



FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD
ESCUELA DE ESTOMATOLOGIA

**“EFECTO EROSIVO DE TRES TIPOS DE BEBIDAS
INDUSTRIALIZADAS, GASIFICADAS, JUGOS ARTIFICIALES
Y BEBIDAS DEPORTIVAS, SOBRE EL ESMALTE DENTAL
DECIDUO”**

Tesis para optar para el título profesional de:

Cirujano Dentista

Bachiller: JESUS KIYOSHI HARAMURA GLAVE

Lima – Perú

2016



**A MIS PADRES, HERMANOS Y FAMILIARES CERCANOS:
POR SU INFINITO AMOR, SU
INMENSO APOYO Y SU GRAN EJEMPLO**

AGRADECIMIENTOS

- A la Esp. Úrsula Albites por su asesoría y ayuda en esta investigación.
- A la Universidad Nacional de Ingeniería por permitirme usar los equipos para la realización de este estudio.
- Al Dr. En Física Arturo Talledo, y A su Ingeniero Abraham Tapia por brindarme el apoyo en la parte experimental de esta investigación.
- A todas las personas, colegas y amigos que contribuyeron en la realización de este estudio.

ÍNDICE GENERAL		Pág.
I.	INTRODUCCIÓN	6
II.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
III.	MARCO TERICO	8
IV.	JUSTIFICACIÓN	20
V.	HIPOTESIS	21
VI.	OBJETIVOS	22
	6.1. OBJETIVO GENERAL	
	6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	
VII.	MATERIALES Y MÉTODO	23
	7. 1. TIPO DE ESTUDIO	
	7.2. POBLACIÓN Y MUESTRA	
	7.3. CRITERIOS DE SELECCIÓN	
	7.4. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZAC1ÓN DE VARIABLES	
VIII.	MÉTODO Y TÉCNICAS	27
	8.1. MÉTODO	
	8.2. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS	
	8.3. CONSIDERACIONES ÉTICAS	
	8.4. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	
IX.	RESULTADOS	32
X.	DISCUSIÓN	40
XI.	CONCLUSIONES	44
XII.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	45
XIII	GLOSARIO	49
XIV.	ANEXOS	50

ÍNDICE DE TABLAS:

1) TABLA 1	Resultados de microdureza inicial	33
2) TABLA 2	Resultados de microdureza final	35
3) TABLA 3	Diferencia de microdureza inicial y Final	37
4) TABLA 4	Tablas de comparaciones múltiples de Tukey y Anova	39

ÍNDICE DE GRÁFICOS:

1)	GRÁFICO 1	Resultados de microdureza inicial	34
2)	GRÁFICO 2	Resultados de microdureza final	36
3)	GRÁFICO 3	Diferencia de microdureza inicial y Final	38

ÍNDICE DE ANEXOS:

1) Gráfico de celdillas unitarias	50
2) Etapas de la Desmineralización y Remineralización	
3) Medida de Ph probando el pH metro Checker by Hanna	51
4) Vista del microscopio del microdurómetro	
5) Selección de muestra	52
6) Selección y análisis del Ph de las bebidas	53
7) Preparación de los especímenes	
8) Prueba Piloto	54
9) Medida de Microdureza Inicial	
10) Experimento de Erosión y medida de microdureza final	55
11) Solicitud para permiso del uso del laboratorio.	56

RESUMEN:

Objetivo: Comparar in vitro el efecto erosivo sobre el esmalte dental de bloques de piezas deciduas, producido por tres tipos de bebidas industrializadas.

Material y método: El pH de las bebidas gasificadas, jugos artificiales e isotónicas fueron medidos donde se obtuvieron pH 3.77, 3.88, 4.13 respectivamente. Se obtuvieron 32 muestras en total, dividiéndolas en cuatro grupos (las 3 bebidas y un grupo control) de 8 muestras cada uno almacenados en recipientes rotulados con suero fisiológico en su interior, fueron evaluados utilizando el indicador de microdureza de Vickers, con una carga ajustada a 100 gf durante 15 segundos en la microdureza inicial y donde se encontró un valor similar de dureza todos los grupos de 321.00 kg/mm², luego se les aplicó a cada grupo las bebidas correspondientes por 10 minutos cada día por 5 días con intervalos de 24 horas y finalmente se midió la microdureza final en Vickers, con los mismos ajustes que la inicial.

Resultados: La mayor diferencia se encontró entre el grupo Bebida Gasificada y el Grupo Control con un valor de 168,75 kg/mm², la menor diferencia se encontró entre el grupo de Bebida Gasificada y el Grupo Jugos Artificiales, con un valor de 19.00 kg/mm², la diferencia entre el grupo Bebida Gasificada y el grupo Bebida Isotónica fue de 54,63 kg/mm².

Conclusiones: La bebida gasificada tuvo el mayor efecto erosivo entre todas las demás pero con mínima diferencia respecto al efecto erosivo del jugo artificial empleado y la bebida isotónica produjo el menor efecto erosivo de los 3 grupos a prueba.

PALABRAS CLAVE: PH, EROSIÓN, MICRODUREZA, BEBIDAS.

ABSTRACT:

Objective: The purpose of this in vitro study was to assess the erosive effect over deciduous tooth enamel surface produced by three industrialized erosive beverages.

Materials and Methods: The pH of the carbonated beverages, artificial and isotonic juices were measured and the pH respectively resulted 3.77, 3.88, 4.13. Thirty two specimens were divided into four groups of 8 specimens each group (Three beverages and a control group). The containers were rotulated and filled with saline solution, Vickers microhardness method was used to determine the erosive effect on this specimens, during the initial microhardness phase it was applied an adjusted pressure of 100 fg during 15 seconds, a similar hardness value in all groups of 321 kg / mm² was found; the specimens were submerged in the beverages for 10 minutes every day during 5 days with 24 hours intervals and finally the final Vickers microhardness was measured with the same parameters as the original.

Results: The highest difference was found between carbonated beverage group and the control group with a value of 168.75 kg / mm², the lowest difference was found between the carbonated beverage group and the Artificial Juice Group, with a value of 19.01 kg / mm², the difference between carbonated beverage group and Isotonic beverage group was 54.63 kg / mm².

Conclusions: Carbonated beverage group had the highest erosive effect among all other beverages perhaps there was a minimal difference between this and the erosive effect of the artificial juice beverage. The isotonic beverage group produced the lowest erosive effect of the three test groups.

KEY WORDS: PH, EROSION, MICROHARDNESS, DRINKS, BEVERAGES

I. INTRODUCCIÓN

Según estudios se ha observado en los últimos años un cambio de dieta en los jóvenes el cual incluye el consumo de jugos artificiales, bebidas gasificadas y deportivas en un gran porcentaje a tal punto que algunos han reemplazado casi totalmente el consumo de agua por estas bebidas; lo que hace necesario el estudio y la evaluación de estas nuevas bebidas para determinar la influencia que tienen sobre la salud dental.^{1, 2} La erosión dental es la pérdida de la sustancia dentaria por un proceso químico que no incluye la presencia de bacterias. Inicialmente, el esmalte se desmineraliza y se disuelve sin un reblandecimiento clínico detectable. La superficie del esmalte se vuelve blanda y presenta concavidades y escalones. La erosión oclusal causa cúspides redondeadas y concavidades que llegan hasta dentina lo mismo que espacios en las restauraciones que parecen elevarse sobre la superficie dental adyacente en los dientes afectados.^{3, 8} La erosión dental, puede ser causada por factores extrínsecos o intrínsecos. Los factores extrínsecos se relacionan con el consumo de comidas o bebidas ácidas o la exposición a contaminantes ácidos del ambiente.^{2, 4} La capacidad erosiva de las diferentes soluciones líquidas se correlaciona significativamente con la cantidad de sustancia requerida para bajar el pH ($\text{pH} < 7$), con su contenido de fosfato y fluoruros y con su pH.³ El propósito de este estudio experimental, in vitro, es evaluar el efecto desmineralizador de bebidas gasificadas, jugos artificiales, y bebidas deportivas sobre la superficie del esmalte dental en piezas dentarias deciduas.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La desmineralización del esmalte, es producida por diferentes factores, entre estos esta la dieta el cual es uno de los más importantes factores en la actualidad, y en los niños y jóvenes hay un incremento en el consumo de bebidas artificiales porque son más fáciles de adquirir, que los jugos de frutas naturales, y tienen una mejor aceptación comparado con el agua pura que es sin sabor. Los estudios revisados plantean que el consumo frecuente de bebidas ácidas conlleva a una destrucción del tejido dental conocido como erosión, porque el esmalte se expone a un pH ácido de 4.5 – 5.0 el cual esta hiposaturado respecto a la hidroxiapatita y fluorapatita, produciendo una lesión en la superficie del esmalte, por lo que es de suma importancia saber que bebidas son las más dañinas sobre el esmalte.

Con este trabajo sabremos qué bebidas son las que producen mayor daño en el esmalte dental deciduo, y así también los odontólogos, al saber de los efectos adversos de las bebidas reconocerán la posible presencia de lesiones erosivas en pacientes consumidores de estas bebidas industrializadas.

Entonces el propósito de este estudio es evaluar la erosión dental en piezas deciduas producido por tres tipos de bebidas (gasificadas, jugos artificiales y bebidas deportivas) para ver el efecto que tiene en el esmalte dental, lo que nos lleva a plantearnos el siguiente problema: ¿Existe efecto erosivo sobre el esmalte dental de piezas deciduas producido por tres bebidas artificiales, y que tan erosivas pueden llegar a ser cada una de estas bebidas?

III. MARCO TEÓRICO

La literatura describe ampliamente las diferentes formas de procesos destructivos crónicos que afectan los dientes, además de la caries dental; produciendo una pérdida irreversible de la estructura dentaria, encontrándose entre ellos: la abrasión, atrición, abfracción, reabsorción y erosión. En los últimos años se ha observado un incremento significativo en la prevalencia de la erosión dental, sobretodo en la población de niños y adolescentes; entre los factores de riesgo para dicho incremento se encuentra la presencia de nuevos hábitos y estilos de vida; entre ellos la ingesta de bebidas artificiales.^{1,2}

Se ha observado que la mayoría de niños y pre adolescentes llevan una “lonchera” al colegio basada en carbohidratos y bebidas artificiales. Estas soluciones tienen una acción desmineralizante en los dientes durante tiempos de exposición prolongados.

3.1. El esmalte dental o tejido adamantino:

Es una cubierta de gran dureza, compuesta por Hidroxiapatita (mineral más duro del cuerpo humano y también presente, pero en menor densidad, en huesos) que recubre la corona de los órganos dentarios. Está en relación directa con el medio bucal por su superficie externa, y con la dentina subyacente por su superficie interna. En el cuello tiene relación inmediata o mediata con el cemento que recubre la raíz, siendo extremadamente delgado a este nivel y aumentando su espesor hacia las cúspides, donde alcanza su espesor máximo de 2 a 2,5 mm en piezas anteriores y hasta 2 - 3 mm en piezas posteriores.^{3, 4}

El esmalte es translucido de color blanco o gris azulado. El color de nuestros dientes está dado por la dentina, se trasluce a través del esmalte y está determinado genéticamente. Generalmente los dientes presentan un color amarillento, excepto en el borde incisal, donde predomina el color gris azulado propio del esmalte. Debido a que es una estructura cristalina, el esmalte es un tejido birrefringente porque desdobra el rayo de luz incidente a dos rayos perpendiculares.³

El esmalte está constituido químicamente por una matriz orgánica (1-2%), una matriz inorgánica (95%) y agua (3 – 5 %). El componente orgánico más importante es de naturaleza proteica, y constituye un complejo sistema de multiagregados polipeptídicos.

