



**ESCUELA UNIVERSITARIA DE POSGRADO**

**“DETERMINACIÓN IN VITRO DE SALES MINERALES, DE DIENTES  
PERMANENTES HUMANOS POR ACCIÓN DE SALIVA ARTIFICIAL  
A PH DIFERENTES”.**

**MODALIDAD PARA OPTAR EL GRADO:**

**DOCTOR EN ODONTOLOGÍA**

**AUTOR:**

**VILLAFANA LOSZA PEDRO CÉSAR**

**ASESOR:**

**DR. JUSTINIANO SOTOMAYOR CAMAYO**

**JURADO:**

**DR. SEBER AUGUSTO GUARDIA HUAMANÍ**

**DRA. MERCEDES R. D. DONAYRE FERNÁNDEZ**

**DR. ROMÁN MENDOZA LUPUCHE**

**LIMA – PERÚ**

**2018**

Dedicatoria:

-Ante todo a Dios, por ser quien me protege y me guía en mi camino e hizo posible la consecución de mi trabajo. Gracias

-A mi esposa por su comprensión, paciencia y tolerancia en todos los años vividos. Gracias

-A mi hija, su sola presencia y su empeño por el estudio, fue un impulso silencioso para culminar éste trabajo. Gracias

-A mis hermanos por el apoyo incondicional y permanente durante toda mi existencia. Gracias.

-A mis padres quienes ya no están físicamente, pero sí presentes en mí quienes me apoyan desde lo más lejano.

## Agradecimiento

Agradezco al Dr. Justiniano Sotomayor Camargo por su apoyo incondicional para la culminación de mi tesis.

## RESUMEN

El presente trabajo es un estudio comparativo cuyo propósito es analizar la presencia de sales minerales (calcio y fosfato) en saliva artificial, como producto de la desmineralización producida por el efecto ácido de pH diferentes de los alimentos durante la ingesta alimenticia.

Este estudio se llevó a cabo en una muestra de 20 piezas dentarias posteriores permanentes humanas, extraídas por motivos ortodóncicos y algunos por exodoncias diversas. Las piezas dentarias recolectadas se mantuvieron en suero fisiológico hasta su procedimiento.

Las piezas dentarias seleccionadas fueron sumergidas en saliva artificial, preparadas en el laboratorio de Biología de la Universidad Cayetano Heredia, cuya saliva era carente de Ion calcio y fosfato, con pH de 5.3 similar al bolo alimenticio (hallado en esta investigación) y de 5.5 (pH crítico) por 40 minutos, tiempo promedio que necesitaron en ingerir sus alimentos las personas seleccionadas para la investigación. Para la obtención del pH del bolo alimenticio, participaron 10 personas adultas de 30 a 45 años de edad aparentemente sanas sin caries y sin lesiones de tejido blando.

El estudio es de tipo comparativo, transversal, observacional, prospectivo y analítico, se trabajó en un nivel de confianza de 95%

El instrumento que se utilizó para la medición del pH salival y del bolo alimenticio fue el peachímetro marca HANNA modelo H63069-CE. Y el análisis de la saliva en cual estuvieron sumergidos los dientes (parte coronal), fueron analizados en el laboratorio de ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería UNI.

Al análisis estadístico se encontró diferencias significativas: a pH 5.3 la presencia de calcio y fosfato mucho más significativa que en pH de 5.5.

Los resultados obtenidos en el presente trabajo demuestran que... El pH crítico de 5.5 también tiene efectos erosivos sobre el esmalte.

**PALABRAS CLAVES:** erosión dentaria, desmineralización, remineralización, pH salival, calcio Y fosfato.

## ABSTRACT

The present is a comparative study whose purpose is to analyze the presence of mineral salts (calcium and phosphate) in artificial saliva, as a product of the demineralization produced by the acidic effect of different pH of the food during dietary intake.

This work was carried out in a sample of 20 permanent human posterior teeth, extracted for orthodontic reasons. The collected dental pieces were kept in physiological serum until the procedure.

The selected teeth were submerged in artificial saliva, which was prepared in the laboratory of biology of the University Cayetano Heredia, This saliva lacked of calcium ion and phosphate, with a pH of 5.3 similar to the food bolus (found in this research) and 5.5 (critical pH) for 40 minutes, the average time that people need to eat their food.

The study is comparative, cross-sectional, observational, prospective and analytical, the confidence level was 95%. The sample was 10 adults with ages between 30 and 45 without cavities or soft tissue injuries,

The instrument used for the measurement of salivary pH and the food bolus was a h63069-ce Hanna peachimeter, the analysis of the saliva in which the teeth were submerged (coronal part) were analyzed in the sciences laboratory of The National University of Engineering UNI.

The result obtained in the present study are presented in the following lines:

Regarding the concentration of calcium between artificial saliva groups at pH 5.3 and 5.5; statistically significant differences were found. On the other hand, with the comparison of phosphate between both groups of pH, statistically significant differences were found. In conclusion, the presence of calcium and phosphate were statistically higher at pH 5.5.

**KEY WORDS:** Calcium and phosphate, demineralization, dental erosion, salivary pH, remineralization.

## INTRODUCCIÓN

**Los alimentos son tan agradables, pero desagradables a veces.**

**La mayoría de los alimentos que consumimos tienen tendencia hacia la acidez, y son tan naturales algunos y otros los hacemos naturalmente preparándolos de diferentes maneras.** Durante la ingesta alimenticia, generalmente no es tomada en cuenta cuan ácida es la dieta, y cuál es el grado de lesión que puede estar ocasionando principalmente sobre el esmalte dentario, pero como todo organismo tiene su mecanismo de defensa, lo nuestro también lo tiene y en este caso es la capacidad buffer que tiene la saliva, cuya función es tratar de equilibrar el grado de acidez del bolo alimenticio durante la ingesta y de esa manera la lesión sobre el esmalte (erosión dentaria) será menor; la saliva recobrará su estado de nivel inicial aproximadamente a los 30 minutos de haber concluido la ingesta alimenticia (Attin, 2004)

El grado de acidez que presentan las sustancias son variadas y es conocida como pH (concentración de iones de hidrógeno en una solución determinada), y el bolo alimenticio durante la ingesta, también presenta un determinado grado de pH ácido que por lo general es menor al pH 5.5 (pH crítico).

El pH del bolo alimenticio que por lo general es ácido, va a producir algún grado de desmineralización conocida como erosión ácida sobre el esmalte; Trabajos de investigación realizados con diferentes tipos de bebidas a pH ácido diferentes, han demostrado presencia de zonas desmineralizadas o erosión ácida sobre el esmalte, como producto de la desmineralización por efecto de los diferentes grados de acidez de las bebidas.

En este trabajo se pretende demostrar diferencias de presencia de Calcio y Fosfato en saliva artificial por efecto desmineralizante que tiene el pH ácido de 5.3 del bolo alimenticio respecto al pH de 5.5 (pH crítico) durante la ingesta sobre el esmalte dentario,

Para realizar el presente trabajo se hizo una investigación teniendo como muestra 20 piezas dentarias posteriores humanas, extraídas por motivos ortodóncicos, y seleccionados previamente, los cuales fueron sumergidos en saliva artificial (parte coronal) a pH de 5.3 y pH 5.5 (pH crítico), por un tiempo de 40 minutos, simulando el tiempo de la ingesta; en ambos casos, la saliva fue carente de Calcio y Fosfato.

Posteriormente la saliva fue analizada en el laboratorio de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería. Para utilizar el pH de 5.3 en uno de los grupos de saliva, se realizó un plan piloto mediante la medición del bolo alimenticio durante la ingesta y el tiempo que demoraron en terminar toda la dieta del almuerzo. Los métodos y el desarrollo de la investigación se presentan a continuación.

