en base a este ácido. Sin embargo, si se desea hallar el contenido de otro ácido este valor cambiará. Por último, “V2” se refiere a la cantidad en ml del agente titulado. Este valor puede variar entre un investigador y otro dependiendo de la cantidad de bebida que desee utilizar para esta prueba. Para la bebida control y el grupo de lácteos azucarados no se realizó esta prueba, ya que no presentan ácido cítrico en su composición.

Recolección de datos

Los datos obtenidos de pH, cantidad de azúcar, acidez titulable (ácido cítrico) según cada bebida fueron registrados en las fichas de recolección de datos (**Anexo 4, 5 y 6**)

5.5. Plan de análisis

Para el análisis univariado se obtuvieron las medidas estadísticas de tendencia central (mediana y media); y de dispersión (desviación estándar, rango intercuartilico) para la variable de pH, contenido total de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) según los grupos de bebidas endulzadas consumidas por niños en etapa escolar.

Para el análisis bivariado se realizó la prueba de Kruskal Wallis posterior a comprobarse los supuestos de homogeneidad de varianzas (Prueba de Bartlett) y normalidad (Prueba de Shapiro Wilk); para la comparación de los outcomes pH, contenido de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) según la variable independiente.

Toda la base de datos se calculó en el programa Microsoft Excel 2013 y los datos fueron analizados mediante el software Stata[®] versión 15.0

5.6. Consideraciones éticas

Esta investigación evaluó *in vitro* el pH, contenido de azúcar, acidez titulable (ácido cítrico) de las bebidas endulzadas consumidas por niños en etapa escolar, a partir de las encuestas que se realizaron a escolares del distrito de Chorrillos para conocer sus preferencias.

Se realizó una solicitud dirigida al comité de ética de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas para la exoneración del trabajo, la cual fue aceptada (CEI/245-11-18).

CAPÍTULO 6. RESULTADOS

En la tabla 1, se muestra la comparación del pH, la cantidad de azúcar, la acidez titulable (ácido cítrico) de los grupos de bebidas: jugos de fruta, gaseosas, lácteos azucarados, bebidas deportivas y grupo control. En cuanto a la evaluación de pH, se encontró que el grupo con menor valor lo conforman las gaseosas con una media de 2.96 (0.31). A su vez, se realizó una comparación entre éstos, encontrando diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.01$). Referente a la cantidad de azúcar, se observó que el grupo de lácteos azucarados obtuvo una media de 14.48 gr/ 0,1 L (0.67), siendo la de mayor valor. Además, se realizó una comparación de los grupos de bebidas y se encontraron diferencias significativas estadísticamente ($p < 0.01$). De la misma manera en el caso de la acidez titulable (ácido cítrico), se observa que el grupo de bebidas deportivas y jugos de fruta son los que cuentan con mayor valor, con una media de 0.23 g/ml y una desviación estándar de 0.05 y 0.12 respectivamente. En este caso, al realizar la comparación se obtuvo un valor de $p = 0.90$, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas. (**Tabla 1**)

Tabla 1 Comparación in vitro del pH, cantidad de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) de los grupos de bebidas endulzadas consumidas por niños en etapa escolar

Grupo de bebida	Valor de pH			Cantidad de azúcar			Acidez titulable (ácido cítrico)		
	Media	D.E	p*	Media (gr/0.1L)	D.E	p*	Media (g/ml)	D.E.	p*
Jugos de fruta	3.43	0.22		10.85	1.07		0.23	0.12	
Gaseosas	2.96	0.31		7.12	3.18		0.16	0.06	
Lácteos azucarados	5.56	1.18	<0.001	14.48	0.67	<0.001	-	0.23	0.090
Bebidas deportivas	3.67	0.42		7.72	2.13		0.23	0.05	
Grupo control	6.99	0.01		0	0		-	-	

*Prueba de Kruskal Wallis

Nivel de significancia estadística, ($p < 0.05$)

CAPÍTULO 7. DISCUSION

Actualmente, existe un alto consumo de bebidas endulzadas por parte de los escolares, debido a su sabor agradable y costo accesible. ⁽²⁾ Sin embargo, estas poseen características químicas que en combinación con otros factores podrían provocar daños irreversibles en el esmalte como, erosión y caries dental. ⁽²⁵⁾ Por lo tanto, el objetivo de la presente investigación fue comparar *in vitro* el pH, contenido de azúcar y acidez titulable (ácido cítrico) de 15 diferentes bebidas consumidas por niños en etapa escolar, las cuales fueron divididas en 5 grupos: jugos de fruta, gaseosas, lácteos azucarados, bebidas deportivas y grupo control.