La matriz inorgánica está constituida por sales minerales cálcicas básicamente de fosfato. Dichas sales se depositan en la matriz de esmalte, dando origen rápidamente a un proceso de cristalización que transforma la masa mineral en cristales de hidroxiapatita, del cual el 37 % de su peso es calcio, 52% es fosfato, 18% es fósforo y 3% hidroxilo. Existen otros componentes minerales como los carbonatos y sulfatos, oligoelementos como potasio, magnesio, hierro, flúor, manganeso, cobre, plomo, zinc, los cuales son raramente distribuidos uniformemente a través del esmalte. En total, estos componentes menores comprenden aproximadamente el 3% de los cuales el sodio y el carbonato representan más de las 9/10 partes.⁴

Los cristales apatíticos están constituidos por la agregación de celdillas unitarias que son las unidades básicas de asociación iónica de las sales minerales en el seno del cristal. Estas celdillas unitarias que asociadas conforman el cristal poseen, en una síntesis muy esquemática, una configuración química y cristalográfica hexagonal, en cuyos vértices existen iones de calcio y en cuyo centro se localiza un ion OH. Existen también otro grupo de iones calcio dispuestos en la periferia del hidroxilo dentro del hexágono de calcio. Los iones fosfato se colocan entre los iones de calcio que ocupan los vértices del hexágono externo. En la periferia del cristal se localiza agua constituyendo la denominada capa de hidratación, o capa de agua absorbida. Por debajo y más hacia el interior, en el cristal, se ubica la denominada capa de iones y compuestos absorbidos, en la que el catión Ca^{2+} puede ser sustituido por Na^+ , Mg^{2+} , H_3O^+ , y el anión OH por F, Cl, etc.⁴ (Anexo 1 – Figura 1)

Los cristales de hidroxiapatita del esmalte se hallan densamente empaquetados miden aproximadamente 0.03, 0.04 a 2 μm y son de mayor tamaño que el de los otros tejidos mineralizados. Estos están dispuestos de manera ordenada formando prismas y espacios interprismáticos. Cada cristal está separado de su vecino por un tenue espacio intercrystalino, estos espacios están llenos de agua y material orgánico, juntos forman una red de vías de difusión potencial, las cuales son a menudo referidas como microporos o simplemente poros del esmalte. Si se extrae mineral por la disolución, los cristales individuales disminuyen; esto origina un agrandamiento de los espacios intercrystalinos, lo cual puede ser observado como un aumento de porosidad del tejido. Estos cristales son susceptibles a la acción de los ácidos constituyendo esta característica el sustrato químico que da origen a las caries y la erosión dental.⁴

3.2. Propiedades físicas del Esmalte Deciduo:

En relación a la dureza se admite que la del esmalte de los dientes primarios es ligeramente inferior a la del esmalte de los dientes permanentes. En cuanto a la permeabilidad se acepta que ésta es mayor en el esmalte del diente primario que en el permanente debido, fundamentalmente, a su menor espesor. Esta particularidad se aprovecha para incorporar, mediante topicaciones, el ión flúor al cristal de hidroxiapatita, dando lugar a la fluorapatita que vuelve más resistente el esmalte a la acción de los ácidos generados por los microorganismos de la caries. La incorporación de flúor produce cambios favorables en los cristales del esmalte: los hace más pequeños, menos solubles a los ácidos y aumenta su velocidad de remineralización. Mientras que en los dientes permanentes las sales minerales representan hasta el 92% del volumen dental, en los dientes temporales solo constituyen el 86-88%.

El volumen poroso es del 0,1 al 0,2 % en los dientes permanente y del 1 al 5 % en los molares temporales. Como consecuencia de este menor contenido en minerales y del elevado volumen poroso, es de suponer que el esmalte de los dientes temporales contiene más materia orgánica que el de los dientes permanentes.^{6,7}

El esmalte presenta una dureza que corresponde a cinco en la escala de Mohs (es una escala de uno a diez que determina la dureza de ciertas sustancias) y equivale a la apatita. Una dureza Vickers de 330.29 Hv (DE = 39,61) kg/mm². La dureza adamantina decrece desde la superficie libre a la conexión amelodentinaria o sea que está en relación directa con el grado de mineralización. La dureza del esmalte se debe a que posee un porcentaje muy elevado (95%) de matriz inorgánica y muy bajo (1-2%) de matriz orgánica.⁶

El esmalte de los dientes deciduos por tener menos espesor, más poroso, y presentar mayor matriz orgánica en su constitución, en comparación con las características de los dientes permanentes, se presenta más permeable y menos resistente, por lo que es más susceptible a procesos patológicos. La importancia del estudio de la dureza de este tejido se encuentra en que este análisis permite evaluar las pérdidas y las ganancias de los minerales-remineralización de los fenómenos y, por consiguiente, el desarrollo de caries.^{6,7}

3.2.1 Desmineralización

En un medio neutro, el componente mineral del esmalte, la hidroxiapatita $[Ca^{+2}(PO_4)^{6-}(OH)^2]$, se encuentra en equilibrio con el entorno acuoso local, que está saturado de iones $[Ca^{+2}$ ó $(PO_4)^{-3}]$. Pero cuando se llega a un pH de 5,5 (pH crítico para la hidroxiapatita), se inicia un proceso de disolución química del esmalte. En su nivel más simple, la disolución química del esmalte debe incluir la difusión de los reactantes (ácidos) hacia el sitio de la reacción (esmalte dental), seguida por la reacción (disolución) y por la difusión de los productos de la reacción, lejos del sitio en que se formaron.⁵

La disolución del esmalte dental por el ácido, se produce como consecuencia de la reacción entre el ion hidrógeno (H⁺) y los materiales inorgánicos del esmalte dental, que son, primordialmente, hidroxiapatita.

Una de las primeras descripciones cuantitativas del proceso fue hecha en 1962. Se preparó bloques de esmalte de incisivos humanos, los cuales fueron colocados en soluciones amortiguadoras de ácido láctico. Las velocidades iniciales de solubilidad se determinaron midiendo la concentración de los iones de calcio y fosfato en la solución y expresándola como gramos de esmalte disuelto/cm² de área.⁵

Figura 1. Etapas de la Desmineralización dental:

1. Aporte de ácidos (H⁺),
2. Neutralización parcial de los ácidos por los iones salivales.
3. Disolución de las apatitas por los H⁺ no neutralizados por la saliva.

(Anexo 2 - Figura 1)

3.2.2 Remineralización

Aunque se ha indicado que las lesiones erosivas pueden ser remineralizadas gracias al papel de la saliva, no queda excluida la posibilidad de una pérdida irreversible de estructura dentaria.⁵

Los cristales de hidroxiapatita son susceptibles a la acción de los ácidos, constituyendo el sustrato químico que da origen a la caries y erosión dental. Frente a una noxa, el esmalte reacciona con pérdida de sustancia y es incapaz de repararse; es decir, no se reconstruye, aunque puede haber remineralización.⁵

Es posible invertir el proceso de la desmineralización, si el pH es neutro y existen suficientes iones Ca^{+2} y $(\text{PO}_4)^{-3}$ en el entorno inmediato. Los productos de la disolución de la apatita pueden alcanzar la neutralidad mediante el tamponamiento o los iones Ca^{+2} y $(\text{PO}_4)^{-3}$ de la saliva, los cuales pueden inhibir el proceso de disolución mediante el efecto del ion común. Esto permite reconstruir los cristales de apatita parcialmente disueltos; es lo que se conoce como remineralización. Es posible potenciar considerablemente esta interacción mediante la presencia de iones fluoruro en el lugar de la reacción.⁵ (Anexo 2 – Figura 2)

3.3. La erosión acida:

También conocida como erosión dental es el estado irreversible de pérdida de la estructura dental asociado a la disolución química por soluciones ácidas. La erosión dental es una de las patologías crónicas de mayor frecuencia en niños entre 5 y 17 años, a pesar de su relativa reciente presencia, ha sido reconocida como un problema de salud dental.^{3 8}

La erosión está fuertemente relacionada con el consumo de comidas y bebidas ácidas. Los ácidos desmineralizan y reblandecen la superficie dental haciéndola más susceptible a la abrasión, en particular al cepillado, con o sin dentífrico.⁸

En sus etapas iniciales se considera que el desgaste dental no es dañino. Sin embargo, a medida que progresa puede generar hipersensibilidad dentinaria, pérdida de la forma y color del diente y requerir una compleja intervención de reconstrucción. A pesar de ello, no es considerando las consecuencias del desgaste dental y de las medidas que pueden tomarse para proteger los dientes de este lento e insidioso proceso.^{8 - 11}

Los ácidos responsables de la erosión no son productos de la flora intraoral sino provienen de fuentes intrínsecas y extrínsecas, llamados también factores.

3.3.1 Factores intrínsecos:

Son ácidos que proceden del interior del organismo, específicamente de los jugos gástricos, que llegan a la boca en forma de vómitos, regurgitación gástrica y reflujo gastroesofágico.^{9 - 11} Puesto que la manifestación clínica de la erosión dental no ocurre hasta que el ácido gástrico ha actuado sobre el tejido duro dental regularmente por un periodo de varios años, la erosión dental causada por factores intrínsecos ha sido observada solo en aquellas enfermedades las cuales están asociadas con vómitos crónicos o reflujo gastroesofágico persistente por un largo periodo de tiempo. Ejemplos de tales condiciones incluyen desórdenes del tracto digestivo superior, específicamente desórdenes endocrinos y metabólicos, casos de efectos secundarios de algunos medicamentos, abuso de drogas, y desórdenes psicossomáticos como vómito psicossomático inducido por estrés, anorexia y bulimia nerviosa.^{3, 4, 11}

3.3.2 Factores extrínsecos:

Son ácidos que proceden del exterior del organismo. Entre ellos tenemos:

-Ácidos industrializados: En las zonas muy contaminadas, los ácidos industriales (como los ácidos clorhídrico, nítrico y sulfúrico) pueden viajar por el aire en forma gaseosa y desmineralizar todas las superficies dentarias, sobre todo, las superficies vestibulares de los dientes anteriores, especialmente en respiradores bucales. Generalmente, este tipo de erosión se observa en obreros que manipulan los ácidos cotidianamente durante su fabricación o en industrias químicas.^{3 - 5, 9}

-Fármacos ácidos. (Ácido clorhídrico, ácido acetilsalicílico, ácido ascórbico, salivas artificiales y estimulantes salivales, sistemas de blanqueamiento dental, algunos enjuagues bucales como la hexetidina (antiséptico bucal), etc.)^{9 - 11}

-Alimentos y bebidas ácidas. Existen diferentes bebidas y alimentos ácidos cuya ingestión frecuente puede causar problemas. Los ácidos orgánicos, especialmente el cítrico proveniente del limón, o el ácido acético, ingeridos en cantidades anormales, producen, aunque con menos intensidad y más lentamente, una erosión paulatina de los dientes. Por ejemplo, los refrescos de cola de pH bajo (incluidas las colas dietéticas), los cordiales y los zumos de frutas pueden producir erosión.^{9, 10, 11}

3.3.3 Características clínicas:

La apariencia suave, sedosa y brillante, a veces color mate en la superficie del esmalte, con la ausencia de periquimatías y del esmalte intacto a lo largo del margen gingival, son signos típicos de erosión dental en esmalte.^{10,11}

Cuando se produce la erosión, la desmineralización inicial está caracterizada por una superficie reblandecida con disolución de prismas periféricos sin formación de lesión subsuperficial. En este caso la microdureza superficial es suficientemente sensitiva para lesiones superficiales ya que puede detectar estados tempranos de desmineralización.⁶

3.4. Bebidas Artificiales:

Son comidas que se distinguen de las otras por dos principales características: primero, son líquidos o son consumidos en estado líquido, y segundo, son generalmente usados para satisfacer la sed.^{3, 4, 12}

Durante años, la Asociación Dental Americana (ADA), ha recomendado que los niños y los adultos limiten el consumo de alimentos y bebidas entre comidas ya que, de acuerdo con los estudios publicados, hay una asociación positiva entre el alto consumo de refrescos con azúcar y el riesgo de desarrollar caries dentales. Además, se ha observado que la exposición prolongada a los ácidos de algunos alimentos puede generar un daño permanente a los dientes al producir la condición de erosión.^{3, 12}