## INDICE

### Capítulo I

Planteamiento del problema	1
1.1 Descripción de la Realidad Problemática	1
1.2 Definición del Problema	1
1.2.1. Problema Principal	1
1.2.2. Problema Secundario	2
1.2.3. Formulación del Problema	2
1.3. Objetivos de la Investigación	4
1.3.1. Objetivo Principal	4
1.3.2. Objetivo Secundario	4
1.4 .Justificación, Importancia y Limitación de la Investigación	5
1.4.1. Justificación de la Investigación	5
1.4.2. Delimitación de la investigación	5
1.4.3. Importancia de la investigación	7
1.4.4. Limitaciones de la investigación	7

### Capítulo II

#### Marco teórico

2.1 Antecedentes de la Investigación	8
2.1.1. Estudios o Investigaciones Anteriores	8
2.2. Planteamiento Teórico	11
2.3. Marco Conceptual	12
2.3.1. Conceptos Relacionados al Problema	12
2.3.1.1. Componentes orgánicos de la saliva	15
2.3.1.2. Componente inorgánico de la saliva	17

2.3.1.3. La función digestiva de la saliva	19
2.3.1.4. Mineralización del esmalte	21
2.3.1.5. Desmineralización y remineralización del esmalte	22
2.3.1.6. Características cualitativas del esmalte	30
2.4. Hipótesis	37
2.4.1. Hipótesis General	37
2.4.2. Hipótesis Específica	37
Capítulo III	
3.1 Tipo de Investigación	38
3.2 Diseño de Investigación	38
3.3 Variables	38
3.3.1. Variable Independiente	38
3.3.2. Variable Dependiente	38
3.3.3. Operacionalización de las variables	39
3.3.4. Unidad de análisis	39
3.4. Universo	40
3.5 Muestra	40
3.6. Criterio de selección	41
3.6.1. Criterio de inclusión	41
3.6.2. Criterio de exclusión	41
3.7 Técnicas de Investigación	41
3.7.1. Instrumentos y/o Fuentes de recolección de Datos	41
3.7.2. Procedimientos	41
3.7.3. Análisis y procesamiento de datos	42

3.7.4. Inferencial prueba de hipótesis	43
Capítulo IV	
4.1 .Presentación de resultados	44
4.1.1. Análisis descriptivo	44
4.1.2. Análisis inferencial- prueba de hipótesis.	44
Capítulo V	
5.1 Discusión	52
5.2 Conclusiones	56
5.3 Recomendaciones	56
5.4 Referencias	58
5.4.1. Referencias Bibliográficas	58
Anexos	61

## Índice de Tabla

Tabla 1: Valores descriptivos para las concentraciones de Fosfato (ppm) en saliva artificial a un nivel de PH de 5.5	46
Tabla 2: Valores descriptivos para las concentraciones de Fosfato (ppm) en saliva artificial a un nivel de PH de 5,3	47
Tabla 3: Valores descriptivos para las concentraciones de Calcio (ppm) en saliva artificial a un nivel de pH de 5.5	48
Tabla 4: Valores descriptivos para las concentraciones de Calcio (ppm) en saliva artificial a un nivel de PH de 5,3	49
Tabla 5: Comparación de los valores de concentración de Calcio (ppm) entre grupos con PH 5,3 y 5,5.	50
Tabla 6: Comparación de los valores de concentración de Fosfato (ppm) entre grupos con PH 5,3 y 5,5.	51

## Índice de Figura

Figura 1: Diagrama de cajas para la distribución de los valores de concentración de fosfato (ppm).	46
Figura 2: Diagrama de cajas para la distribución de los valores de concentración de fosfato (ppm).	47
Figura 3: Diagrama de cajas para la distribución de los valores de concentración de Calcio (ppm).	48
Figura 4: Diagrama de cajas para la distribución de los valores de concentración de Calcio (ppm).	49
Figura 5: Distribución comparativa de la concentración de Calcio (ppm) para valores de PH 5,3 y 5,5.	50
Figura 6: Distribución comparativa de la concentración de Fosfato (ppm) para valores de PH 5,3 y 5,5.	51

# CAPÍTULO I

## **Planteamiento del problema:**

### **1.1. Descripción de la realidad problemática.**

La problemática de la ingesta alimenticia ha estado y estará siempre sobre la mesa.

Muchas de las enfermedades de las cuales padecen los seres humanos están relacionadas con la dieta alimenticia. Desde el punto de vista odontológico tenemos una enfermedad que aún no ha podido ser erradicada en su totalidad, la caries dental. La ingesta indiscriminada de carbohidratos es uno de los factores principales desde el punto de vista dietético, por las mismas razones de: al estar al alcance de la mayoría y al formar parte de la dieta diaria y natural, al ser de fácil acceso y de menor costo. Propicia lamentablemente juntamente con otros factores los cambios de pH tornándolas más ácidas y así propiciando la erosión del esmalte en diferentes grados.

Por tanto, la educación es el principal factor que debe orientar a la sociedad entera a tomar conciencia en el cambio de la dieta alimenticia, y con ella, mejorar el estado de salud de la persona (el autor)

### **1.2. Definición del problema**

#### **1.2.1. Problema Principal.**

El grado de acidez que tienen la mayoría de los alimentos que ingerimos sean sólidos o líquidos, siempre van a producir efectos negativos sobre las estructuras biológicas, tejidos dentario.

No obstante de tener mecanismos de defensa naturales el organismo, no son suficientes para regular los cambios que se presentan como efectos de procesos Biológicos producto de las diferentes actividades metabólicas, como es el cambio del pH a nivel de la cavidad bucal, por ser insuficiente su poder regulador. Efectos que

inevitablemente estarán presente y serán parte de la fisiología y, dependiendo del grado de las circunstancias serán unas más dañinas que otras produciendo lesiones de diferentes grados, lesiones debido al grado de acidez de la saliva; el cual estaría ocasionando una progresiva desmineralización del esmalte, y cuya recuperación lamentablemente es más lenta que el tiempo que necesita el agente agresor.

### **1.2. 2. Problema secundario**

Todos los alimentos que ingerimos no tienen el mismo grado de pH, y aquellos, aquellos que se acercan hacia la alcalinidad no estarán exentos de producir algún grado de lesión sobre el esmalte dentario, por tanto, tener presente cualquiera sea el grado de acidez.

Y dado que la lesión está instalada, el problema en estas circunstancias es el hacer uso del cepillo dental de una forma indiscriminada sin tener presente la erosión del esmalte por lo mismo que no es perceptible, y cuya presión mecánica sobre el esmalte empeora en definitiva por encontrarse reblandecida por efecto de los ácidos.

### **1.2.3. Formulación del problema**

A lo largo de la historia, una de las mayores preocupaciones de la humanidad ha sido la provisión de alimentos, necesidad que se mantiene hasta el presente. Una alimentación adecuada forma al individuo desde la fecundación, durante su desarrollo y crecimiento intrauterino y extrauterino que lo mantiene saludable toda su vida. (Marín, 2008).

El acto de comer es una actividad que los animales y los seres humanos realizamos cotidianamente para satisfacer diversas necesidades principalmente la fisiológica, y nos alimentamos para contribuir a los cambios que se presentan en cada

uno de los procesos biológicos necesarios para que cumplan con su función, y conlleven al mantenimiento de nuestro organismo, durante nuestra existencia buscando el bienestar y la buena salud, tanto actual como futura. Pero... ¿Por qué necesitamos comer? El organismo está constituido por unidades biológicas que es la célula, quienes forman los tejidos y con ello los órganos; y para llevar a cabo todas las actividades que realiza el ser humano desde lo más mínimo hasta lo más complejo, las células deben incorporar continuamente una cantidad suficiente de sustancias (nutrientes) que no pueden sintetizar. Los alimentos que componen la dieta es la fuente de donde obtenemos dichos nutrientes, aun habiendo diferencias en el tipo de dieta y grados de pH.

En el proceso de la masticación los elementos importantes y necesarios son los dientes, cubiertos en su parte coronal por esmalte (tejido más duro del cuerpo humano y altamente mineralizado) que resisten a la fuerza masticatoria cualesquiera que fueran la consistencia de los alimentos que se ingieren, pero a su vez muchos de los alimentos que consumimos tienen un pH ácido (menores de 6).

En la cavidad bucal se inicia el proceso de la digestión de algunos alimentos principalmente los almidones y la formación del bolo alimenticio, para ello, es indispensable la presencia de la saliva que a su vez tiene un pH, de 6 a 8 (Finn, 2007).

La saliva es un producto de síntesis de las glándulas salivales, quienes en conjunto secretan a la cavidad bucal elementos orgánicos e inorgánicos, los cuales cumplen diferentes funciones entre ellos, participan en la digestión de los alimentos principalmente del almidón, y con su componente de sales minerales hacen posible la remineralización del esmalte afectado por el pH ácido de los alimentos, del mismo modo su componente el bicarbonato, contribuye en la capacidad buffer (es la capacidad de mantener el pH bucal constante contrarrestando los cambios que puedan producirse

en ella) sin embargo, no es suficiente para contrarrestar el pH ácido de los alimentos durante la ingesta que produce un efecto desmineralizante sobre el esmalte, por ello, nos formulamos la siguiente pregunta.

¿Cuál es la concentración de sales minerales en saliva artificial, producto de la desmineralización del esmalte por efecto de la acción ácida de pH diferentes?

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo principal cuan significativa**

Determinar diferencias de concentración de sales minerales en saliva artificial, por acción de pH diferentes sobre el esmalte de dientes permanentes humanos.