El pH mide la basicidad, acidez o alcalinidad de una sustancia con una escala numérica que va del 1 al 14. ⁽²⁷⁾ Existen diferentes instrumentos para hallar este valor, pero el más recomendado es el potenciómetro o llamado también pHmetro digital, el cual, según la literatura por ser un medidor eléctrico, es considerado el que mide de manera más exacta el pH. ⁽⁵⁾ En este estudio, se utilizó el pHmetro (Hanna[®] HI2221-01), previamente calibrado con soluciones buffer de pH 4 y 7. Se realizaron 7 mediciones y se promediaron con el fin de obtener un valor más preciso. Es importante mencionar que, en el caso de las gaseosas, se agitó manualmente por 15 segundos antes de registrar la medición, ya que las bebidas carbonatadas presentan ácido fosfórico en su composición y esto podría cambiar ligeramente el pH. Esta metodología es la misma que utilizó Hwadam Suh y col ⁽²⁾ y se asemeja a la realizada por Enam y col. ⁽¹⁰⁾ quienes también realizaron repeticiones para la medición, pero no de 7 veces, sino 3 por cada una de las bebidas que evaluaron. En contraste a esta metodología, Da Silva y col. ⁽¹⁸⁾ además de realizar 3 mediciones, agitaron manualmente las bebidas por 15 segundos antes de tomar el registro.

En el presente estudio se encontró que el pH de todos los grupos de las bebidas evaluadas es ácido (2.96-6.99) y de estos sólo el grupo de lácteos azucarados (5.56) posee un valor ligeramente mayor al pH crítico del esmalte (5.5), lo que significa que los 3 grupos restantes podrían considerarse erosivos para el esmalte y en combinación con otros factores, podrían iniciar un proceso de desmineralización. ⁽²⁴⁾ El grupo más ácido de los evaluados fue el de las gaseosas (2,96). Esto puede deberse a que, al ser bebidas carbonatadas, presentan dióxido de

carbono (CO₂), lo que potencia la acidez. Además, en el caso de las gaseosas colas (Pepsi) la acidez se ve aún más disminuida porque el acidulante que en ellas se emplea es el ácido fosfórico, el cual es un ácido inorgánico con un pH inferior al ácido cítrico. Otro de los grupos que presenta un pH bajo es el de las bebidas deportivas (3.43), el cual contiene ácido cítrico y fosfórico en su composición. En el estudio de Fresno MC y col ⁽¹⁶⁾, mencionan que, al realizar actividades físicas, los fluidos del cuerpo disminuyen, incluyendo la secreción salival, por lo que la capacidad protectora de esta se ve afectada y en conjunto con el consumo de estas sustancias, causa con mayor facilidad la disolución de los tejidos dentarios. En los estudios realizados por Hwadam Suh y col. ⁽¹⁾ en Ecuador (pH = 2.30-3.40), Enam y col ⁽²⁸⁾ en Bangladesh (pH = 2.50-3.50), Larsen MJ y col ⁽⁶⁾ (pH = 2.4-3.20) en Chile quienes evaluaron 8, 4 y 2 grupos diferentes de bebidas respectivamente, encontraron que las gaseosas presentaban el pH más bajo respecto a los demás grupos. Asimismo, el presente estudio muestra que los jugos de fruta presentan un pH de 3.43 y las bebidas deportivas un pH de 3.67, siendo estos valores similares a los encontrados por Enam y col ⁽²⁸⁾ en jugos de fruta (3.4 y 3.9) y en bebidas energizantes (3 y 3.5). Adicionalmente, Fresno MC y col. ⁽¹⁶⁾ evaluaron el pH de bebidas energizantes a diferentes temperaturas, donde encontraron que no había diferencias estadísticamente significativas entre una temperatura y otra, y los valores del pH presentaban una media de 2.89. En cuanto a lácteos azucarados, se encontró un pH de 5.56, siendo este valor diferente al que encontró Aquino M y col ⁽²⁹⁾ cuando evaluó 11 lácteos fermentados, ya que en su estudio el pH oscilaba entre 3.60 y 4.11. Esta diferencia puede deberse a que en el presente estudio se evaluaron diferentes lácteos y en el estudio de Aquino M y col ⁽²⁹⁾ solo se tomaron en cuenta los lácteos fermentados (yogurts).