El efecto erosivo de una bebida depende no solo de su potencial erosivo, sino de las características individuales del paciente: capacidad buffer y rango flujo salival, al igual que la formación de la película adquirida. La mayoría de las bebidas contienen uno o más acidulantes, los más comunes son ácido fosfórico y ácido cítrico, pero también pueden presentar ácido málico, tartárico, entre otros.^{4,8, 12}

Los mayores grupos de bebidas, las cuales comparten estas características son las bebidas carbonatadas no alcohólicas comúnmente conocidas como soda o bebidas gaseosas y las bebidas suaves, tales como refrescos de fruta o jugos de fruta. Todas las bebidas antes mencionadas tienen una característica adicional en común que es la relativa carencia de valor nutritivo.^{3, 4, 8, 12}

La principal causa del efecto corrosivo en estas bebidas, se debe a las propiedades quelantes del ion citrato sobre el calcio, y aunque el dióxido de carbono también produce corrosión es mínima en comparación ya que el efecto del ácido cítrico continúa aun después de que aumenta el pH de la superficie del diente. El potencial corrosivo de estas bebidas no sólo deviene del pH, sino también de la capacidad buffer y la frecuencia de consumo.⁷

El retener un líquido en la boca antes de tragar el sorbo aumenta el tiempo de contacto entre la sustancia y los dientes, por lo tanto aumenta el riesgo de erosión. Además, consumir las bebidas ácidas directamente de la botella, podría

umentar el tiempo de contacto con ácido y, por tanto, incrementar el ataque erosivo.⁷

Por otro lado, la frecuencia con que se tomen estas bebidas influye en la erosión dental, es decir cuantas más veces entren en contacto los dientes con los ácidos más erosión ocasionan debido a que los primeros minutos que hacen contacto los ácidos y el esmalte resultan más nocivos.⁷

Aunque las bebidas carbonatadas se citan a menudo en la literatura como causa de la descalcificación de los dientes, los resultados de sus efectos corrosivos se han añadido a los ácidos cítricos y fosfóricos.⁷

3.4.1 El pH

Está definido como la concentración de iones hidrógeno en una sustancia. En el índice, el número es utilizado para expresar el grado de acidez, alcalinidad o neutralidad de una solución. Cuanta más alta es la concentración de H⁺ más bajo es el valor de pH. El valor del pH del agua pura es de 7, lo que se considera neutro. Los valores de pH de 0-7 indican acidez, mientras que los valores de pH de 7-14 indican alcalinidad.

El pH de un alimento es uno de los principales factores que determinan la supervivencia y el crecimiento de los microorganismos durante el procesado, almacenaje y la distribución. Así por ejemplo, los microorganismos se ven afectados por el nivel de iones H⁺ libres, los iones H⁺ metabolizan dentro de la célula bacteriana, acidificando el interior de la célula hasta alcanzar niveles inhibitorios.¹²

3.4.2 Bebidas Carbonatadas:

Pueden ser definidas como aquellas bebidas que son generalmente endulzadas, saborizadas, acidificadas y cargadas con dióxido de carbono (CO₂). Este nombre fue derivado del método original de cargar el agua con dióxido de carbono preparado de bicarbonato de sodio o carbonato de sodio.^{8, 12}

La acidez es un importante factor, el valor del pH influye sobre los conservantes, los cuales tienen mayor actividad a bajos valores de pH, por ejemplo el ácido benzoico y benzoatos cuya máxima actividad se da a valores de pH inferiores a 3.^{8, 12}

3.4.3 Jugos Artificiales

Los jugos artificiales son bebidas con sabor a fruta, que a pesar de no tener el bicarbonato de sodio de las gaseosas, presentan benzoatos en su composición obteniendo también valores ácidos en su composición, su Ph es aproximadamente de 2.96.

Composición Química : Agua tratada purificada, Azúcar, Sabor Citrus, Colorante (Amarillo 6 y 5), Vitamina A (Retinol), Vitamina C (Acido ascórbico) Vitamina B6 (Piridoxina) Vitamina B12, Sorbato de Potasio, Bensoato de Sodio, Tartrazin.¹²

3.4.4 Bebidas hidratantes (isotónicas)

Son bebidas que fueron creadas para reponer agua y electrolitos, actualmente se consumen de manera habitual, lo cual tiende como consecuencia a producir hipersensibilidad dental y caries dental. El pH de estas bebidas es bajo, pues oscila entre los 2,82 y 3.41, por lo tanto son consideradas bebidas que afectan a la mineralización del esmalte dental.¹² (Anexo 3)

El medio ácido que producen estas bebidas hacen que el PH decaiga, este medio libera gran cantidad de H⁺. Por la acción de estos ácidos, el pH desciende por debajo de 5,5 (pH crítico), en zonas limitadas de la superficie del esmalte y se inicia la descalcificación.

Todos los tejidos contienen minerales, tejidos blandos y duros, cuya diferencia está en cantidad y clase de minerales, y disposición espacial.¹² En los tejidos duros como el esmalte es mayor de 98%. Forma modelos cristalinos que se caracterizan en apatita. Hidroxiapatita $[Ca^{+2}]_{10}[PO_4^{-3}]_6 [OH]_2$.^{8,12}

Las altas concentraciones de iones H⁺ provocan la solubilización de la hidroxiapatita y la desmineralización sin posibilidad a Remineralización, porque la formación y disolución de cada sólido cristalino depende del equilibrio de dos fuerzas; en el caso de la Hidroxiapatita, tal equilibrio se da cuando la concentración de iones, Calcio, Fosfato e Hidroxilo en el líquido circulante es igual a la cantidad de iones Hidroxilo que se encuentra en el medio oral. La actividad iónica en Equilibrio (cuando no se reforma ni se disuelve Hidroxiapatita) es un constante resultado de las concentraciones de Calcio, Fosfato y OH que se representa en el Kps (producto de solubilidad).

En la condición de neutralidad, las especies iónicas predominantes en la solución son los fosfatos primarios y secundarios. La forma terciaria sólo existe en cantidades muy reducidas. A un pH de 7,16 el 50% será H₂ PO₄ y el 50% H PO₄⁻².

El hecho de que los cristales del hueso y el diente se compongan de fosfatos terciarios (HPO⁻³) indica una gran afinidad del Calcio por ese ión.¹² A medida que consume el fosfato terciario en la formación de Hidroxiapatita, los niveles se recuperan por disociación del fosfato secundario.

En soluciones de bajo pH casi todos los fosfatos se encuentran en la forma de ácido fosfórico debido a la alta concentración de protones. Por tanto, en condiciones de bajos valores de pH, las concentraciones del fosfato secundario en la solución son muy bajas. A un pH de 2,16 solo 50 % del total de fosfato es H_2PO_4 (fosfato primario), especie química precursora del HPO_4^{2-} (fosfato secundario).^{8, 12}

Con esto queda claro por qué en bajos valores de pH los niveles de iones HPO_4^{3-} en solución son casi cero, falta un factor del producto iónico HPO_4^{3-} , y como la concentración de OH^- es muy reducida, el bajo pH causa disolución de la Hidroxiapatita.¹²

3.5 Dureza Vickers:

En la prueba Vickers se utiliza un diamante en forma de pirámide de base cuadrada. El ángulo entre las caras de la pirámide es de 136° . Para calcular el número de dureza Vickers se divide la carga por la superficie de la indentación. Las longitudes de las diagonales se calculan y promedian. Estos valores se trasladan a una tabla donde se obtiene el número de dureza. Esta prueba se presta para determinar la dureza de materiales bastante frágiles, por eso se utiliza para medir la dureza de la estructura dentaria.^{4, 13}(Anexo 4)

3.5.1 Fórmula para la obtención de dureza Vickers:

$$HV = \frac{2P \sin \alpha / 2}{d^2} = 1.854 \frac{P}{d^2}$$

Dónde:

HV: Dureza Vickers

P: Carga (kgf)

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

α : Ángulo entre las caras opuestas en el vértice de la pirámide del indentador de diamante.

3.6 Antecedentes:

Mccay y Will, ¹⁴ (1949), observaron que el colocar dientes en 50 ml de bebida carbonatada de cola o solución de sacarosa y ácido fosfórico con una concentración similar a la de la bebida de cola, desmineralizaba los dientes durante tiempo de exposición que iban desde 3 hasta 336 horas.

Larsen y Bruun. ¹⁵, (1988), Mediante un estudio in vitro demostraron que cuando el esmalte es expuesto a una solución acuosa inorgánica con un pH de cuatro a cinco, insaturada en relación a hidroxiapatita y fluorapatita, la superficie del esmalte es alterada, formando una lesión macro y microscópicamente semejante a la erosión que se desarrolla en la cavidad bucal. Esta situación puede ocurrir clínicamente cuando los niveles de pH salival son inferiores a 4,5 por medio del consumo de frutas o bebidas ácidas.

Grobler et al.¹⁶ (1989), evaluaron el potencial erosivo de diferentes frutas determinando la cantidad de calcio que liberaba el esmalte luego de exposiciones repetidas por periodos de 40 minutos a 120ul de suspensión de jugo de frutas centrifugado. La erosión inicial más alta (en los 10 primeros minutos) la produjo el albaricoque que tenía mayor acidez. La uva y guayaba produjeron valores intermedios, mientras que la manzana y naranja produjeron valores intermedios, mientras que la manzana y naranja tuvieron los valores más bajos de erosión. Después de esta fase inicial la erosión decreció excepto la producida por la uva. En un estudio paralelo Grobler (1990), evaluó jugos de frutas y bebidas carbonatadas usando un método similar, el jugo de naranja y las bebidas de la cola causaron la mayor desmineralización durante los primeros periodos de tiempo, seguidos por el jugo de manzana. La cola dietética causó la menor erosión; esto se atribuyó a la concentración de calcio de la cola dietética que es mayor del doble que el de las otras bebidas.

Meurman et. al.¹⁷ (1990) Evaluaron la disolución de la hidroxiapatita producida por trece bebidas para deportistas que contenían ácido cítrico y ácido málico. Dos bebidas deportivas experimentales con un pH más alto que el de los productos comercialmente disponibles también fueron probadas, una contenía ácido cítrico u el otro ácido málico. Estas bebidas produjeron menos disolución de calcio que las comercialmente disponibles. Una comparación adicional de las dos bebidas experimentales fue hecha usando esmalte de bovino como el sustrato a evaluar, el grado de erosión fue valorado por análisis perfilométrico de la superficie y la medida de la microdureza superficial. El ácido málico resultó ser ligeramente menos erosivo que el ácido cítrico contenido en las bebidas; sin embargo la conclusión de que el ácido málico es menos erosivo que el ácido cítrico no fue soportada por el análisis estadístico de los datos presentados en este artículo. En un estudio subsecuente, Meurman Y Frank 18(1991) observaron, basados en los cambios de la superficie del esmalte, que el ácido málico contenido en las bebidas deportivas (Ph 3,4), fue menos erosivo que el ácido cítrico contenido en dichas bebidas

(Ph: 2,8) o el ácido fosfórico contenido en las bebidas de cola (Ph: 2,6) después de 15 – 30 minutos de exposición. Sin embargo esto podría apuntar a que las diferencia de Ph entre las bebidas puede ser en gran parte responsable de los efectos experimentales.

Lussi et al.¹⁸, (1993) Evaluaron el potencial erosivo de diferentes bebidas después de exponer especímenes de esmalte por 20 minutos a 5 ml de cada una de ellas. Se encontró que la bebida carbonatada dietética de limón tuvo mayor capacidad erosiva en el esmalte y fue determinado por cambios en la microdureza superficial. El jugo de naranja, la bebida carbonatada de cola, la bebida para deportistas y el vino blanco también resultaron en cambios estadísticamente significativos de la microdureza superficial del esmalte.