#### **1.3.2. Objetivos secundarios**

1. Determinar presencia de **calcio**, mediante análisis químico de saliva artificial, por efecto erosivo del pH ácido de **5.30**
2. Determinar presencia de **calcio**, mediante análisis químico de saliva artificial, por efecto erosivo del pH ácido de **5.5**
3. Determinar presencia de **fosfato**, mediante análisis químico de saliva artificial, por efecto erosivo del pH ácido de **5.30** en
4. Determinar presencia de **fosfato**, mediante análisis químico de saliva artificial, por efecto erosivo del pH ácido de **5.5**.
5. **Comparar diferencias** en concentración de **calcio**, mediante análisis químico de saliva artificial, por efecto erosivo del pH ácido de 5.30 y 5.5
6. **Comparar diferencias** en concentración de **fosfato**, mediante análisis químico de Saliva artificial, por efecto erosivo del pH ácido de 5.30 y 5.5

## **1.4. Justificación, importancia y limitación de la investigación**

### **1.4.1. Justificación de la investigación**

La mayor parte de los alimentos que ingerimos poseen la tendencia hacia la acidez, pero la ingesta alimenticia no tiene limitaciones sobre los tipos de alimentos, por lo mismo que no se conoce a cabalidad el grado de pH de cada uno de ellos, y menos la lesión que pueden estar ocasionando, los resultados obtenidos en esta investigación serán una alerta para la sociedad.

Esta investigación analiza la presencia de sales minerales en saliva artificial, como consecuencia del efecto de los diferentes grados de pH del bolo alimenticio sobre el esmalte de dientes posteriores permanentes humanos, cuya presencia de ellas, corroborará su efecto dañino, y será un indicador positivo para promover un cambio en los hábitos alimenticios, previniendo daños posteriores.

Del mismo modo frente al daño que pudiera ocasionar los diferentes grados de pH de los alimentos durante la ingesta sobre el esmalte dentario, esta investigación contribuirá a cambiar el hábito de higiene post ingesta, por el efecto erosivo del pH ácido de los alimentos.

Con éste trabajo se pretende aportar elementos para establecer protocolos de estudio para futuros trabajos de investigación y cuyos métodos sean aplicados en investigaciones relacionadas y específicos al tema.

### **1.4.2. Delimitación de la investigación**

El trabajo de investigación está referido al análisis químico de saliva artificial, en busca de presencia de calcio y fosfato por efecto del pH ácido igual a bolo alimenticio y el pH crítico sobre el esmalte durante la ingesta.

La preocupación permanente de la profesión odontológica, a través de las acciones preventivas, radica en buscar formas de disminuir la incidencia de la caries dental; en ese afán, se han llevado a cabo múltiples investigaciones tratando de encontrar el factor principal causante de la caries dental. Las investigaciones siempre han dado como resultado que la causa es multifactorial (la dieta, el huésped, el tiempo, y las bacterias).

Pero existe un factor relacionado con la dieta considerado determinante, y es el pH de los alimentos y de las bebidas que ingerimos, elementos que no se toca como debe ser sino tangencialmente.

El reto de la profesión odontológica ha sido, es y lo será siempre, tratar de disminuir la incidencia de la caries dental y la enfermedad periodontal, y la presencia de mala oclusión dentaria que en las medidas preventiva se dicen poco o en último de los casos no se tocan, pero para ello se requiere la participación y toma de conciencia de la sociedad entera, bajo la dirección del profesional odontólogo que incluyan medidas preventivas que conlleven a ello: La investigación presente está relacionado con el pH de los alimentos asociado con la desmineralización del esmalte dentario permanentes humanos en saliva artificial, que orienta a evitar el consumo de alimentos cariogénicos, principalmente: los carbohidratos y demasiado ácidos, evitar la frecuencia de ingesta de alimentos, efectuar una buena higiene bucal y en el momento adecuado. El no tenerlo en cuenta las recomendaciones, estaría propiciando el inicio y la incidencia de la caries y la enfermedad periodontal.

El factor pH presente en los alimentos lamentablemente tienen tendencia hacia la acidez; y la saliva con su capacidad buffer (de resistir cambios de pH.) frente a los diferentes niveles que se presentan no es suficiente para evitar la posible erosión del esmalte, uno de los factores para el inicio de la caries dental.

La presencia de los diferentes niveles del pH de los alimentos durante la ingesta, inciden directamente sobre el esmalte produciendo diferentes grados de erosión, por lo que se intenta encontrar cantidades variables de calcio y fosfato al análisis de saliva artificial y que corroboren lo dicho líneas arriba.

#### **1.4.3. Importancia de la investigación.**

Toda dieta alimenticia cualquiera que fuera el tipo, lamentablemente tiene tendencia a la acidez, el desconocimiento de ello y el tipo de alimentación producirá en definitiva alteraciones en el organismo, aunque al momento no se perciban, pero si posteriormente; por ello dada las consecuencias que muchas de ellas son irreparables, el presente trabajo pretende no solamente poner en conocimiento de la sociedad sino también alertar y educar para el cambio de hábito alimenticio. Y desde el punto de vista científico sea un preámbulo a investigaciones más minuciosas y contribuyan al desarrollo de la ciencia a través de estos conocimientos.

#### **1.4.4. Limitación de la investigación.**

-El costo elevado del análisis químico de las muestras y todo lo que concierne con ello, limita trabajar con mayor cantidad de muestras.

-La escasa bibliografía de trabajos previos relacionados con el tema y la carencia de trabajos específicos al respecto.

-la falta de instrumentos adecuados y o más sofisticados que no está al alcance de uno, para llevar a cabo la investigación. Sin embargo, el trabajo pudo concluirse, pudiéndose en definitiva mejorar las condiciones en próximas investigaciones y llevarlas a cabo por la trascendencia del tema.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### 2.1.1 Estudios o Investigaciones Anteriores

-Ximena Moreno Ruíz, Carmen Gloria Narváez Carrasco & Verónica Bittner Schmidt. (2011) relacionaron el pH salival con la caries dental. El objetivo de este estudio fue determinar el efecto de las bebidas refrescantes sobre la mineralización de la superficie del esmalte de piezas dentarias permanentes extraídas, para el cual prepararon 50 cortes de premolares, los cuales fueron distribuidos en tres grupos de estudio: bebidas gaseosas, jugos y néctares, y aguas minerales purificadas y saborizadas más un grupo control, a todos los cortes le midieron la mineralización antes de la exposición con el equipo Diagnodent 2095 (Kavo) y fueron considerados aquellos cuyos valores estuvieron entre 2 y 3 los cuales representaban buena mineralización.,

El procedimiento consistió en colocar por un minuto la muestra en la bebida seleccionada según grupo seguido por tres minutos en saliva artificial, ciclo que repitieron por cinco veces en un tiempo de 20 minutos. Este procedimiento lo realizaron una vez al día, por un mes y para cada día utilizaron nuevas bebidas refrescantes. Dichos actos, refieren era para simular la dieta normal. Una vez finalizado volvieron a medir la mineralización para luego realizar las comparaciones entre grupos. El grupo de bebidas gaseosas provocó una mayor desmineralización en la superficie del esmalte dentario, seguido del grupo de jugos y néctares. El grupo de aguas minerales saborizadas y purificadas no provocaron efectos sobre la mineralización de la superficie del esmalte. Por lo tanto, sólo el grupo de gaseosas y jugos provocaron un efecto desmineralizador en la superficie del esmalte de las piezas dentarias, siendo la Coca-cola® la que produjo mayor efecto seguido de la Coca-cola light® y luego el Kapo®.

González Dasha, Roldan Jorge (2014), realizó un trabajo en el cual se propuso determinar el efecto erosivo que tienen las bebidas carbonatadas sobre el esmalte dentario. Un trabajo de tipo descriptivo no experimental ¿qué bebida es más erosiva para el esmalte dentario? fue el problema que se planteó. Para ello seleccionó piezas dentarias que los sometió a la observación por 5 días, el total de la muestra los dividió en tres grupos, dos en cada grupo.