Otra de las variables estudiadas es la acidez titulable, la cual fue utilizada en el estudio para determinar la concentración de un ácido específico. En este caso, la titulación se realizó en base al ácido cítrico, debido a que es utilizado comúnmente como preservante para alargar el tiempo de consumo de bebidas envasadas y aún en cantidades diferentes está presente en casi todas estas, además posee una propiedad quelante asociada a erosión dental. ^(5, 8, 17) Se utilizó como base el hidróxido de sodio (NaOH) y como indicador la fenolftaleína, ya que es el indicador más apropiado cuando se evalúa un ácido débil (ácido cítrico) y una base fuerte (hidróxido de sodio). ⁽⁹⁾ Este indicador se muestra incoloro en una disolución ácida y rosa en una disolución

básica. ^(5, 8). Además, se utilizaron estos reactivos, ya que son los indicados para realizar este procedimiento según la norma mexicana (NMX-F-102-S-1978). ⁽³⁰⁾ En cuanto a acidez titulable (AT) respecto al ácido cítrico, los resultados de este estudio revelan que la mayor cantidad se encuentra en bebidas deportivas (0.23g/ml) y jugos de fruta (0.23g/ml). En el caso de bebidas deportivas, estos valores pueden ser más altos debido a que presentan en su composición electrolitos y minerales que se introducen en forma de sales del ácido cítrico (citratos). Asimismo, puede ser más elevado en el caso de jugos de fruta debido a que en los ingredientes de algunas de las bebidas evaluadas se menciona al ácido ascórbico. Estos resultados son similares a los encontrados por Almeida T y col ⁽¹⁷⁾, quienes encontraron que la bebida Ades Original[®] (jugo de fruta) presenta 0.04 gr/ml. Asimismo, respecto a bebidas deportivas Leite A y col. ⁽¹⁹⁾ encontraron valores similares (0.11 gr/ml y 0.32 gr/ml) a los del estudio, mientras que Enam y col ⁽²⁸⁾ después de evaluar 4 grupos de bebidas (gaseosas, bebidas energéticas, jugos de fruta y agua embotellada), hallaron que el valor más alto fue para las bebidas energéticas seguido de refrescos y jugos de fruta, y el más bajo para el agua potable embotellada.

Por otro lado, la cantidad de azúcar está representada por el contenido total de sólidos solubles (CTSS) presentes en una solución incluyendo aquí a la sacarosa, fructuosa, lactosa y demás azúcares añadidos disueltos en la bebida evaluada. Este valor se calcula con el uso del refractómetro (Abba[®] HI96801), el cual es un instrumento óptico y digital que mide de manera precisa el CTSS mediante unidades de grados Brix o índice de refracción. En similitud a la presente investigación, Hwadam Suh y col. ⁽²⁾, Almeida T y col. ⁽¹⁷⁾ y Soares y col. ⁽⁴⁾ utilizaron el mismo instrumento en sus estudios. Dentro de los resultados de la presente investigación, se encontró que el grupo de bebidas con mayor valor fue el de los lácteos azucarados (14.48 gr/0,1L). Este valor podría ser más elevado en este grupo, ya que dentro de su composición no sólo presentan como azúcar a la sacarosa sino también a la lactosa propia de la leche y azúcares añadidos, a diferencia de los grupos restantes. En el caso de las gaseosas, se podría explicar que el valor es menor debido a que en la lista de ingredientes que lo conforman se utilizan algunos edulcorantes como aspartame, acesulfame K o sucralosa, los cuales no son registrados por el refractómetro por ser considerados acalóricos. En comparación con estudios encontrados, Almeida T y col ⁽¹⁷⁾ hallaron que las bebidas con mayor contenido de azúcar fueron Mais Vita

uva[®] y Mais Vita Abacaxi[®], ambas con agregado de leche de soya en su composición. De la misma manera, Leite A y col ⁽¹⁵⁾ encontraron que las bebidas isotónicas (deportivas) evaluadas en promedio presentan 7.53 gr/0,1L. Sin embargo, a diferencia del presente estudio, Hwadam Suh y col ⁽²⁾ encontraron que las bebidas con mayor contenido de azúcar fueron las energizantes, resaltando de este grupo Monster[®] (12.6), Red Bull[®] (11.6) y V220[®] (11.6). Asimismo, es importante mencionar que el grupo de bebidas deportivas que evaluó Hwadam Suh y col ⁽²⁾ posee valores similares a los del presente estudio, los cuales oscilan entre 5.8 gr/0,1L y 6.2. gr/0,1L.