Lussi, et al.¹⁹ (2000) Realizaron un estudio para comparar el potencial erosivo de diferentes bebidas en dientes primarios y permanentes. Los especímenes de esmalte fueron inmersos por tres minutos en las soluciones bajo estudio. La microdureza superficial fue medida antes y después de la exposición; siendo menor la microdureza superficial inicial en los dientes primarios. Tanto en dientes primarios como en permanentes, la bebida carbonatada produjo mayor disminución en la microdureza superficial, mientras que un yogurt demostró un incremento en la microdureza superficial en los dientes primarios. La comparación de la susceptibilidad a la erosión en este modelo in vitro demostró que los dientes primarios no fueron más susceptibles comparados con los dientes permanentes.

Mas et. al.⁴ (2002) evalúan el efecto erosivo de bebidas industrializadas sobre la superficie del esmalte encuentra valores iniciales de microdureza similares a nuestro estudio con un promedio de 344,48 Kg/mm²; Al cuantificar el efecto erosivo, encuentra que la bebida carbonatada produjo el mayor efecto con un valor de 210,64 Kg/mm².

Lupi-Pegurier²⁰ (2003) et al. Utilizan la bebida carbonatada Coca Cola® como control positivo en su estudio sobre la acción del vino tinto en la microdureza del esmalte. Luego de la inmersión de los especímenes encuentran diferencias significativas en el grupo control positivo, sin embargo el vino no tiene efecto en la microdureza superficial del esmalte. Se utilizó en este estudio el método de dureza Vickers, El agua destilada fue utilizada como control negativo y no hubo diferencia significativa en los valores de microdureza inicial y final de los especímenes, con un valor de 317,8 Kg/mm² y 324 Kg/mm² respectivamente. Con respecto al grupo control positivo se encontró que el efecto erosivo fue directamente proporcional al tiempo de exposición, con un valor inicial de 324 Kg/mm² y uno de 206,7 Kg/mm² a los 120 segundos.

Van Eygen et al.²¹ (2005) evalúan cuantitativamente el efecto erosivo a través de las diferencias en la microdureza del esmalte de incisivos permanentes a diferentes tiempos de inmersión en la bebida carbonatada Coca Cola®. Se usó la prueba Knoop, que fue programado con una carga de 50 gramos durante 30 segundos. Su muestra estuvo conformada por 60 especímenes, la distribución de estos fue de 4 grupos de prueba y un grupo control constituido de 12 especímenes cada uno.

Ehlen et. al. ²² (2009). En este estudio analizaron el efecto erosivo de esmalte y raíz dental en cinco tipos de bebidas: jugo natural de manzana al 100%, Coka, DietCoka, Gatorate y Red Bull y a su relación con el pH y acidez titulable de cada bebida. La metodología consistió en medir el pH de cada bebida, para luego ser sumergidas las muestras de esmalte y raíz dental durante 25 horas. Con respecto a la acidez se concluyó que todas las bebidas eran ácidas; y el que tuvo el mayor grado de acidez sobre fue la bebida Red Bull; y la bebida Gatorate tuvo un mayor efecto erosivo sobre el esmalte. Lo que se concluyó que las bebidas más populares en Estados Unidos pueden producir erosión dental.²³

Cavalcanti et al. ²³ (2010). En este estudio in vitro se evaluó el pH endógeno, la acidez valorable (AV) y sólidos solubles (SS) de nueve bebidas isotónicas a temperatura ambiente ($\pm 23^{\circ}\text{C}$) y después del enfriamiento ($\pm 9^{\circ}\text{C}$). Los promedios oscilaron entre pH 2,03 (Tangerine Gatorade ®) 2,93 (Marathon ® Lemon) y todos mostraron la bebida pH por debajo del valor crítico de 5,5. La acidez valorable media osciló entre 0,10 para Marathon ® limón y 0,32 para Gatorade®Tangerine mostró el valor más bajo de los sólidos solubles (6,33%) y Maratón Guaraná® de Acaí y mostró el valor más alto de los sólidos solubles (12,50%). Hubo diferencia estadísticamente significativas entre las temperaturas de pH (G3, G4, G5, G6 yG8) de sólidos solubles (G2, G3, G6 yG9) y acidez valorable (G2, G3 yG5). Las bebidas analizadas mostraron pH bajo endógeno, el mismo que puede ser considerado como potencialmente erosiva a los tejidos dentales si se consumen indebidamente y con alta frecuencia. Con respecto a la temperatura, se recomienda la ingestión de estas bebidas frías.²⁴

Sotol et al.²⁴ Determinaron el potencial erosivo de varias bebidas por medio de la determinación del pH y de su concentración de fosfatos y de fluoruros. Se analizaron gaseosas colas, gaseosas de naranja-lima-limón, gaseosas rojas, jugos de naranja, jugos de frutas, bebidas deportivas y bebidas con contenido de alcohol.

Las gaseosas de naranja-lima-limón y un jugo de naranja, registraron pH inferiores a 2,14. El contenido más alto de fosfato lo presentó el vino blanco (6,44 mmol/L). Las bebidas deportivas, bebidas de naranja, las cervezas, las gaseosas rojas, el vodka y el vino blanco, no registraron contenidos de fluoruros. El resto estuvieron por debajo de 0,23 partes por millón de fluoruros.

Concluyeron que de acuerdo al pH las bebidas con posible potencial erosivo serían las gaseosas colas, las gaseosas de naranja-lima-limón, una de las gaseosas rojas, los jugos de naranja, los jugos de fruta y una de las cervezas. Ninguna de las bebidas registró una cantidad suficiente de fluoruros para reducir su potencial erosivo. Sólo tres bebidas, la cerveza, un jugo de naranja y el vino blanco, tenían valores de fosfatos que podrían prevenir en algo la disolución del esmalte según la referencia científica considerada.²⁵

Saavedra.²⁵ (2013), donde se encontró que la bebida isotónica Gatorade fue el que produjo mayor desmineralización (248.7 kg/mm²), seguido por la Inca cola y por el jugo Pulp. Este resultado se debe atribuir al pH menor del Gatorade que fue de 3.61, mas acido que la Inca Kola.²⁶

IV. JUSTIFICACIÓN

La comercialización masiva de jugos artificiales en nuestro medio y el desconocimiento por parte de los consumidores de los efectos que tienen en la estructura dental constituyen gran preocupación, ya que, día a día este consumo se va incrementando.

Con este trabajo se sabrá si realmente estas bebidas producen pérdida de estructura dental y de ser afirmativo sabremos cuál de ellas la produce más. El trabajo tendrá importancia social porque al encontrar una asociación entre los jugos y la erosión dental, se podrá prevenir a la población sobre sus efectos. Al conocer esta relación, los odontólogos estarán preparados para saber cómo informar tanto a los padres como a los niños a los que atienden sobre las características de estas bebidas, las posibles consecuencias y mejorar la dieta diaria.

También tendrá importancia clínica porque los odontólogos, al saber de los efectos adversos de las bebidas reconocerán la posible presencia de lesiones erosivas en pacientes consumidores de estas bebidas industrializadas.

V. HIPÓTESIS

El consumo de bebidas artificiales gasificadas produce un efecto erosivo mayor en el esmalte dental de los bloques de las piezas dentarias deciduas frente a otros tipos de bebidas como son los jugos artificiales y bebidas isotónicas.

VI. OBJETIVOS

6.1 Objetivo general

Comparar in vitro el efecto erosivo sobre el esmalte dental de bloques de piezas deciduas, producido por tres tipos de bebidas industrializadas que incluyen bebidas gasificadas, jugos artificiales e isotónicas en Lima, Perú 2015.

6.2 Objetivos específicos

1. Evaluar el efecto erosivo producido por las bebidas gasificadas de alto consumo en niños, mediante la variación de la microdureza superficial del esmalte dentario.
2. Evaluar el efecto erosivo producido por las bebidas saborizadas de alto consumo en niños, mediante la variación de la microdureza superficial del esmalte dentario.
3. Evaluar el efecto erosivo producido por las bebidas isotónicas de alto consumo en niños, mediante la variación de la microdureza superficial del esmalte dentario.

VII. MATERIALES Y MÉTODO

7.1 Tipo de estudio

El estudio realizado fue de tipo experimental in vitro (ensayo de laboratorio).

7.2 Población y muestra

7.2.1 Población

El grupo de estudio fue conformado por 20 piezas deciduas extraídas por motivos de ortodoncia o exfoliadas naturalmente, completamente sanas, libres de caries, restauraciones y malformaciones de la estructura dentaria. Todas las piezas dentales para poder ser incluidas al estudio debieron de presentar una dureza superficial inicial similar. Una vez seleccionadas, las piezas dentales fueron cortadas en 2 bloques (1 por la cara palatina y otra por la cara vestibular de cada pieza dental), cada bloque fue asignado aleatoriamente a uno de los cuatro grupos de trabajo (3 grupos experimentales y un grupo control).

Grupo A: Bebida gasificada

Grupo B: Jugo artificial

Grupo C: Bebida deportiva

Grupo D (control): Suero fisiológico

7.2.2 Muestra

El tamaño de muestra fue calculado en base a la fórmula de tamaño muestral para comparar dos promedios (el promedio de erosión obtenido en el grupo d (suero fisiológico y el promedio de erosión de bebidas gasificadas.), con datos obtenidos de una prueba piloto consignando los siguientes criterios nivel de significancia 0.05. poder de la prueba 80%, promedio del grupo 1 (X_1): 327,36, promedio del grupo 2 (X_2): 152,89, desviación estándar del grupo 1 (S_1^2): 20,52, desviación estándar del grupo 2 (S_2^2): 13,65.

Fórmula:

$$N = \frac{(X_1 - X_2)^2}{(z_{1-\alpha/2} + z_{1-\beta})^2 * (s_1^2 + s_2^2)}$$

7.3 Crterios de seleccin

A) Crterios de inclusin:

- Bloque de esmalte superficial decidua que carezcan de grietas y lneas de fractura .
- Microdureza inicial similar

B) Crterios de exclusin:

- Piezas con malformaciones dentarias.
- Bloques de esmalte con grietas en su superficie.
- Bloques de esmalte de piezas permanentes.

7.4 Operacionalización de variables

Tabla de operalización de variables.

Variable	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valores
Ph	Medida de la acidez o alcalinidad de una solución. El pH es la concentración de iones hidronio presentes en determinadas sustancias	Cualitativa	Nominal	Acido (valores menores a 7) Básico (valores mayores a 7) Neutro (7)
Microdureza inicial del esmalte	Resistencia superficial inicial de una superficie a ser rayada	Cuantitativa	Razón	kg/mm ²
Microdureza final del esmalte	Resistencia superficial final de una superficie a ser rayada después de la exposición a la bebida	Cuantitativa	Razón	kg/mm ²
Bebida	Sustancia liquida que tiene saborizantes y preservantes, lista para ser comercializada	Cualitativo	Nominal	1.Bebida gasificada 2. Bebida Jugo artificial 3.Bebida deportiva 4. control

VIII. Método, técnica y procedimiento

8.1 Método:

El método de investigación fue una observación estructurada realizada a través de Pruebas de laboratorio.

8.2 Técnicas y procedimientos:

A) Preparación de la Muestra:

Las piezas deciduas luego de ser extraídas o conseguidas de manera natural, fueron lavadas con cepillo dental y agua destilada y almacenadas en solución fisiológica isotónica. (Anexo 5)

B) Selección de muestra:

Se eligieron 20 piezas dentarias, se volvió a lavarlas y se hicieron cortes a expensas de sus caras libres tratando de aprovechar las áreas más planas y cumplir el requisito de paralelismo entre la superficie a evaluar y la base del microdureómetro para evitar distorsión en las indentaciones al medir la microdureza superficial. Se realizó los cortes de los bloques con micromotor (Marca: Saeshin Forte 100) y disco de corte de metal + refrigeración con agua de una triple en una cubeta, obteniéndose 54 bloques de esmalte superficial de 2 mm de espesor por 3 mm de longitud. Estos fueron observados bajo un microscopio incorporado al microdurómetro (Marca: Wetzlar), eliminando aquellos que presentaron grietas y líneas de fractura, quedando 40 bloques que fueron almacenados en solución fisiología isotónica. (Anexo 5)

C) Selección y análisis de las bebidas artificiales:

Para el análisis químico, las bebidas artificiales se clasificaron de acuerdo a tipos: gasificadas, jugo artificial y bebidas isotónicas. Todas las bebidas fueron analizadas para determinar el pH de cada una con la ayuda del pHmetro (CG818 Schoot phmeter). (Anexo 6)

D) Preparación para los especímenes:

Se colocó acrílico de curado rápido (fase plástica) en moldes circunferenciales de 15 mm de diámetro por 3 mm de altura, introduciendo un

bloque de esmalte con el área superficial a evaluar en la parte superior, dando el paralelismo entre esta superficie libre y la base del molde con una platina de vidrio. Se usó un acrílico de color para poder diferenciarlo cuando cubra la superficie del esmalte a evaluar y retirarlo antes de completar su polimerización. Se utilizó el mismo procedimiento para preparar los 40 especímenes.