Las piezas dentarias son sumergidas en bebidas por el tiempo de un minuto, ciclo que se repite 5 veces en un tiempo de 30 minutos, Según los investigadores era para simular los hábitos actuales de consumo. Como resultado de la investigación halló la pigmentación de las caras vestibulares y palatinas, el desgaste en los bordes y ángulos incisales y porosidad en el tercio cervical de las diferentes piezas

-Narváez Aguilar Diego Andrés (2017), el objetivo; fue comparar el efecto de desmineralización que producen las bebidas de pH ácido a diferentes temperaturas sobre la superficie del esmalte. Para ello, utilizaron bebidas como: limonada, cola negra y té negro, las cuales compararon dichas bebidas a 5°C, temperatura ambiente que oscila entre los 17°C a 19°C y bebidas calientes a 50°C.. A los cuales sumergieron el esmalte por 5 minutos, tres veces al día por 5 días; al término de ella procedieron a medir la micro dureza por medio del microdurómetro. Los resultados obtenidos los analizaron por pruebas de Anova y la prueba de Tukey, en el cual encontraron tres grupos de significancia, el primero la limonada y la cola caliente tienen una significancia mayor, la limonada ambiente y fría se encuentran en el segundo grupo de significancia media y el tercer grupo té caliente, cola ambiente, cola fría, té ambiente y té frío. Concluyeron que las bebidas a mayor temperatura tuvieron un efecto desmineralizante ligeramente mayor que las bebidas a temperatura ambiente y fría.

-Francisco Javier Novoa Padilla (2017), el objetivo fue dar a conocer el pH de diferentes bebidas azucaradas y el agua para demostrar ¿cuál es la relación que existe entre la erosión y la caries?, el estudio fue descriptivo y experimental. En los resultados observaron que el refresco con un pH más ácido es la coca cola y el yogurt tuvo el pH más alcalino. Y concluyen que las bebidas estudiadas más favorables que pueden cambiar el pH salival a un valor más cercano a lo normal son: el agua y el yogurt, y aseveran que de esa forma evitan la forma la desmineralización de las piezas dentales dada por la acides de la saliva.

- Daniela de Lourdes Castillo Larrea (2014), llevó a cabo un trabajo de investigación, que consistió en evaluar mediante el análisis químico la pérdida de iones calcio que se produce en la estructura dental, al estar en contacto con sustancias ácidas abrasivas como el cloruro de sodio y el ácido cítrico, así como establecer cambios en la masa de las unidades dentales estudiadas luego de la exposición a estas sustancias.

Tipo de investigación; para ello, realizaron un trabajo experimental en vitro, en el cual utilizaron 60 piezas dentarias y los sometieron a exposición de elementos abrasivo y acido, este último por 20, 40 y 60 minutos.

Resultados. Los datos que obtuvieron los analizaron estadísticamente mediante pruebas analíticas de ANOVA, TUKEY y t'student; lo que les permitió determinar que, existe una evidente pérdida de calcio (Ca) dental tras el contacto de cloruro de sodio y la solución de ácido cítrico ( $p=0,0000$ ) en los tiempos establecidos con respecto al grupo control; sin embargo, refiere que dicha pérdida no fue proporcional en los tres tiempos empleados, pues no hubo diferencia en la pérdida de mg/g de Calcio entre el tiempo de 2 y 3 ( $p=0,648$ ). Por otro lado y con respecto al peso total de las unidades de análisis, refieren que dicho contacto no provocó un cambio significativo en la masa o peso ( $p=0,8935$ ) de las muestras de los grupos experimentales y de control. Y concluyen, que estudios tanto clínicos como epidemiológicos deben ejecutarse para

corroborar los resultados de este estudio y ampliar la evaluación de otros procesos que no se consideraron en esta investigación.

-Vanesa Carolina Valverde Guzmán (2016), la presente investigación es de tipo descriptiva-comparativo, para la cual escogieron 18 alumnos al azar de cada curso, desde segundo grado de educación básica a primer curso de bachillerato dando un total de 198 alumnos, que los dividieron en dos grupos. Grupo A manzana verde y grupo b galleta de chocolate, 9 niños fueron al grupo A y los otros 9 al grupo B, a cada individuo le tomaron una muestra de su pH salival al minuto cero; después de eso procedieron a la ingesta de alimentos y toma de muestras del pH salival subsiguientes a los 5, 20, y 40 minutos posterior a la ingesta de los dos tipos de alimentos; como resultado observaron que no existía diferencias entre género y que el pH de los individuos que consumieron la galleta de chocolates presentaron mayores variaciones sin restablecerse completamente, y refieren, mientras que el pH de los que consumieron la manzana verde ascendió pero regreso a la normalidad a los 40 minutos manteniendo el equilibrio, en el medio real.

## **2.2. Planteamiento teórico**

El elemento primordial en el proceso de la ingesta alimenticia sin duda está la saliva, cuya capacidad fisiológica esta mediada por el sistema nervioso; cuando el sabor de un determinado alimento desencadena una cascada de reacciones, conduce a que las paredes del estómago produzcan ácidos, proceso denominado fase cefálica de la digestión. Pero a nivel de la cavidad bucal, al mezclarse la saliva con los alimentos facilita la masticación, permitiendo además la degradación del almidón mediante la enzima alfa amilasa y de las grasas mediante la lipasa, procesos necesarios para una buena digestión alimenticia; sin embargo, existen factores que pueden alterar su fisiología. Para que la cavidad bucal cumpla su función requiere que los elementos que

lo conforman estén en óptimas condiciones, en cantidad y calidad entre ellas, la saliva. La saliva es una sustancia indispensable, reguladora de los cambios de pH ácidos producida por acción de las bacterias sobre los carbohidratos fermentables y del grado de acidez de los alimentos que ingerimos sean sólidos o líquidos; la saliva se encuentra comprometida en los procesos de desmineralización y remineralización del esmalte dentario debido a factores de pH ácidos cambiantes, y sus componentes de sales minerales indispensable para equilibrar dichos mecanismos que experimenta el esmalte dentario al estar expuesto al medio bucal.

## **2.3. Marco conceptual.**

### **2.3.1. Conceptos relacionados al problema**

#### **Saliva**

La saliva es una solución de secreción mixta, incolora, de consistencia acuosa, mezcla con fluidos provenientes de las glándulas salivales mayores, de las glándulas menores y del fluido crevicular. Contiene agua, mucina, proteínas, sales, enzimas, restos alimenticios, microorganismos y células descamadas de la mucosa bucal, linfocitos y granulocitos degenerados llamados corpúsculos salivales los cuales provienen principalmente de las amígdalas. Puede variar la consistencia de muy líquida a viscosa dependiendo de la glándula que la produzca y la excrete dentro de la cavidad oral (Ten, 1994) (Bashkar, 2007).

La saliva se encuentra saturada en calcio y fosfato y a su vez contiene flúor, proteínas, enzimas, agentes *buffer*, inmunoglobulinas y glicoproteínas, entre otros elementos de gran importancia para mantener el esmalte libre de caries y mantener húmeda la cavidad bucal.<sup>4</sup> y cuyo pH es alrededor de 7 a 8 (Finn, 2007), (Carrasco, 22006, 3(2): p. 60-63).

La saliva contiene las enzimas ptialina (una alfa amilasa), que escinde el almidón, y lipasa lingual (secretadas por las glándulas de Von Ebner), de importancia para la escisión de la grasa de la leche. El contenido de mucina, el mucus de la saliva, varía con las contribuciones de las distintas glándulas salivales. También hay inmunoglobulina A (IgA.) secretada por las células plasmáticas del tejido conectivo intersticial de las glándulas salivales. Estas a su vez impiden la adhesión de microorganismos de manera que no pueden flanquear el epitelio,

La saliva además contiene pequeñas cantidades de lisozima, de acción bactericida y lactoferrina que fija hierro y así inhibe el desarrollo de las bacterias que requieren de ese mineral. (Jenkins, 1983).

Del mismo modo hay presencia de iones, como sodio, potasio, cloruro, bicarbonato y fosfato. Las glándulas salivales (al igual que las glándulas sudoríparas de la piel) ayudan a eliminar desechos moleculares del cuerpo, lo cual explica la presencia de urea y ácido úrico en la saliva. El mucus lubrica los alimentos para que puedan movilizarse fácilmente en la boca, formen un bolo alimenticio y sean deglutidos.

Mientras la enzima lisozima destruye las bacterias; sin embargo estas sustancias no tienen una concentración suficiente para eliminar todas las bacterias bucales. (Tórtora, 2006).

El agua de la saliva suministra el medio propicio para disolver los alimentos de manera que puedan ser detectados por los receptores del gusto y comenzar las secreciones digestivas. Los iones cloruro de la saliva activan la amilasa salival, enzima que comienza la degradación del almidón. Los iones bicarbonato y fosfato amortiguan los alimentos ácidos que entran en la boca y por lo tanto la saliva es ligeramente ácida con un pH de 6.35 – 6.85 (Tórtora, 2006).

El flúor está presente en muy bajas concentraciones en la saliva, pero desempeña un importante papel en la remineralización, ya que al combinarse con los cristales del esmalte, forma el fluorapatita, que es mucho más resistente al ataque ácido.<sup>4</sup> La saliva es esencial en el balance ácido-base de la placa. Las bacterias acidogénicas de la placa dental metabolizan rápidamente a los carbohidratos y obtienen ácido como producto final. El pH decrece rápidamente en los primeros minutos después de la ingestión de carbohidratos para incrementarse gradualmente; se plantea que en 30 minutos debe retornar a sus niveles normales (Carrasco, 22006, 3(2): p. 60-63).