Finalmente, es importante tener en consideración que, pese a que los lácteos azucarados presentaban un pH ligeramente más elevado al pH crítico del esmalte para iniciar un proceso de desmineralización, los resultados revelan que presentan mayor contenido de azúcar (14.48 gr/0,1L) por lo que el consumo de todas las bebidas evaluadas debería ser controlado. Esta información es muy relevante, ya que nos permite conocer características que no son evidenciadas en las etiquetas del fabricante y son importantes para reducir el riesgo de afecciones en la cavidad oral. Además, aporta información para los nutricionistas, odontopediatras e incluso padres de familia para evitar el consumo desmedido de estas bebidas y motiva a futuros investigadores a profundizar más sobre este tema debido a que no existen estudios de este tipo con bebidas consumidas por escolares en el Perú.

Dentro de las limitaciones, podemos mencionar que no fueron evaluadas todas las bebidas consumidas por escolares del mercado peruano, ya que en la actualidad existen muchas marcas y sabores. Asimismo, no se podría extrapolar esta información, ya que existen factores que pueden influir en el resultado como el sector económico al que pertenecen los consumidores, hábitos, condiciones de compra, frecuencia de consumo, entre otros. Sin embargo, se sugiere para próximas investigaciones realizar un estudio *in vivo* sobre el consumo de las bebidas endulzadas en una población escolar del Perú, para conocer realmente cuáles son los efectos en la cavidad oral del excesivo consumo de las bebidas estudiadas.

CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES

1. Los grupos de bebida con menor pH fueron las gaseosas (2.96), jugos de fruta (3.43) y bebidas deportivas (3.67).
2. Los lácteos azucarados (14.48 g/100ml) presentaron el mayor contenido de azúcar.
3. Los jugos de fruta (0.23g/ml) y las bebidas deportivas (0.23g/ml) presentaron mayor valor de acidez titulable (ácido cítrico)
4. Es importante controlar el consumo de todos los grupos de bebidas evaluadas, ya que su descontrolado consumo, en combinación con otros factores, podrían desencadenar la presencia de enfermedades como erosión y caries dental.

CAPITULO 9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Policy on dietary recommendations for infants, children and adolescents. AAPD. 2017; 39(6): 64-66.
2. Hwadam Suh, Rodríguez E. Determinación del ph y contenido total de azúcares de varias bebidas no alcohólicas: su relación con erosión y caries dental. *Odontoinvestigación*. 2017; 18-30.
3. Al-Dlaigan Y, Al-Meedania L and Anil S. The influence of frequently consumed beverages and snacks on dental erosion among preschool children in Saudi Arabia. *NJ*. 2017; 16:80.
4. Soares A, Bonvini B, Aquino M. Avaliação do potencial erosivo e cariogênico de sucos artificiais em pó. *Rev Odontol Univ Cid Sao Paulo*. 2014; 26(3): 197-203.
5. McMurry J, Fay R. *Química general*. Pearson Educación. Mexico. 2009: 5 ed; 88-89.
6. Larsen MJ, B. Nyvad. Enamel Erosion by Some Soft Drinks and Orange Juices Relative to Their pH, Buffering Effect and Contents of Calcium Phosphat. *Caries Res* 1999; 33:81–87
7. Medeiros R, Fernandez J, Catão M. Evaluation of acid pH and erosive potential of alcoholic beverages. *Arch Health Invest*. 2018; 7(7):254-257
8. Wiley L. *Fundamentos de química general, orgánica y bioquímica para ciencias de la salud*. Limusa. México. 2013; 308-309.
9. Ralph A. *Fundamentos de química*. 5a ed. México: Pearson Educación; 2009
10. Marmitt L, Betti J, Conceição E. Determinação de ácido cítrico e ph em diferentes cultivares de limão e marcas de sucos artificiais de limão em pó. *Destaques Acadêmicos, Lajeado*. 2016; 8(4): 245-252
11. Ley de promoción de la alimentación saludable para niños, niñas y adolescentes, y su Reglamento aprobado por Decreto Supremo N° 017-2017-SA. Ley N°30021.(El Peruano, 16/06/2018)
12. Murray R, Bhatia J. Snacks, Sweetened Beverages, Added Sugars, and Schools. *AAP*. 2015; 133 (3)