Los moldes de acrílico que se usaron para colocar las muestras fueron de 4 colores para diferenciarlas y agruparlas: los amarillos correspondieron al grupo de bebidas carbonatadas, los rosados al grupo de jugos artificiales, los morados al grupo de bebidas energéticas, y los transparentes al grupo de control. Estos cuatro fueron almacenados en solución fisiológica isotónica en 4 recipientes de vidrio hasta el día de la evaluación. (Anexo 7)

E) Prueba Piloto

Para poder verificar la metodología de la investigación se realizó una prueba piloto, y así también se capacitó al investigador en la elección de piezas dentarias, corte, preparación de muestras y aplicar las bebidas artificiales respectivas a cada color de muestra. (Anexo 7)

F) Medida de microdureza inicial:

Se realizó en el laboratorio de la facultad de ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería. Se utilizó el método de dureza vickers mediante un microdureómetro marca Eirs Leitz Wetzlar (Alemania 1990), programado para aplicar una carga de 100gf en un tiempo de 15 segundos las mediciones fueron realizadas por el investigador bajo la asesoría del Ing. Arturo Talledo y su ayudante Abraham Tapia.

Con el microscopio incorporado al microdureómetro se buscó un área regular de esmalte donde se realizó la indentación, se midió sus diagonales y se promediaron, este valor fue trasladado a una tabla (Tables for Knoop and Vickers Hardness Numbers) donde se obtuvo la medida de microdureza en kg/mm^2 .

Este procedimiento se realizó a los 40 especímenes, de los cuales se elegirán 32 (8 de cada color) que presenten valores entre 300 y 366 kg/mm^2 para conformar la muestra. Se realizó 5 indentaciones en distintas áreas del esmalte superficial de cada espécimen aplicando el mismo método, donde se obtuvo 50 valores de microdureza inicial para cada grupo. Los 32 especímenes fueron agrupados según su color como se dice anteriormente, cada uno fue codificado con el número del 1 al 10 en cada grupo y almacenados en solución fisiológica isotónica en los recipientes rotulados. (Anexo 8)

G) Medición del Ph de las bebidas artificiales:

El pH de la bebida carbonatada, isotónica, refrescante y control; se midió tres veces con un pH-metro (checker by HANNA) y se obtuvo el valor promedio (Anexo 6)

H) Experimento de erosión:

Los 8 especímenes restantes de cada grupo fueron secados y colocados en 4 recipientes rotulados semejantes a los que sirvieron para almacenarlos. En cada uno se vertió 100 ml de la bebida correspondiente inmediatamente después de abrir los envases, para el grupo control se utilizará solución fisiológica isotónica. Los especímenes fueron expuestos a la acción de las bebidas por 10 minutos a temperatura ambiente, luego utilizando una jeringa triple serán enjuagados a presión con agua destilada y almacenados en solución fisiológica isotónica, la cual se renovó cada día. Este procedimiento se realizó 1 vez al día por 5 días con intervalo de 24 horas entre cada evento. (Anexo 9)

I) Medida de la microdureza final:

Al cabo de 5 días se volvió a medir la microdureza superficial de las 40 muestras siguiendo el mismo método aplicado para la microdureza inicial. Se realizaron 5 indentaciones en cada espécimen obteniéndose 40 medidas de la microdureza final por cada grupo. (Anexo 10)

8.3 Consideraciones éticas

Se solicitó la aprobación de protocolo por la el comité de ética e investigación de la escuela Estomatología de la Universidad Científica del Sur.

8.4 Procesamiento y análisis de datos

El análisis estadístico de esta investigación fue realizado con ayuda del programas spss versión 22.0 (chicago III)

Este comenzó como análisis descriptivo para la variable erosión en cada uno de los grupos de estudios:

- a (bebidas gasificadas)
- b (jugos artificiales)
- c (bebidas isotónicas)
- d (grupo control)

Posteriormente se evaluó si los datos tienen distribución normal con la prueba de Shapiro Wilk, y como los datos presentaron normalidad se utilizó la prueba estadística de ANOVA y la prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

IX. RESULTADOS

- Los cuatro grupos presentan un valor similar en el procedimiento que se realizó con el microdurómetro en la fase de microdureza inicial. (TABLA 1, GRAFICO 1)
- Obtuvimos desmineralización del esmalte dental deciduo con la bebida Gasificada con un valor promedio de 150 kg/mm², luego por el grupo Jugos Artificiales con 169 kg/mm², y finalmente el grupo Bebidas Isotónicas con 204 kg/mm². En el grupo control no se produjo mayor efecto erosivo ya que el valor del esmalte fue de 318 kg/mm². (TABLA 2, GRAFICO 2)
- El efecto erosivo de cada bebida se valoró mediante la variación que experimentó la microdureza superficial en cada grupo, esta variación se obtuvo mediante la diferencia entre el valor promedio de la microdureza inicial y final. Donde encontramos que hay significancia en los 3 grupos de prueba excepto en el grupo control que presenta una significancia de 0,53, lo que indica que solo en ese grupo no hubo desmineralización. (TABLA 3, GRAFICO 3)
- En la prueba de TUKEY HSD comparaciones múltiples, se hizo una comparación del efecto erosivo entre los grupos, y determino que:
 - Existe diferencia significativa del efecto erosivo entre los cuatro grupos, ya que la significancia fue menor de 0,05 (0,000).
 - La mayor diferencia se encontró entre el grupo Bebida Gasificada y el Grupo Control con un valor de 168,75 kg/mm².
 - La menor diferencia se encontró entre el grupo de Bebida Gasificada y el Grupo Jugos Artificiales, con un valor de 19.01 kg/mm².
 - La diferencia entre el grupo Bebida Gasificada y el grupo Bebida fue de 54,63 kg/mm².
 - La diferencia entre el grupo Bebida Jugo Artificial y el grupo Bebida Isotónica fue de 38,62 kg/mm².
 - La diferencia del Grupo Bebida Jugo Artificial y el grupo Control fue de 149,75 kg/mm². (TABLA 4)

TABLA 1:

Tabla de resultados de microdureza inicial

Grupo	N	Microd.Inic(kg/mm ²)	Std.D	Varianza	Min.	Max.
A	8	319.00	8,28	68,64	307,92	330,32
B	8	322.00	13,04	170,27	304,02	342,43
C	8	321.00	11,83	139,97	304,76	338,87
D	8	320.00	13,92	193,78	306,37	348,45

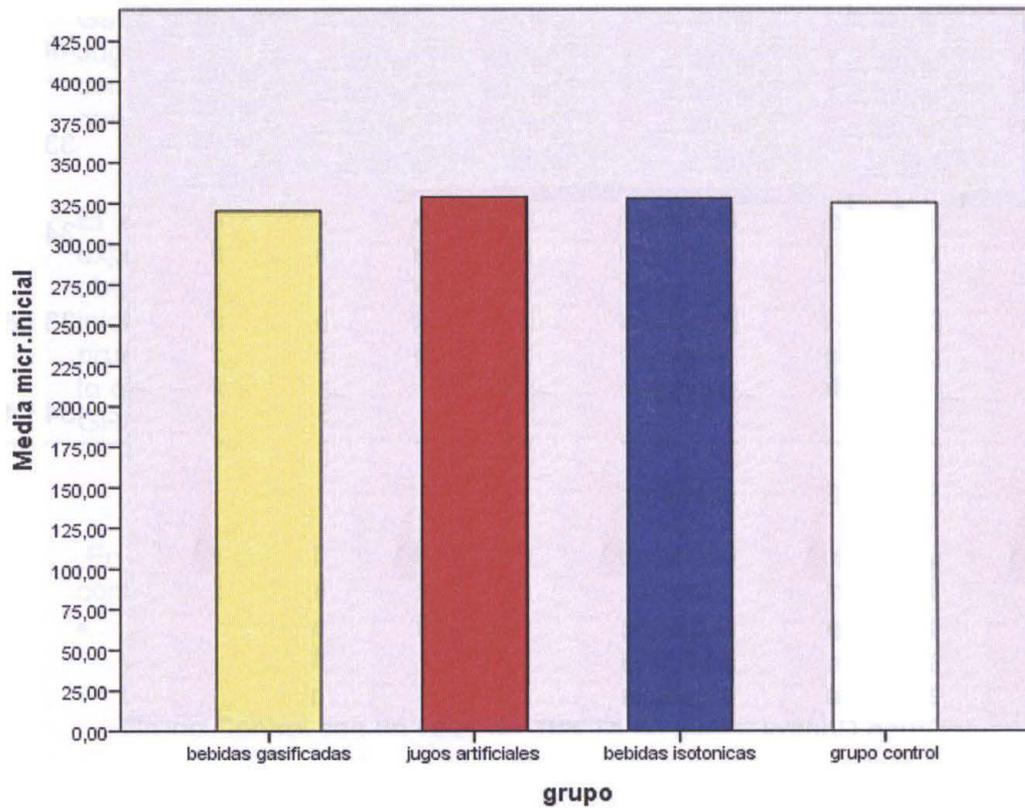
FUENTE: "Elaboración propia"

Leyenda:

- A: Grupo de bebidas gasificadas
- B: Grupo de jugos artificiales
- C: Grupo de bebidas Isotónicas
- D: Grupo Control

GRÁFICO 1:

Gráfico de resultados de microdureza inicial



FUENTE: "Elaboración propia"

Leyenda:

- **Amarillos:** Bebidas gasificadas
- **Rojos:** Jugos artificiales
- **Azules:** Bebidas isotónicas
- **Blancos:** Grupo control

TABLA 2:

Tabla de resultados de microdureza final

Grupo	N	Microd.Fin(kg/m ²)	Std.D	Varianza	Min	Max
A	8	150.00	11,17	124,88	137,96	166,52
B	8	169.00	7,56	57,29	159,25	184,32
C	8	204.00	10,27	105,67	187,27	216,81
D	8	318.00	14,17	200,95	304,87	348,15