Para que esto se produzca actúa el sistema *buffer* de la saliva, que incluye bicarbonato, fosfatos y proteínas. El pH salival depende de las concentraciones de bicarbonato; el incremento en la concentración de bicarbonato resulta un incremento del pH. Niveles muy bajos del flujo salival hacen que el pH disminuya por debajo de 5-3, sin embargo, aumenta a 7-8 si se acrecienta gradualmente el flujo salival (Carrasco, 2206, 3(2): p. 60-63).

Es conocido también que las macromoléculas salivales están comprometidas con la funciones de formación de la película salival. Al estudiar las funciones de las proteínas salivales ricas en prolina, se ha demostrado que estas interaccionan con la superficie del diente, y forman parte de una capa de proteínas que se deposita sobre el mismo, denominada *película adquirida*. Esta está involucrada en procesos importantes como la protección de la superficie dentaria, su remineralización y la colonización bacteriana, entre otras (Carrasco, 2006, 3(2): p. 60-63).

### **2.3.1.1 Componentes orgánicos de la saliva**

#### **Mucinas**

Son el componente orgánico principal de la saliva, son glicoproteínas, carbohidratos complejos, tienen alto peso molecular e imparten propiedades viscosas a las secreciones salivales. Cumpliendo varias funciones entre ellas:

-Gracias a su propiedad visco elásticas permite la lubricación de tejidos duros y blandos (superficie bucal), minimizando la abrasión y facilitando el habla y la lubricación del bolo alimenticio y deglución.

#### **Cesteaterina**

-Es una fosfoproteína compuesta por 43 aminoácidos y también tiene la función de inhibir la formación de hidroxapatita, proporciona heterogeneidad en la colonización microbiana, lo cual conlleva a mantener la integridad del esmalte dentario al ser antibacteriana y antifúngica.

#### **Amilasa**

Aunque la amilasa salival es la única enzima lo suficientemente activa en la boca para tener una participación importante en la digestión (hidroliza el almidón), pero también están presente las antibacterianas y la lipasa lingual. (Bashkar, 2007) (Jenkins, 1983).

Cantidades adicionales de algunas de estas enzimas ( por ejemplo fosfatasa ácidas) y gran variedad que proceden de la flora de los tejidos de la cavidad bucal incluyen fosfatasa alcalina, catalasa, hialuronidaza, proteinasas, ureasa y desaminasas, las enzimas encargadas de convertir los carbohidratos en ácidos lácticos y muchas otras (Chungay 1961). Algunas de estas enzimas pueden tener parte importante en procesos que se verifican con lentitud y son altamente localizados (como la caries dental), pero pueden ignorarse en lo que se refiere a la digestión y la utilización del alimento (Jenkins, 1983).

La función de la amilasa salival es comenzar con la digestión del almidón desdoblándolo en moléculas más pequeñas como el disacárido maltosa, el trisacárido malto triosa o los polímeros de glucosa de cadena corta llamados alfa- dextrina. Aunque los alimentos se ingieren demasiado rápido como para que todo el almidón se degrade en la boca, la amilasa salival actúa sobre el almidón durante alrededor de una hora (Tórtora, 2006). Tiempo en el cual los ácidos estomacales los inactivan. La saliva contiene la lipasa lingual, secretadas por las glándulas salivales (Von Ebner) de la lengua. Esta enzima se activa en el medio ácido del estómago y de este modo comienza a actuar sobre los alimentos deglutidos. Degrada los triglicéridos de la dieta en ácidos grasos y di glicéridos. Un di glicérido es una molécula de glicerol unida a dos cadenas de ácido graso. (Tórtora, 2006).

### **Lisozima**

Esta proteína juega un rol muy importante en la defensa frente a las infecciones. Actúa frente a una gran variedad de microorganismos como bacterias, virus y hongos de diferentes especies de Cándida. Además de la actividad antibacteriana, se han descrito muchas otras actividades biológicas de la lisozima: por ejemplo, la actividad antiviral. Debido a rol importante como agente antibacteriano. (Jenkins, 1983).

### **Inmunoglobulinas.**

Principalmente la inmunoglobulina IgA., mientras de IgG y IgM. Se encuentran en menores cantidades y la función principal es la protección (Jenkins, 1983).

### **Leucocitos.**

La saliva contiene grandes cantidades de leucocitos, especialmente cuando la salud periodontal es precaria.

### **2.3.1.2. Componente inorgánico de la saliva**

Entre los compuestos inorgánicos destacan calcio, fosfatos y fluoruros de gran importancia en el proceso de remineralización; tiocinato, hipotiocinato, yodo y cloro de interés en los mecanismos defensivos del hospedador; bicarbonato como elemento tampón; potasio, sodio y magnesio, amoníaco y otros. De ellos los elementos más importantes son los fosfatos, los fluoruros y el calcio (Abramovich, 1984). El ion fluoruro tiene una fuerte afinidad  $\text{Ca}^{2+}$  y las pequeñas cantidades que existen en la saliva actúan fundamentalmente evitando el desarrollo de las lesiones de caries, y mayor resistencia a la desorganización ácida que la hidroxiapatita. El calcio como ya se indicó, procede principalmente de la glándulas sub mandibulares (de ahí la frecuente formación de cálculos en la superficie lingual de los incisivos inferiores); al igual que los fosfatos, la saliva estimulada esta sobresaturada, por lo que constituye una excelente solución remineralizante (Jenkins, 1983).

#### **Elementos:**

##### **Calcio.**

La presencia de calcio en la saliva, regula el equilibrio de la hidroxiapatita en el esmalte dentario; Modula la desmineralización y su remineralización.

Sirve para el mantenimiento de los cristales de hidroxiapatita del esmalte, bien durante el crecimiento o en la etapa adulta del individuo, frente a la desmineralización por los ácidos.

Cuando se produce el proceso de desmineralización del esmalte, se reinvierte el equilibrio hacia la remineralización del esmalte.

## **Sodio**

Los iones de sodio es uno de los más abundantes, controla y regula el equilibrio del agua. Evita una pérdida excesiva de líquidos por el organismo, su deficiencia produce deshidratación de la saliva (Jenkins, 1983).

## **Potasio**

Ayuda a mantener el equilibrio ácido- base. Regula el balance de agua al despertar la sensación de sed. Mantiene constante cualquier velocidad de flujo salival. Adecua la cantidad y distribución de agua en el cuerpo.

## **Cloruro**

El cloruro en la saliva es 1/7 del plasma sanguíneo. Aumenta la velocidad del Flujo Salival (Jenkins, 1983).

## **Bicarbonato**

Las variaciones de la concentración en el bicarbonato son la principal determinante del pH salival. Su deficiencia: Por la pérdida rápida de CO<sub>2</sub> de la saliva fresca y el aumento de pH pueden, en ocasiones, hacer que el producto de solubilidad de hidroxiapatita sea muy alto propiciando precipitaciones de este compuesto, así como el de otras sales de fosfato de calcio.

Forman cálculos en áreas próximas a los conductos de las glándulas parótida y submandibulares que drenan a la cavidad bucal (Jenkins, 1983).

Función protectora y remineralizante del diente

## **Fosfato**

Modula la desmineralización y remineralización del esmalte dentario, al regular el pH ácido salival y conserva los cristales del esmalte.

## **Flúor**

Existen varias teorías sobre el mecanismo protector del flúor: El fluoruro, al ser administrado en la infancia, es captado por la apatita del esmalte, reemplazando los iones de hidroxilo y dando lugar a la formación de fluorapatita, mucho menos soluble que la hidroxiapatita. Si el fluoruro está presente en la saliva alrededor del diente, en la fase acuosa y en concentración suficiente, la cantidad de esmalte disuelta en el agua está claramente disminuida. La velocidad de remineralización del esmalte dentario se acelera significativamente en presencia de flúor (Jenkins, 1983).

El fluoruro, al estar presente en la saliva, en el esmalte o en la placa bacteriana, altera la colonización de las bacterias, su crecimiento y/o su fermentación. Hoy en día casi nadie discute la necesidad de realizar profilaxis con flúor mediante la topicación, por medio de pastas dentales y/o colutorios. Sin embargo, no existe unanimidad en cuanto a la fluoración del agua potable sin discriminación (Jenkins, 1983).

## **Magnesio**

Es fundamental para la fijación de calcio y el fósforo en los huesos y dientes.