13. Guideline: Sugars intake for adults and children. Geneva: World Health Organization; 2015.
14. Zupanic N y col. Total and Free Sugar Content of Pre-Packaged Foods and Non-Alcoholic Beverages in Slovenia Nutrients. 2018; 10 (151): 3-16.
15. Da Silva J, Farias M, Silveira E, Schmitt B, De Araújo S. Mensuração da acidez de bebidas industrializadas não lácteas destinadas ao público infantil. Rev Odont UNESP. 2012; 41(2):76-80.
16. Fresno MC, Angel P, Arias R, Muñoz A. Acidity and erosive potential of energy drinks available in Chile. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral. 2014 Abr; 7(1): 5-7.
17. Almeida T, Soares C, Dos Santos J, Freire G, Cabral A, Leite A. Avaliação do potencial erosivo de bebidas à base de soja. Rev bras cienc saúde. 2010; 14(1): 109-114.
18. Da Silva J, Aquino, Da Silveira E. Mensuração da acidez de bebidas industrializadas não lácteas destinadas ao público infantil. Rev Odontol UNESP. 2012 Mar-Apr; 41(2): 76-80.
19. Leite A, Cabral A, Queiroga F y col. Avaliação *in vitro* do Potencial Erosivo de Bebidas Isotônicas. Rev Bras Med Esporte. 2010; 16 (6): 455 – 458.
20. Aquino M, Bernhardt s y col. Avaliação da Acidez de Diversas Marcas de Leite Fermentado Disponíveis Comercialmente. Pesq Bras Odontoped Clin Integr, João Pessoa. 2012; 12(4):451-55.
21. Yadav K, Prakash S. Dental Caries: A Review. Asian J Biomed Pharmaceut Sci: 2016; 6(53): 01-07
22. Elamin A, Garemo M y col. Dental caries and their association with socioeconomic characteristics, oral hygiene practices and eating habits among preschool children in Abu Dhabi, United Arab Emirates — the NOPLAS project. BMC Oral Health. 2018; 18:104
23. Villena R, Pachas F, Sánchez Y, Carrasco M. Prevalencia de caries de infancia temprana en niños menores de 6 años de edad, residentes en poblados urbano marginales de lima norte. Rev Estomatol Herediana. 2014; 11(2): 79-86.
24. Mantonanaki M, Koletsi-Kounari H, Mamai-Homata E, Papaioannou W. Dental erosion prevalence and associated risk indicators among preschool children in Athens, Greece. Clin Oral Invest. 2013; 17:585-93.

25. Ruilova C, León D, Tay Chu L. Potencial erosivo de jugos naturales, jugos industrializados y gaseosas: Revisión de Literatura. Rev. Estomatol Herediana. 2018 Ene; 28(1): 56-63.
26. Zhang S, Chau A, Lo E, Chu CH. Dental caries and erosion status of Hong Kong Children. BMC Public Health 2014; 14:1-7.
27. Holum J. Fundamentos de química general, orgánica y bioquímica. México. 2009.; 10(1): Editorial Limusa. México; 310- 312.
28. Enam F, Mursalat M, Guha U, Aich N y col. Dental erosion potential of beverages and bottled drinking water in Bangladesh. Int J Food Prop. 2017; 20(10): 2499-2510.
29. Aquino M, Bernhardt s y col. Avaliação da Acidez de Diversas Marcas de Leite Fermentado Disponíveis Comercialmente. Pesq Bras Odontoped Clin Integr, João Pessoa. 2012; 12(4):451-55.
30. Determinación de la acidez titulable en productos elaborados a partir de frutas y hortalizas. Norma mexicana. dirección general de normas. 1978. México. <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-102-S-1978.PDF>

ANEXOS



ANEXO 1

ENCUESTA

Edad (años y meses):

Sexo:

1. ¿Tomas alguna gaseosa?

- a) Si
- b) No



Si la respuesta fuera Si, indicar cuál _____

2. ¿Tomas algún jugo de fruta envasado?

- a) Si
- b) No



Si la respuesta fuera Si, indicar cuál y de que sabor _____

3. ¿Tomas alguna bebida deportiva?

- a) Si
- b) No



Si la respuesta fuera Si, indicar cuál y de qué sabor o color _____

4. ¿Tomas maltin power?