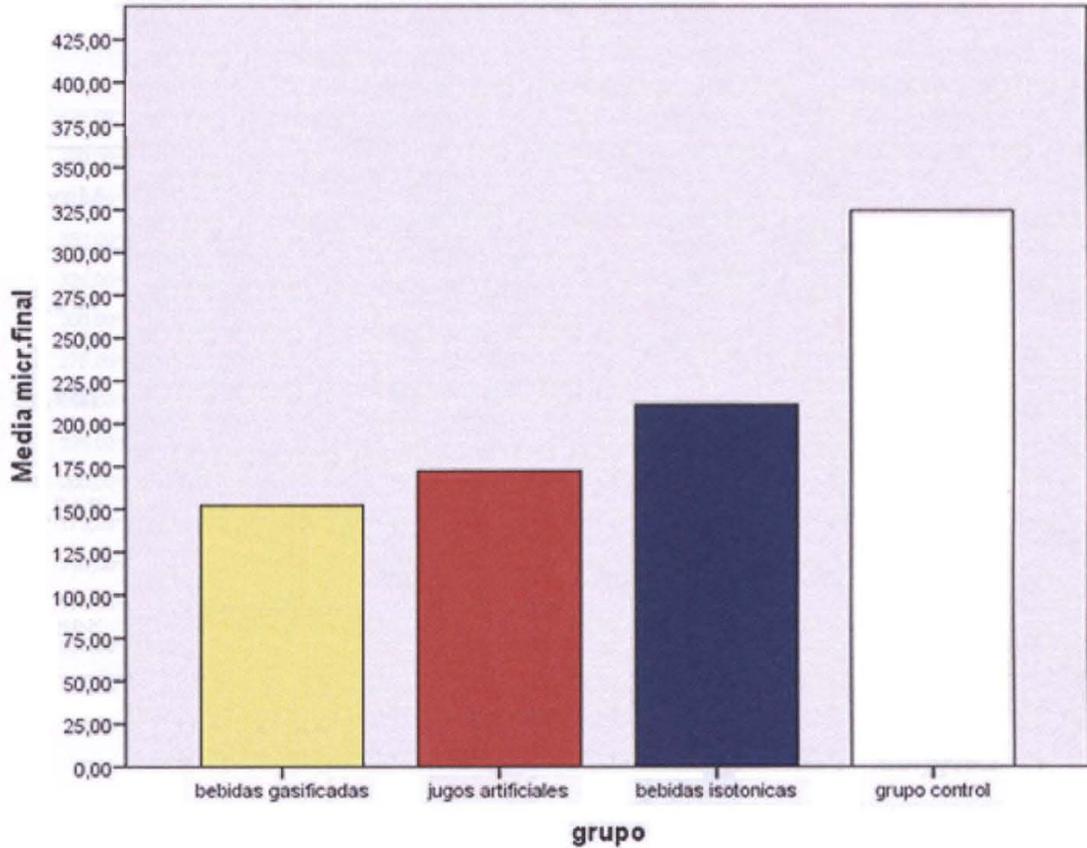
FUENTE: "Elaboración propia"

Leyenda:

- A: Grupo de bebidas gasificadas
- B: Grupo de jugos artificiales
- C: Grupo de bebidas Isotónicas
- D: Grupo Control

GRÁFICO 2:

Gráfico de resultados de la microdureza final



FUENTE: "Elaboración propia"

Leyenda:

- **Amarillos** : Bebidas gasificadas
- **Rojos** : Jugos artificiales
- **Azules** : Bebidas isotónicas
- **Blancos**: Grupo control

TABLA 3:

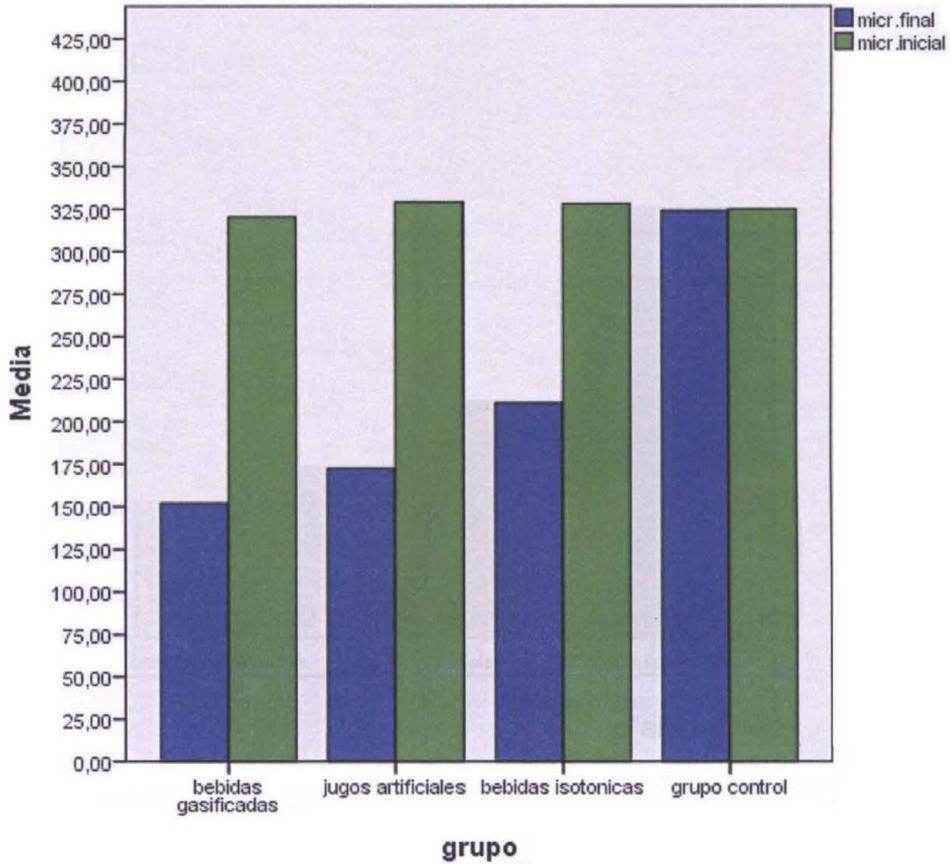
T - student: Tabla de análisis de diferencia de la microdureza inicial y final de los cuatro grupos.

Grupo	Sig.
Bebidas Gasificadas	0,001
Jugos Artificiales	0,001
Bebidas Isotónicas	0,001
Grupo Control	0,53

FUENTE: "Elaboración propia"

GRÁFICO 3:

Gráfico de diferencia de microdureza inicial y final



FUENTE: "Elaboración propia"

TABLA 4:

Tabla de comparaciones múltiples de TUKEY

Variable dependiente:

Microdureza final

(I) grupos		Diferencia de medias (I-J)	Sig.
1. Bebidas Gasificadas	Jugos Artificiales	-19,01	.009
	Bebidas Isotónicas	-54,63	.000
	Grupo Control	-168,75	.000
2. Jugos Artificiales	Bebidas Gasificadas	19,01	.009
	Bebidas Isotónicas	-35,62	.000
	Grupo Control	-149,74	.000
3. Bebidas Isotónicas	Bebidas Gasificadas	54,63	.000
	Jugos Artificiales	35,62	.000
	Grupo Control	-114,12	.000
4. Grupo Control	Bebidas Gasificadas	168,75	.000
	Jugos Artificiales	149,74	.000
	Bebidas Isotónicas	114,12	.000

ANOVA

Microdureza inicial y final

	Sig.
Entre grupos	.000
Dentro de grupos	
Total	

FUENTE: "Elaboración propia"

X. DISCUSIÓN:

Los hábitos dietéticos de la población se han ido modificando a lo largo de los años; de modo que la alimentación está siendo guiada por la comodidad y la forma de presentación de los productos con menor valor nutricional.

Esta actitud ha traído consecuencias en todo el cuerpo, incluyendo la cavidad oral, en el que se han visto más y más casos de erosión dental, un hecho demostrado por estudios epidemiológicos mostraron que, si bien la caries muestra una tendencia a la baja en algunas poblaciones, la erosión se revela cada vez más.

La erosión dental es la pérdida progresiva e irreversible del tejido duro dental por un proceso químico que no involucra la acción de bacterias. Las alteraciones en el contenido mineral del esmalte dental están directamente relacionadas a su microdureza; cuando se produce la erosión por exposición a bebidas industrializadas, la desmineralización inicial está caracterizada por una superficie reblandecida con disolución de prismas periféricos sin formación de lesión sub superficial. En este caso la microdureza superficial es suficientemente sensitiva para lesiones superficiales ya que puede detectar estados tempranos de desmineralización.

Es por eso que en este estudio se evaluó y determinó el efecto erosivo de tres bebidas industrializadas de mayor consumo en la ciudad de Lima sobre el esmalte dental deciduo a través de la evaluación de la microdureza Vickers, y su pH, porque este determina la estabilidad de la apatita, ya que los estudios han demostrado que un PH de la cavidad oral de 5.5 – 4.5 el cual esta hiposaturado con respecto a la fluorapatita y a la hidroxiapatita, la superficie queda grabada dejando una lesión con la misma apariencia macro y microscópica que la erosión dental.⁷

Se obtuvieron valores de microdureza Vickers sobre el esmalte dental humano después de exposición de la bebida carbonatada, isotónica, el jugo artificial y el control (Tabla 01, 02 y Gráfico 01, 02); donde se observó un efecto erosivo significativo de las tres primeras bebidas, menos la del control, ya que siendo suero fisiológico y teniendo un pH mucho mayor a las otras bebidas, no generó efecto erosivo significativo (Tabla 3, Grafico 3).

El pH de las bebidas consideradas en este estudio son de 3.77 para la bebida carbonatada, 3.88 para el jugo artificial y 4.13 (ANEXO: IMAGEN 3) para las bebidas isotónicas; en todos los casos estos valores se encuentran por debajo del Ph crítico para la Hidroxiapatita y Fluorapatita, por lo tanto son capaces de producir un efecto erosivo sobre el esmalte dentario.

En este estudio el efecto erosivo se determinó mediante la evaluación de la microdureza superficial del esmalte dentario deciduo. Se encontró que en todos los casos había disminución significativa en los valores de microdureza del esmalte luego de someterlo a la acción de las bebidas, ya que al producirse desmineralización la dureza adamantina decrece.

En este estudio se determinó que la bebida carbonatada con pH 3.77 produjo el mayor efecto erosivo, este resultado concuerda con estudio previos, sin embargo cabe recalcar que estos emplearon en su mayoría bebidas carbonatadas de cola diferentes a la empleada en esta investigación y que en su mayoría los anteriores estudios usan dientes permanentes.

Lussi, et al.¹⁹ al igual que en nuestro estudio realizaron un estudio para comparar el potencial erosivo de diferentes bebidas en dientes primarios, encontrando que la bebida carbonatada Sprite® produjo mayor variación en la microdureza superficial del esmalte, y determinaron que los especímenes expuestos a una bebida carbonatada de limón también presentan cambios estadísticamente significativos en la microdureza superficial.

Lupi-Pegurier et al.²⁰ Utilizan la bebida carbonatada Coca Cola® como control positivo en su estudio sobre la acción del vino tinto en la microdureza del esmalte. Luego de la inmersión de los especímenes encuentran diferencias significativas en el grupo control positivo, sin embargo el vino no tiene efecto en la microdureza superficial del esmalte. Se utilizó también en este estudio el método de dureza Vickers, pero a diferencia de nuestro estudio, ellos duplicaron la carga y el tiempo fue de cinco segundos menos. El agua destilada fue utilizada como control negativo y no hubo diferencia significativa en los valores de microdureza inicial y final de los especímenes, con un valor de 317,8 Kg/mm² y 324 Kg/mm² respectivamente.

Mas et al.⁴ También evaluó el efecto erosivo de bebidas industrializadas sobre la superficie del esmalte dental pero en dientes permanentes donde encontró valores iniciales de microdureza un poco mayores a nuestro estudio con un promedio de 344,48 Kg/mm²; los grupos de nuestras bebidas utilizadas en este estudio presentaron un promedio de microdureza de 321 Kg/mm². Al cuantificar el efecto erosivo, encontraron que la bebida carbonatada produjo el mayor efecto erosivo con un valor de 210,64 Kg/mm² de desmineralización, superior a los hallados en el nuestro, donde la bebida carbonatada Inka Cola, presentó el mayor efecto erosivo (168,75 Kg/mm²). Respecto a la comparación múltiple entre las bebidas de estudio los resultados son similares en cuanto a la mayor diferencia que se presenta entre la bebida carbonatada y el agua destilada. Los diferentes valores en el efecto erosivo se pueden atribuir al tiempo de exposición de los especímenes y al PH de las bebidas.

Con respecto al jugo artificial Cifrut con un pH de 3.88 se encontró en nuestro estudio que produjo un efecto erosivo muy fuerte casi igual que la bebida

carbonatada Inka Cola en el esmalte dentario, donde el principal causante de la erosión entre sus componentes sería el Ácido cítrico que este jugo presenta.

Así tenemos que Grobler et. al.¹⁶ Encontraron que al evaluar el potencial erosivo de algunos jugos de fruta y bebidas carbonatadas, mediante la cantidad de calcio que liberaba el esmalte; las bebidas de cola y un jugo de naranja causaron la mayor desmineralización.