Su consumo en las cantidades recomendadas previene la osteoporosis y las caries.

El ion magnesio forma parte de la saliva, solución acuosa que tiene entre otras funciones la lubricación del alimento y el comienzo de su digestión. (Jenkins, 1983).

### **2.3.1.3. La función digestiva de la saliva**

Al facilitar la formación del bolo alimenticio, se adhiere a los alimentos y los humedece para que podamos masticarlos y mezclarlos formando una masa semisólida fácil de ser deglutida. La enzima de la saliva con función digestiva es la ptialina o amilasa salival que dirige el almidón (Jenkins, 1983).

## **Función protectora**

Es un lubricante muy activo entre los dientes, la comida y los tejidos bucales. Además del agua, la presencia de la mucina y de glicoproteínas ricas en prolina contribuye con las propiedades lubricantes de la saliva. Algunos componentes de la saliva tienen

efectos bactericidas causando la degradación mientras que otros pueden causar la agregación de las bacterias de la boca que favorecen su eliminación (Jiménez, 2004).

### **Dieta**

La dieta indiscriminada tiene una clara influencia en el riesgo de padecer caries dental, dado que los nutrientes indispensables para el metabolismo de los microorganismos provienen de los alimentos, factor etiopatogénico. Y cuando la cantidad de azúcares se incrementa o el número de ingesta es más frecuente se torna perjudicial para la superficie dental (esmalte), al menos si la dieta es más cariogénica (Espinoza, 2008).

### **Tiempo**

Este factor tiene una acción general, ya que se necesita el paso del tiempo para que los otros factores actúen pero en forma relativa. Si la ingesta demora más de lo necesario y sobre él están presentes los otros factores condicionantes, el riesgo de producir mayor desmineralización del esmalte está asegurado lamentablemente.

### **El pH salival**

El pH indica el grado de acidez o basicidad de una solución (químico Danés SLP Stirensen) éste se mide por la concentración del ion hidrógeno; los valores de pH están comprendidos en una escala de 1 a 14, el valor medio es 7; el cual corresponde a solución neutra por ejemplo agua, los valores que se encuentran por debajo de 7 indican soluciones ácidas y valores por encima de 7 corresponde a soluciones básicas o alcalinas.

Debido a que el pH indica la medida de la concentración del ion hidrogeno en una solución, se puede afirmar entonces, que a mayor valor del pH, menor concentración de hidrógeno y menor acidez de la solución (Medina, 2002).

Y en caso los alimentos y bebidas con niveles de pH por debajo de 5.3 pueden poner su esmalte en riesgo de erosión (Jiménez, 2004).

### **pH crítico**

El concepto fue aplicado inicialmente, para indicar que el pH salival que no está saturado con respecto a los iones de calcio y fosfato produciendo la disolución de la hidroxiapatita El pH crítico es de 5.5 (Ayala, 2008).

El pH crítico no es constante pero es proporcional a las concentraciones de calcio y fosfato de la saliva y el líquido de la placa (Ayala, 2008). pH por debajo del cual el fluido en la superficie de los dientes se hace no saturado respecto a la HA y permite la remoción de calcio y fosfato del esmalte.

Si  $pH < pH \text{ crítico}$ : disolución

Si  $pH > pH \text{ crítico}$ : precipitación

#### **2.3.1.4. Mineralización del esmalte**

El proceso de la mineralización del esmalte, tiene su inicio en la etapa temprana de su desarrollo, los dientes temporales como los permanentes; En la formación de todo tejido duro se llevan a cabo dos procesos necesariamente uno, la formación de la matriz orgánica y dos, la mineralización de dicha matriz, vale decir la aposición de las sales minerales. Para la aposición de las sales minerales es necesaria la presencia de la fosfatasa alcalina, y para el caso del esmalte, la sintetiza el estrato intermedio; células de origen ectodérmico situadas entre el epitelio interno y el retículo estrellado (órgano del esmalte) (Ten, 1994).

Químicamente el esmalte está constituido principalmente por material inorgánico (94%) y una sustancia orgánica (2%) y agua (4%). El material inorgánico del

esmalte es similar a la apatita, la característica cristalina del esmalte mineralizada homogéneamente (Bashkar, 2007), permite visualizar a través de él el color de la dentina.

El esmalte es esencialmente una masa muy empaquetada de cristales de apatita, y la mayor parte de sus características estructurales son el resultado de un patrón altamente organizado de orientación cristalina. La unidad básica del esmalte es la varilla que se crea merced a las diferencias en la orientación de los cristales. La razón por la cual los cristales asumen una configuración consistente en el esmalte, es una propiedad de los ameloblastos y sus procesos de Tomes. Cada ameloblasto principalmente es responsable de la formación de una varilla del esmalte que en conjunto forman el esmalte en su totalidad, el cual empieza su proceso de maduración desde la parte más alta de la corona y avanza cervicalmente. La maduración del esmalte experimenta una integración de dos procesos: cada prisma madura desde la profundidad hacia la superficie, y la secuencia de maduración de los prismas es desde las cúspides o borde incisal hacia la línea cervical. La maduración comienza antes que la matriz haya alcanzado su espesor total (Bashkar, 2007).

#### **2.3.1.5. Desmineralización y remineralización del esmalte**

##### **Desmineralización.**

Son dos procesos que forman parte de ciclos continuos y que varían dependiendo de factores como el tipo de la ingesta alimenticia y la metabolización de los mismos por los gérmenes presente en boca, que forman ácidos e interactúan con el esmalte dentario. El cual cede iones de calcio y fosfato que alteran la estructura cristalina, pero tornándola más susceptible a ser remineralizada.

El Ion  $H^+$  que poseen todos los ácidos, sin importar su origen, es el encargado de interactuar con el esmalte, captando de éste el fosfato de calcio que lo compone, produciendo el reblandecimiento inicial del esmalte (desmineralización)

La desmineralización en primera lugar, se le atribuye a los ácidos originados de la placa microbiana, que provocan la disolución de los minerales del esmalte del diente, al producirse una caída de las concentraciones del pH de la placa y el aumento del nivel de ácidos produciendo un gradiente de concentración del ácido, éste penetra al esmalte convirtiéndolo en una superficie porosa.

Pero el proceso de desmineralización se lleva a cabo no solamente por los ácidos que la placa microbiana produce, sino también por lo niveles de pH ácidos de los alimentos que ingerimos (sólidos o líquidos) es de tenerse más en cuenta que la cantidad consumida.

Cuanto más tiempo se lo retenga en boca, será más perjudicial, ya que permanece en contacto con las superficies dentarias por más tiempo.

Beber grandes sorbos, hace que la velocidad y la fuerza del contacto de la bebida con el diente aumente y de esta forma también aumenta el riesgo.

La saliva puede evitar la desmineralización del esmalte de cuatro maneras: 1) es un limpiador mecánico que disminuye la acumulación de placa; 2) reduce la solubilidad del esmalte por su contenido de iones calcio, fosfato y flúor; 3) amortigua y neutraliza la acción de los ácidos y 4) tiene actividad antibacteriana (Eugene, cap.9)

### **Remineralización**

La remineralización se define como el proceso mediante el cual, se produce el precipitado de calcio, fosfato y otros iones en la superficie o dentro del esmalte parcialmente desmineralizado; de esta forma se produce una ganancia neta de

minerales. Aun cuando ésta estructura no es capaz de auto regenerarse o auto-repararse, puede ganar minerales a partir del medio circundante (de la disolución del tejido mineralizado, de una fuente externa o una combinación) (Finn, 2007) (Abramovich, 1984). De preferencia fluoruro como un catalizador para reconstruir los bastoncillos faltantes o dañados (reparación no restaurativa) (Ten, 1994). Pero para que este fenómeno se lleve a cabo se requiere ante todo la acción amortiguadora, el restablecimiento del pH neutro salival, momento en que empieza la remineralización si existe fluoruro en la saliva; los minerales se depositan mediante la fluorapatita, la cual es más resistente a la erosión. Sin embargo los estímulos ácidos constantes y frecuentes (como chupar un limón o vómitos provocados) producen descalcificación del esmalte, desmineralización y erosión (Rodes, Benhamou, 2002).

En la remineralización ocurre un proceso inverso al de la disolución de los cristales de hidroxiapatita, la precipitación mineral se presenta a partir de la fase acuosa que circunda el esmalte. Se restablecen las concentraciones normales de calcio y fosfato, se controla la progresión del defecto y se propicia el establecimiento de las condiciones de equilibrio (Jenkins, 1983).

Los tratamientos de remineralización pueden acompañarse de cambios en la dieta o en la flora bucal, de esta forma se favorece la remineralización natural y la curación de lesiones de caries (Jenkins, 1983).