- a) Si
- b) No



5. ¿Tomas alguna bebida láctea con sabor?

- a) Si
- b) No



Si la respuesta fuera si, indicar cuál y de qué sabor _____

6. ¿Tomas algún jugo de fruta natural?

- c) Si
- d) No



Si la respuesta fuera Si, indicar cuál y de que sabor _____

7. ¿Qué sabor de bebidas prefieres? Si no encuentras tu sabor favorito en la lista, indica cuál en la línea inferior

- a) Durazno
- b) Manzana
- c) Piña

- d) Mango
- e) Naranja
- f) Limón

Otro sabor: _____

ANEXO 2

Comparación *in vitro* de pH de las bebidas consumidas por niños en etapa escolar

Bebida	Media	Mediana	D.E	Rango intercuartílico
Pulp durazno	3.60	3.60	0.02	0.04
Watts naranja	3.05	3.05	0.01	0.02
Frugos manzana	3.49	3.50	0.01	0.03
Gloria mango	3.56	3.57	0.01	0.01
Pepsi	2.49	2.48	0.03	0.02
Inca kola	3.00	3.00	0.02	0.04
Sprite	3.36	3.36	0.03	0.04
Fanta	3.00	2.97	0.04	0.07
Leche chocolatada	6.88	6.92	0.12	0.06
Yogurt laive (vainilla)	4.46	4.46	0.02	0.02
Yogurt laive (fresa)	4.36	4.37	0.02	0.02
Milo	6.55	6.60	0.09	0.09
Gatorade (mandarina)	3.29	3.29	0.01	0.03
Maltin power	4.25	4.26	0.02	0.05
Powerade (fresa)	3.46	3.47	0.01	0.03
Agua	6.99	7.00	0.01	0.01

*Prueba de Kruskal Wallis

ANEXO 3

Comparación *in vitro* de la cantidad de azúcar de las bebidas consumidas por niños en etapa escolar

Bebida	Media (g/100ml)	Mediana	D.E	Rango intercuartílico
Pulp durazno	10.31	10.60	0.52	1.00
Watts naranja	9.82	9.90	0.25	0.30
Frugos manzana	10.87	10.90	0.30	0.20
Gloria mango	12.48	12.60	0.30	0.10
Pepsi	10.52	10.70	0.23	0.50
Inca kola	9.85	9.9	0.09	0.09
Sprite	3.35	3.36	0.04	0.05
Fanta	4.74	4.80	0.18	0.40
Leche chocolatada	14.50	14.80	0.82	0.69
Yogurt laive (vainilla)	14.78	14.40	0.66	0.90
Yogurt laive (fresa)	14.64	14.40	0.64	0
Milo	14	14	0.32	0.69
Gatorade (mandarina)	6.24	6.20	0.05	0.10
Maltin power	10.67	10.7	0.07	0
Powerade (fresa)	6.27	6.30	0.48	0.10
Agua	0	0	0	0

*Prueba de Kruskal Wallis

Nivel de significancia estadística, ($p < 0.05$)



Anexo 4

Ficha de recolección de datos

- Medición del pH

Bebida evaluada	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
Inca Kola								
Fanta								
Sprite								
Pepsi								
Pulp Durazno								
Jugos del Valle de manzana								
Pulp mango								
Pulp naranja								
Powerade fresa								
Waterade naranja								
Maltin power								
Leche chocolatada Laive								
Yogurt Laive fresa								
Yogurt Laive vainilla								
Milo								



Anexo 5

Ficha de recolección de datos

- Contenido total de azúcar (g/0.1L)

Bebida evaluada	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
Inca Kola								
Fanta								
Sprite								
Pepsi								
Pulp Durazno								
Jugos del Valle de manzana								
Pulp mango								
Pulp naranja								
Powerade fresa								
Powerade naranja								
Maltin power								
Leche chocolatada Laive								
Yogurt Laive fresa								
Yogurt Laive vainilla								
Milo								



Anexo 6

Ficha de recolección de datos

- **Acidez titulable (g/ml)**

Bebida evaluada	g/ml
Inca Kola	
Fanta	
Sprite	
Pepsi	
Pulp Durazno	
Frugos del Valle de manzana	
Pulp mango	
Pulp naranja	
Powerade fresa	
Gatorade naranja	
Maltin power	
Leche chocolatada Laive	
Yogurt Laive fresa	
Yogurt Laive vainilla	
Milo	