También Sotol et al.²⁴ Evaluaron el potencial erosivo in vitro de las bebidas industriales sobre el esmalte dental encontrando que: las bebidas colas, una de gaseosas de naranja lima limón y un jugo de naranja, registraron pH inferiores a 2,14, a diferencia de nuestro estudio donde la menor fue de la 3.77 de la bebida Inca Cola. Concluyendo que las gaseosas y los jugos de naranja tenían mayor potencial erosivo.

El menor efecto erosivo lo produjo la bebida isotónica Sporade, que presentó un pH de 4.13, pero a pesar de eso la bebida logró afectar la microdureza superficial del esmalte dental decíduo.

Con respecto a las diferencias significativas que encontramos en los efectos erosivos producidos por las tres bebidas; podríamos deducir que esto se debe a los niveles diferentes de pH y a la diferente composición acida de las bebidas artificiales.

Este estudio concuerda con Meurman y Frank.¹⁸ que observaron, basados en los cambios de la superficie del esmalte, que el ácido málico contenido en las bebidas deportivas (Ph 3,4), fue menos erosivo que el ácido cítrico (Ph: 2,8) o el ácido fosfórico contenido en las bebidas de cola (Ph: 2,6) después de 15 – 30 minutos de exposición.

Ehlen et al.²² Encontraron que el Gatorade también produce una fuerte desmineralización en la composición dental.

Y con Cavalcanti et al.²³ Donde se evaluó el pH, de nueve bebidas isotónicas. Los promedios oscilaron entre pH 2,03 (Tangerine Gatorade ®) 2,93 (Marathon ® Lemon) y todos mostraron el pH por debajo del valor crítico de 5,5). Las bebidas analizadas mostraron pH bajo, el mismo que puede ser considerado como potencialmente erosiva a los tejidos dentales si se consumen indebidamente y con alta frecuencia.

Estos resultados también coincidieron con Lussi et al.¹⁸ Donde Evaluaron el potencial erosivo de diferentes bebidas después de exponer especímenes de esmalte por 20 minutos a 5 ml de cada una de ellas. Se encontró el jugo de naranja, la bebida carbonatada de cola, la bebida para deportistas y el vino blanco produjeron cambios estadísticamente significativos de la microdureza superficial del esmalte.

Larsen y Bruun.¹⁵ que mediante un estudio in vitro demostraron que cuando el esmalte es expuesto a una solución acuosa inorgánica con un pH de cuatro a cinco, insaturada en relación a hidroxiapatita y fluorapatita, la superficie del esmalte es alterada, formando una lesión macro y microscópicamente semejante a la erosión que se desarrolla en la cavidad bucal. Esta situación puede ocurrir clínicamente cuando los niveles de pH salival son inferiores a 4,5 por medio del consumo de frutas o bebidas ácidas.

Aunque también nuestro estudio difiere con el estudio de Saavedra C. David ²⁵, donde se encontró que la bebida isotónica Gatorade fue el que produjo mayor desmineralización (248.7 kg/mm²), seguido por la Inca cola (222.3 kg/mm²) y por el jugo Pulp (123.4 kg/mm²). Este resultado se debe atribuir al Ph menor del Gatorade que fue de 3.61, mas ácido que la Inca Kola con un ph de 3.98.

Con respecto a las diferencias significativas que encontramos en los efectos erosivos producidos por las tres bebidas; podríamos deducir que esto se debe a la diferencia en los valores de pH y a la diferente composición ácida de las bebidas empleadas.

Además es importante recalcar que la adhesividad y movimiento de los líquidos son otros factores a ser considerados en el proceso erosivo, en nuestro estudio se evaluó el efecto de las bebidas industrializadas en forma pasiva, sin embargo en diversos estudios los especímenes inmersos en las bebidas son sometidos a un proceso de agitación, debido a que las bebidas se toman en un ambiente dinámico y fisiológico en el que fluyen alrededor de los dientes ³². Es difícil extrapolar los resultados de nuestro estudio a condiciones in vivo.

El efecto erosivo de las bebidas carbonatadas está influenciado por factores no descritos en el modelo in vitro. Estos factores se pueden agrupar como condiciones orales (deglución, cepillado dental) y biológicos (anatomía dental, promedio de fluidos, oclusión) ¹⁹. Sin embargo, los resultados obtenidos nos brindan datos confiables sobre el efecto erosivo de las bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte y permiten a partir de estos realizar estudios in situ que poder entender completamente los procesos inmersos en la erosión del esmalte.

XI. CONCLUSIONES

- 1. La microdureza superficial del esmalte dental deciduo disminuye significativamente luego de ser sometido a la acción de las bebidas estudiadas**
- 2. La Bebida gasificada tuvo el mayor efecto erosivo entre todas las demás pero con mínima diferencia respecto al efecto erosivo del jugo artificial empleado.**
- 3. La bebida isotónica que presenta el valor más alto de pH entre las bebidas en estudio, produjo el menor efecto erosivo de los 3 grupos a prueba.**
- 4. El grupo control no produjo desmineralización en la superficie del esmalte dental de los dientes deciduos.**

XII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1) Linan D, Carlos M L, Abraham Y, Delgado C. Evaluación in vitro del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. Rev. Estomatol. Herediana. 2007;17 (2) : 58-62.

2) Rytomaa I, Meurman J, Koskinen J, Laakso T, Garráis L, Turner R. In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and other foodstuffs. Scand J Dent Res 1988; 96: 324-333.

3) Ximena M, Carmen N, Verónica B. Efecto In Vitro de las Bebidas Refrescantes sobre la Mineralización de la Superficie del Esmalte Dentario de Piezas Permanentes Extraídas. Int. J. Odontostomat. 2011; 5 (2), 157-163.

4) Mas L. et al. Efecto erosivo valorado a través de la microdureza superficial del esmalte dentario, producido por tres bebidas industrializadas de alto consumo en la ciudad de Lima; estudio in vitro [Tesis de Cirujano Dentista]. Lima, Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos, 2003.

5) Franco A, Doménica M. Pérdida de calcio en esmalte de dentición mixta por exposición in vitro a bebida carbonatada ácida; estudio in vitro (tesis de cirujano dentista). Lima, Perú: Universidad Mayor de San Marcos, 2008.

6) Gómez M, Campos A. Histología y embriología bucodental. Madrid: Médica Panamericana, 2ed; 2003.

7) Abad M. Efecto erosivo de las bebidas ácidas, estudio in vitro (tesis cirujano dentista). Lima, Perú: Universidad Peruana Cayetano Heredia, 2010.

8) Patricia L, María C. Potencial erosivo de las bebidas industriales sobre el esmalte dental. Rev. Cubana Salud Pública. 2008 Dic; 34 (4).

9) Wiegand A, Müller J, Werner C, Attin T. Prevalence of erosive tooth wear and associated risk factors in 2-7-year-old German kindergarten children. Oral Dis. 2006; 12(2):117-24.

10) Nuñez P, García L . Bioquímica de la caries dental. Rev haban cienc méd. 2010; 9 (2): 156-166.

- 11) Fajardo S, et al. Diagnóstico y epidemiología de erosión dental. *Rev. Univ. Ind. Santander. Salud.* 2011; 43 (2): 179-189.
- 12) Paredes A. Efecto desmineralizador de las bebidas industrializadas sobre el esmalte dentario; estudio in vitro. (Tesis de cirujano dentista). Lima, Peru: Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, 2011.
- 13) Bertha G, Izabel A, Roldão Q. Evaluación de la dureza del esmalte en dientes deciduos. *Kiru* 2011; 8 (1).
- 14) McCay C, Will L. Erosion of molar teeth by acid beverages. *J Nutr* 1949; 39: 313-324.
- 15) Larsen M. Bruun C. Esmalte – saliva. Reacciones químicas inorgánicas. In Thylstrup, A; Fejerkov, O. *Tratado de cariólogía*. 2.ed. RJ, 1998.
- 16) Grobler S, Senekal P, Korze T. The degree of enamel erosion by five different kinds of fruit. *Clin prev dent* 1989; 11: 23 – 28.
- 17) Meurman J, Frank R. Progression and surface ultrastructures of in vitro caused erosive lesions in human and bovine enamel. *Caries Res* 1991; 25: 81 -87.
- 18) Meurman J et al. Experimental sports drink with dental erosion effect. *Scand J Dent Res* 1990; 98: 120 – 128.
- 19) Lussi A. Kohler N. Zero D. Schaffner M. Megert B. Comparison of the erosive potential of different beverages in primary and permanent teeth using an in vitro model. *Eur J Oral Sci* 2000; 108: 110-114.
- 20) Lupi-Pegurier L, Muller M, Leforestier E, Bertrand M, Bolla M. In vitro action of Bordeaux red wine on the microhardness of human dental enamel. *Arch Oral Biol.* 2003; 48(2):141-5.
- 21) Van-Eygen I, Vannet B, Wehrbein H. Influence of a soft drink with low pH on enamel surfaces: an in vitro study. *Am J Orthod Dentofacial Orthop.* 2005; 128 (3): 372-7.
- 22) Ehlen et al. "Acidic Beverages Increase the Risk of in Vitro Tooth Erosion." *Nutrition research (New York, N.Y.)* 28.5 (2008): 299–303.

23) Cavalcanti A, Xavier A, Souto R, Almeida S, Vieira F. In vitro Evaluation of the Erosive Potential of Sports Drinks. *Revista Brasileira medica deporte*. 2010; 16(6): 455-458.

24) Sotol O, Lopez P, and Cerezo C. Potencial erosivo de las bebidas industriales sobre el esmalte dental. *Revista Cubana de Salud Pública*. 2008; 34 (4): 1- 9.

25) Saavedra C. Efecto erosivo in vitro de cuatro bebidas de mayor consumo sobre el esmalte dentario. Tesis para obtener por el título de cirujano dentista. Universidad Nacional de Trujillo; 2013.

26) Lussi A, Jaggi T, Schärer S. The influence of different factors on in vitro enamel erosion. *Caries Res*. 1993; 27: 387-39.

27) Cabrera D. Efecto erosivo in vitro de cuatro bebidas de mayor consumo sobre el esmalte dentario. Tesis para obtener por el título de cirujano dentista. Universidad Nacional de Trujillo; 2013.

28) Vargas A. Efecto erosivo de las bebidas carbonatadas en el esmalte dental. Tesis para obtener el título profesional de cirujano dentista. Universidad Mariano Gonzales de Guatemala, Facultad de Odontología; 2004.

29) Verdu J. Nutrición para educadores. 2nd ed. Díaz de Santos; 2005; 21(10): 192-194.

30) Macchi L. Materiales dentales. Fundamentos para su estudio 2 ed. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires, 1993.

31) Seow W, Thong K. Erosive effects of common beverages on extracted premolar teeth. *Australian Dental Journal* 2005; 50(3): 173-178

32) Van W, Stöckli P. Atlas de Odontología pediátrica. Barcelona: Masson, 2002.

33) Pérez A. Capacidad diagnostica de la fluorescencia laser para el diagnóstico de caries oclusal en dientes deciduos. *Estomatol Herediana* 2004;14 (1-2): 5 – 11.

34) Moynihan P, Petersen P. Diet, nutrition and the prevention of dental diseases. *Public Health Nutr*. 2004; 7(1A):201-26

35) Hooper S, Hughes J, Newcombe R, Addy M, West N. A methodology for testing the erosive potential of sports drinks. *J Dent*. 2005; 33(4):343- 8.

36) Grenby T. Methods of assessing erosion and erosive potential. *Eur J Oral Sci.* 1996; 104(2):207-14.

37) Hitomi, M, Yuichi, K, Tomohiro, T, Alireza, S, Junji, T. Development and evaluation of a low erosive apple juice drink with Phosphoryl Oligosaccharides of Calcium. *Dental Material Journal*, 2013; 212-218

38) Hughes, J. Relationships between enamel softening and erosion caused by soft drinks at arrange of temperatures. *Journal of Dentistry.* 2006; 207-213.