Head, en 1912 describió experimentos en los cuales se evidenció la capacidad de la saliva humana para endurecer áreas con caries en dientes extraídos, que se explica por el intercambio iónico (calcio y fosfato) entre el esmalte y el ambiente (Jenkins, 1983). Así las cosas para el esmalte, la saliva juega un papel importante en el mantenimiento de la integridad fisicoquímica mediante la modulación del proceso remineralización-desmineralización. En la saliva, los iones calcio y fosfato se encuentran en estado de súper saturación y sirven como fuente para el reemplazo de los que se pierden en

lesiones tempranas del esmalte (Carrasco, 2006, 3(2): p. 60-63). Los iones se depositan en la superficie del esmalte o se re depositan en las áreas donde existen pérdidas. Lo anterior puede considerarse un sistema de defensa natural promovido por la saliva neutralizando el ataque ácido mediante el proceso de la remineralización para preservar la estructura mineral del esmalte; este proceso es lento, es por ello que si la desmineralización ocurre, con mucha frecuencia se produce la Erosión Ácida. Por lo Qué tomas y Cómo lo tomas.

Actualmente se conocen tres agentes a partir de los cuales el esmalte dental se puede remineralizar: la saliva natural, la saliva artificial y las soluciones remineralizante (Barrios, 1991). La mayoría de los estudios de remineralización se realizan con saliva natural y artificial, motivados por las propiedades químicas de estos medios. La saliva artificial, no es otra cosa que una solución con solutos similares a los de la saliva natural. Se emplean también, soluciones remineralizante con concentraciones de calcio y fosfato altas o en una relación molar calcio/fosfato cercana a la de la hidroxiapatita.

El flúor en concentraciones altas, se incluye frecuentemente dentro de las soluciones remineralizante considerado como un complemento para el éxito del control y prevención de la caries por las siguientes razones (Abramovich, 1984). Aumenta la resistencia del esmalte a la disolución de los ácidos bacterianos; interviene en el control de la caries inicial o mancha blanca, fomentando la remineralización del esmalte, al favorecer la entrada en su estructura de iones de calcio y fosfato; esto sucede porque el flúor tiene carga negativa y atrae al calcio y fosfato cuya carga es positiva; por tanto, evita la incidencia de la caries contrarrestando la actividad productora de los ácidos por las bacterias.

## Sistema Buffer de Bicarbonato

Una solución amortiguadora o buffer es una solución de un par de ácido / base conjugado que resiste cambios de pH; se utiliza para mantener el pH de una solución relativamente constante y conocida aun en presencia de sustancias que podrían originar un cambio rápido y drástico de pH. La producción de ácido es el principal obstáculo para mantener el pH; La mayoría de los amortiguadores de los pH fisiológicos se combinan con H<sup>+</sup>. Al tener la capacidad de regular el pH de la cavidad bucal, la saliva funciona como una solución amortiguadora. Por ello, el sistema de bicarbonato es el principal sistema buffer en fluidos extracelulares. El equilibrio para este sistema se representa con la ecuación siguiente:

$CO_2 + H_2O \rightleftharpoons H_2CO_3 \rightleftharpoons HCO_3^- + H^+$  en donde CO<sub>2</sub> es dióxido de carbono, H<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> es ácido carbónico HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> es bicarbonato.

La enzima anhidrasa carbónica que se encuentra presente tanto en saliva como en las glándulas salivales se encarga de mantener una alta concentración de bicarbonato. El cual varía tanto en reposo y estimulada.

La concentración de bicarbonato en la saliva está directamente relacionada con la función buffer y el flujo salival. Se encuentra aumentada cuando es estimulada. Por ello, al disminuir la concentración de bicarbonato el riesgo de desarrollar caries dental aumenta por el grado de desmineralización producida (Jenkins, 1983).

Por tanto la importancia del buffer en la saliva como mecanismo de regulación ácido-básico está dada por su propiedad para controlar la disminución del pH, que resultan de la acción bacteriana sobre los carbohidratos fermentables (Jenkins, 1983).

Si La capacidad buffer de resistir cambios de pH. Cuyos valores se tornaran bajos, se piensa en un mayor riesgo de caries; para la formación de caries no es tan decisiva la

cantidad de azúcar ingerida, como más bien la frecuencia (Carrasco, 2006, 3(2): p. 60-63).

Ya que las bacterias reaccionan con cada suministro de azúcar formando ácidos. Incluso el simple pasaje por la cavidad bucal de una solución de glucosa por ejemplo, café endulzado, refrescos, el desafortunado invento reciente: produce en tan solo dos minutos una acidificación del medio bucal, agresivo para los dientes.

La capacidad buffer de la saliva es su habilidad para contrarrestar el cambio de pH y se puede definir en términos de “efecto buffer” como el valor de pH resultante al añadir una cantidad fija de saliva. Entre más alto sea el valor de pH mejor es la capacidad buffer de la saliva y viceversa (Corvalán, 1998,11(2): 42-46). El pH normal de la saliva varía entre 6.2 y 7.4 y este se modifica de acuerdo a la generación de ácidos por parte de los procesos metabólicos de las bacterias propias del área, o por la ingesta de ciertos alimentos que puede llevar a una disminución de pH; que si se mantiene en el tiempo favorece la aparición de la caries, mediante la desmineralización del esmalte, recesión gingival, entre otros. De ahí la importancia de contar con amortiguadores o buffer para contrarrestar el pH ácido. Si el pH es alcalino se favorece la formación de sarro o cálculos dentales.

Este sistema trabaja de manera similar que el sistema de fosfato, amortiguando la concentración de iones hidrogeno ( $H^+$ ) casi a lamita del valor de pH para el ácido carbónico que en saliva es casi 6 este sistema también tiene la habilidad de cambiar durante su función amortiguadora; de esta manera se puede perder  $CO_2$  como resultado del sistema de amortiguación. Este tipo de amortiguación se denomina fase amortiguadora y adiciona la capacidad de elevar el pH. (Jenkins, 1983).

### **Sistema buffer de proteínas.**

Al estar constituidas por aminoácidos, las proteínas adquieren características y propiedades de acuerdo al tipo de aminoácidos que las componen y pueden adquirir comportamientos ácidos y básicos que tendrán un impacto sobre el valor de pH del medio en que se encuentran.

La saliva contiene diferentes tipos de proteínas; la mayor parte corresponde a mucoproteínas (Mucinas) que pueden actuar como amortiguadoras o buffer cuando el pH se encuentra por encima o por debajo del punto isoeléctrico (pH al que una molécula no presenta carga neta). Por debajo del punto isoeléctrico las proteínas pueden aceptar protones y por encima pueden liberar protones. Muchas de las proteínas salivales tienen su punto isoeléctrico su pH entre 5 y 9, por lo que se convierten en buenos amortiguadores en medios alcalinos y básicos (Corvalán, 1998,11(2): 42-46).

### **Erosión**

Proceso físico químico de destrucción que sufre el esmalte (tejido altamente mineralizado) o la dentina expuestos al medio bucal, como efecto de los diferentes niveles de pH ácidos presente en los alimentos y bebidas que ingerimos. Y que se manifiesta con grados de degradación o destrucción. (Jenkins, 1983), (Jiménez, 2004)

### **Evitar la destrucción del esmalte (erosión) post ingesta.**

Dado que nuestros alimentos tienen la tendencia hacia la acidez, este produce erosión del esmalte durante la ingesta; y lamentablemente la recuperación del pH inicial de la saliva se da recién a los 30 minutos aproximadamente concluidos la ingesta (Attin 2004). Por tanto, la primera medida será un enjuague bucal con agua (para acelerar la recuperación del pH basal salival), pero el cepillado dental deberá ser por lo menos 45 minutos o una hora (dato por confirmar) después de concluida la ingesta alimenticia;

para permitirle al esmalte el proceso del inicio de la remineralización por efecto de la saliva, y de esa manera evitar la destrucción de la erosión producida en el esmalte.

### **Esmalte**

Es el tejido más duro y altamente mineralizado del organismo que cubre la parte coronal del diente, consta de un 94% de sales minerales más un 4% de agua y 02% material orgánico. El contenido inorgánico del esmalte es un fosfato de calcio cristalino conocido como hidroxiapatita, el más abundante con aproximadamente un 90% de las sales minerales que también se encuentra en el hueso, el cartílago calcificado, la dentina y el cemento. Varios iones, tales como el estroncio, el magnesio, el plomo y el flúor, si se hallan presente durante la formación del esmalte, pueden ser incorporados dentro de él, o absorbidos por los cristales de hidroxiapatita. La susceptibilidad de estos cristales a su disolución por los ácidos, provee la base química de la lesión que constituye la caries dental (Abramovich, 1984)

Aunque casi todo el volumen del esmalte se halla ocupado por cristales de hidroxiapatita densamente empaquetados, hay una red delicada de material orgánico que se ubica entre los cristales que son la enamulina y las amelogeninas (proteínas no colágenas)

(Ten, 1994). El esmalte como tejido altamente mineralizado cumple la función de protección de la corona del diente adquiriendo diferentes espesores de acuerdo a cada diente alcanzando un espesor máximo de 2.5mm. y cuya densidad es de 2.8.