39) Harrison J y Roder L. Dental erosion caused by cola beverages. *General dentistry*, 1991; 23-24.

40) Grippo S. Abractions; a new classification of hard tissue lesions of teeth. *Journal Esteht Dent.*, 2004; 14-49.

41) JADA. (2002). Diet and tooth decay. *JADA*, 133:527.

42) Matos G, Almeida B, Nahás P, Prócida R, y Pires C. Erosive potential of different types of grape juices. *Brazilian Oral Research*, 2012; 457-463

43) Owens B. The potential effects of pH and buffering capacity on dental erosion. *General dentistry*, 2007; 527-531.

44) Rees J, Loyn T, McAndrew R. The acidic and erosive potential of five sports drinks. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 2005; 186-190.

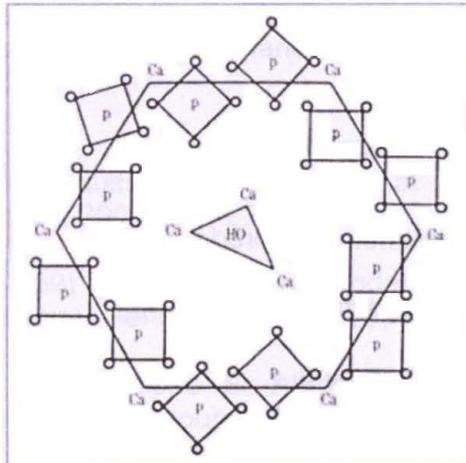
45) Gómez F, Campos M. *Histología, embriología e ingeniería tisular bucodental*. 3era ed. Madrid, España: Editorial médica panamericana; 2009.

XIII. GLOSARIO:

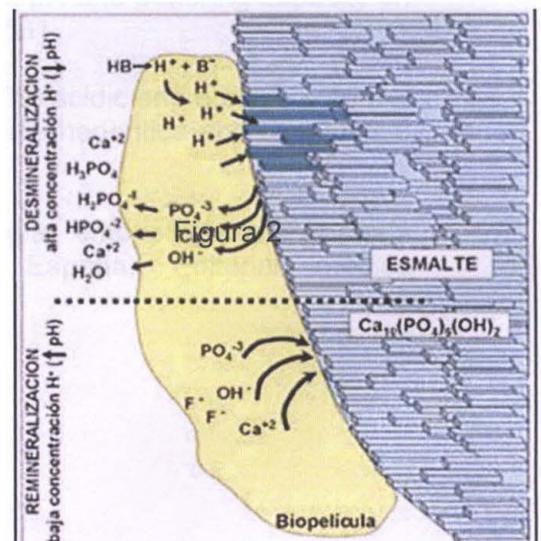
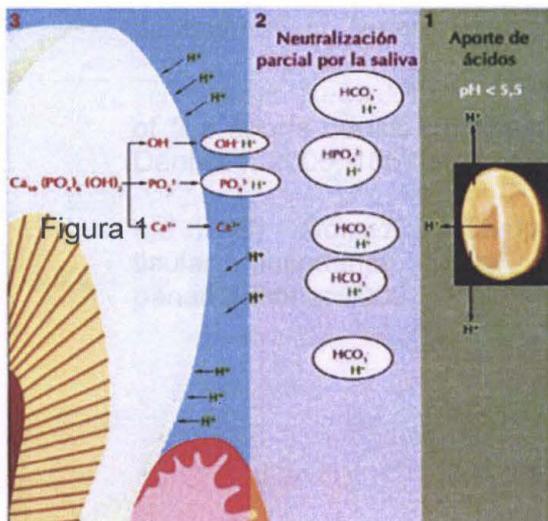
- pH: Potencial de hidrogeno
- OH: Ion Hidroxilo
- Hv: Hardness Vickers
- DE: Desviación Estándar
- Kg/mm²: kilogramo por milímetro cuadrado
- [Ca (PO₄)₆(OH)₂]: Hidroxiapatita
- ADA: Asociación Dental Americana
- Kps: Producto de solubilidad
- gf/mm²: Gramos de fuerza por milímetro cuadrado

XIV. ANEXOS:

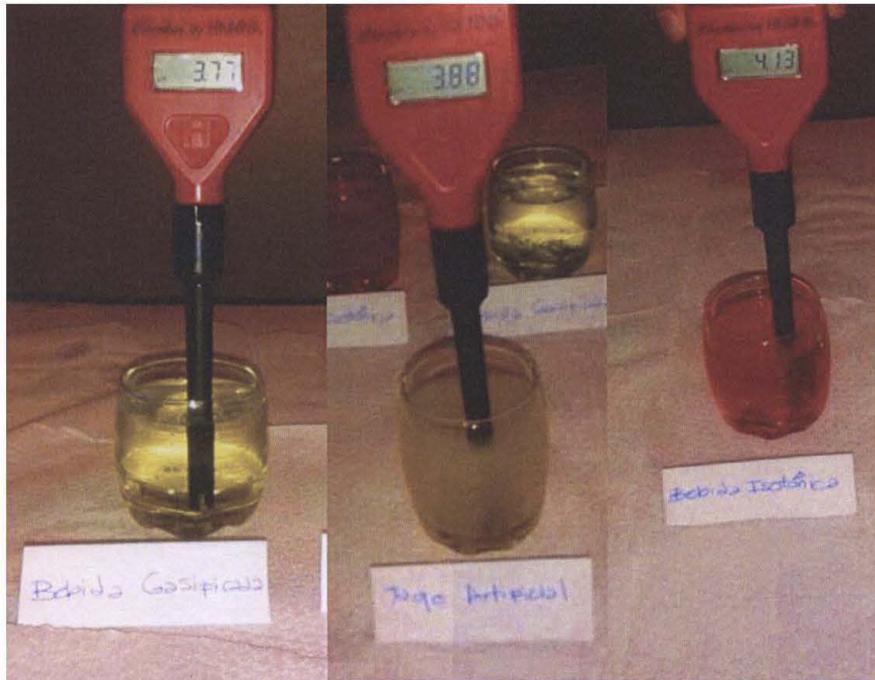
1) Esquema hexagonal de celdillas unitarias



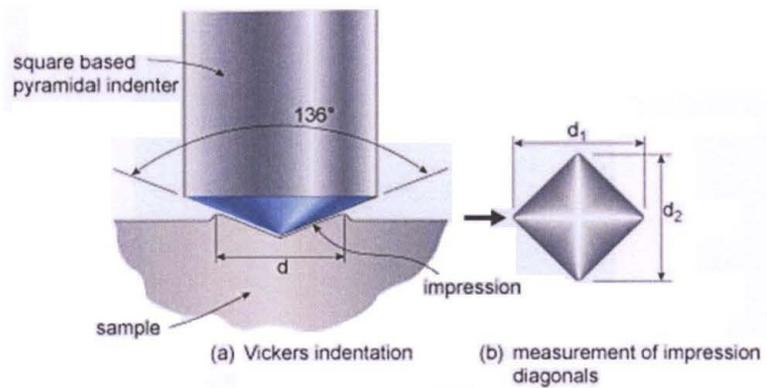
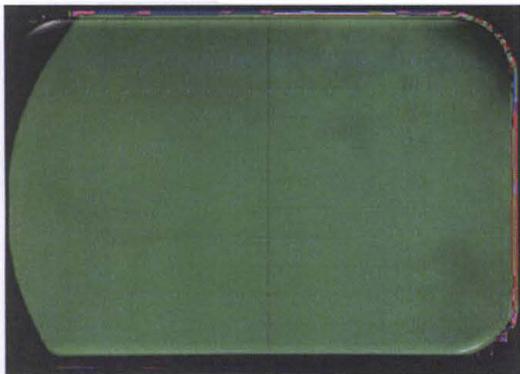
2) Etapas de la Desmineralización y Remineralización



3) Medida de PH de las bebidas con el phmetro (checker by hanna).



4) Vista desde el microscopio del microdurómetro.



5) selección de muestra

Foto 1: dientes extraídos



Foto 2: Corte de dientes



Foto 3: medición de grosor de los bloques dentales



Foto 4: instrumental



6) Selección y análisis de las bebidas Artificiales y medición de PH



7) Preparación de especímenes

Foto 1

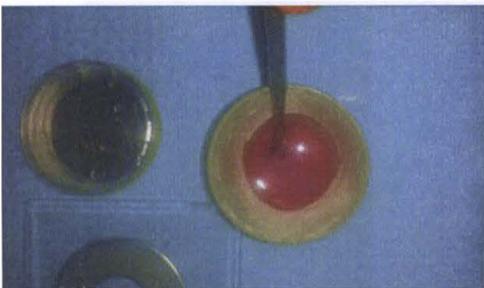


Foto 2

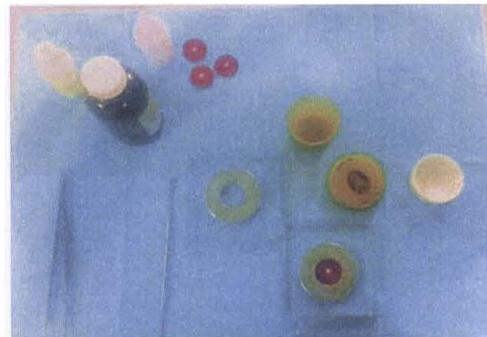
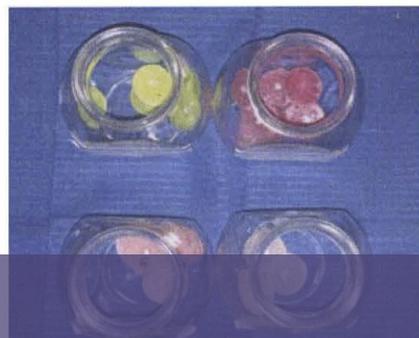


Foto 3



Foto 4



8) Prueba Piloto

Foto 1



Foto 2



Foto 3



9) Medida de Microdureza Inicial

Foto 1

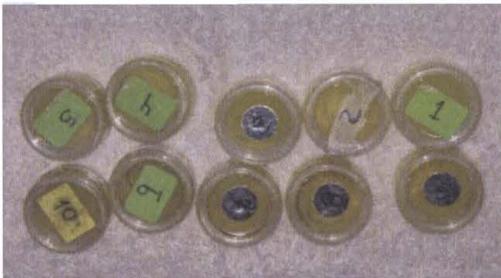


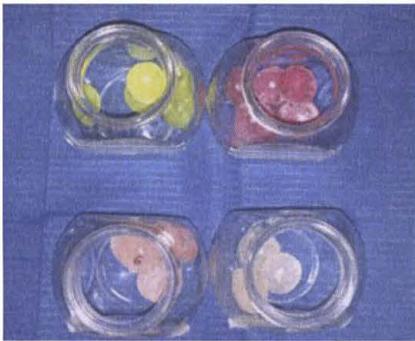
Foto 2



Foto 3



10) Experimento de Erosión y Medida de microdureza final



Solicitud para permiso:

Lima, 18 de febrero del 2015

Facultad de Mecánica de la Universidad de Ingeniería

Jefe de laboratorio de mecánica N° 4

PRESENTE.

Estimado Ing. Sebastián Mazo Lazo Ochoa

Yo Jesus Kiyoshi Haramura Glave ex alumno de la facultad de estomatología de la Universidad Científica del Sur; me dirijo a usted con el motivo de continuar la investigación de mi tesis. "Efecto erosivo de tres tipos de bebidas industrializadas, gasificadas, jugos artificiales y bebidas deportivas, sobre el esmalte dental deciduo, Lima 2015". Para lo cual necesito su autorización para usar las instalaciones del laboratorio N°4 de mecánica y el uso del microdurómetro.

De antemano agradezco su atención

Atentamente.

.....
Jesús Kiyoshi Haramura Glave

DNI: 46827730

.....
Ing. Sebastián Mazo Lazo Ochoa

Jefe del laboratorio N° 4 de mecánica