El esmalte estructuralmente está constituido por millones de prismas mineralizados que atraviesan sin interrupción el espesor, desde la unión amelo-dentinario hasta la superficie. Para su estudio se utiliza la técnica por desgaste( cuyo espesor no más de 30 micrones), dado que por su alto grado de mineralización al descalcificarlo desaparecería por completo, para su observación pueden utilizarse: la

microscopía óptica, microscopía óptica con luz polarizada, microscopía electrónica de transmisión(MET), microscopía electrónica de barrido(MEB), microfotografía, microautorradiografía (radioisótopos), difracción electrónica, difracción de rayos X, análisis por rayos X. (Abramovich, 1984)

Se ha mencionado que las sustancias más abundantes en el esmalte son los cristales de hidroxiapatita. Sin embargo, algunos elementos existen en cantidades insignificantes pero resultan importantes desde el aspecto cualitativo. Entre los elementos que existen en cantidades insignificantes figuran: el flúor, el cinc, el hierro, el molibdeno, el yodo, el cobre, el magnesio, etc. No obstante la presencia de vestigios de algunos de estos elementos es esencial para la vida, por ser indispensables para que se realicen determinados procesos biológicos. Un mínimo cambio en su concentración, en exceso o carencia, desencadena perturbaciones fisiológicas. Algunos elementos que en los análisis químicos aparecen en cantidades mínimas, adquieren valores inesperados cuando son considerados desde el punto de vista biológico. Una mención especial debe hacerse respecto a los cloruros y bromuros, bario y estroncio; sustancias repetidamente encontradas en el esmalte, pero cuyas funciones están aún por determinarse. La circunstancia de estar más concentrados en la capa superficial del esmalte permite suponer que algunos de ellos, por lo menos en parte, son incorporados durante el periodo funcional del diente, y su origen estaría en los alimentos que contactan con el tejido durante la ingesta. (Bashkar, 2007).

#### **2.3.1.6. Características cualitativas del esmalte**

##### **Dureza**

La dureza es la resistencia superficial de una sustancia a ser rayada o a sufrir deformaciones de cualquier índole motivadas por presiones. Se utilizan diversos métodos para determinar la dureza del esmalte. Uno de ellos el del denominado KHN

(Koop Hardness Number), que permite determinar la dureza de estructuras frágiles. Se registra en Kg/m<sup>2</sup>. Los valores para el esmalte son de 200 a 500 KHN. Otro de los métodos utilizados frecuentemente es el de la escala de Mohs, quien estableció valores de acuerdo con la dureza de distintas sustancias. Según este método, la dureza del esmalte decrece desde la superficie a la unión amelodentinario y se ubica entre los 5 y 6 en la escala de Mohs (Jenkins, 1983).

### **Densidad**

La densidad decrece desde la superficie libre a la unión amelodentinario y oscila entre 2.8 y 3. Aumenta progresivamente durante la amilogénesis, alcanzando los valores normales cuando el diente erupciona en la cavidad bucal (Bashkar, 2007).

### **Elasticidad**

La elasticidad es escasa y está en relación directa con la cantidad de agua y de sustancia orgánica que contiene (Bashkar, 2007).

### **Color**

El esmalte carece de color propio; su color aparente depende de la estructura subyacente- fundamentalmente de la dentina- pero su espesor modifica su grado de transparencia. En la zona de mayor espesor borde incisal y cúspides- aparece una tonalidad grisácea o blanco azulado, mientras que en las zonas donde es más delgado (cervical del diente) presenta una tonalidad blanco amarillenta.

En las zonas geográficas en las que la cantidad de flúor contenido en el agua de consumo sobrepasa a una parte por millón (1 ppm), el esmalte puede adquirir distintas tonalidades, llegando hasta el pardo oscuro. A esta alteración se le denomina fluorosis o diente vetado. Contrariamente a lo que habitualmente se cree, los individuos de raza

negra no presentan dientes más blancos que los de raza blanca ((Bervokovitz, 1995), (Corvalán, 1998,11(2): 42-46).

### **Solubilidad**

El esmalte expuesto a un medio ácido se solubiliza, la saliva es un medio ligeramente ácido, pero ciertos iones y moléculas pueden modificar esta propiedad; la aplicación de fluoruros sobre la superficie del esmalte disminuye su solubilidad, La capa superficial es varias veces menos solubles que la capa más profunda, y ésta característica aumenta a medida que nos aproximamos a la unión amelodentinario (Bashkar, 2007).

### **Permeabilidad**

La permeabilidad es extremadamente escasa; se considera al esmalte como una membrana semipermeable que permite el lento flujo de agua y de algunos iones desde el medio bucal al interior. De esta manera algunos elementos presentes en la saliva pueden incorporarse al esmalte (Bashkar, 2007).

### **Elementos presentes en el esmalte**

En la superficie del esmalte encontramos más flúor, plomo y zinc, más la hidroxiapatita dicha superficie será más dura. Mientras en la parte más profunda: si bien es cierto está también la hidroxiapatita, pero la presencia de sodio, magnesio, carbonatos los hacen menos duros en comparación con la superficie; también en todo el esmalte encontramos: aluminio, azufre, bario, cobre, estroncio, estaño, molibdeno, titanio (Carrasco, 2006, 3(2): p. 60-63).

### **Prismas elemento básico del esmalte**

Son los elementos básicos de la estructura del esmalte cuya característica fundamental es su alto grado de mineralización, lo que hace que el esmalte sea el tejido más mineralizado del organismo, los prismas están compuestos por cristales semejantes a la apatita, los que se encuentran alojados en una matriz de naturaleza proteica y se presentan como columnas de forma ondulada que atraviesa todo el espesor del esmalte, desde la unión esmalte dentina hasta la superficie libre del diente, cuyo número esta en relación directa con el tamaño de la corona que varía de 5 a 12 millones. (Carrasco, 2006, 3(2): p. 60-63).

### **Estructura histológicas del esmalte**

Las estrías de Retzius, las bandas de Hunter-Schreger, husos adamantinos, laminillas del esmalte, la banda o línea neonatal, penachos del esmalte, consideradas todas ellas zonas hipomineralizadas, más propensas a experimentar desmineralización por el pH ácidos de los alimentos, tornándose más proclives a la caries dental. Cuya prevención para evitar o disminuir la incidencia de caries dental están las diferentes formas de aplicación de flúor, y las recomendaciones del cepillado dental de forma correcta (Bashkar, 2007)

### **Característica macroscópica.**

Los surcos y fisuras son hendiduras de profundidad variada que aparecen en las caras vestibulares, linguales, palatinas y oclusales. Su presencia señala las zonas donde confluyen distintos mamelones que participaron en la formación de la corona. Cuyas características se convierten en zonas retentivas de residuos alimenticios, zonas proclives a desmineralizarse y por ende lugar de inicio de la caries dental.

## **Histofisiología.**

El conocimiento de las características del esmalte es indispensable para llegar a establecer en qué forma se dan las condiciones de las caries. Solamente teniendo en cuenta la estructura del esmalte y sus características físico-químicas y biológicas, es posible realizar una correcta reparación de los tejidos perdidos y evitar que la caries repita su mecanismo destructivo.

El esmalte es un tejido con características propias, su estructura físico-químico del esmalte dificulta su estudio: primero, por la escasa cantidad de material orgánico, aunque no por escaso se puede disminuir su enorme importancia que hace del esmalte un tejido con propiedades específicas, el cual nunca podrá ser considerado como una masa estrictamente mineral. La dureza del esmalte es un obstáculo para obtener cortes suficientemente delgados para su estudio microscópico: óptico y electrónico (Bashkar, 2007).

La histofisiología del esmalte esta en íntima relación con una serie de factores que lo condicionan para resistir a los agentes destructivos del medio bucal. Entre dichos factores que contribuyen a resistir a los agentes destructivos están:

Los inherentes a los dientes: El buen grado de mineralización determinados por elementos inorgánicos como por ej. El flúor que permite la buena mineralización; la forma y disposición de los prismas; las características de la superficie libre (su morfología) en algunos casos; la buena posición de los dientes; la superficie plana y homogénea en algunos casos.

Los Inherentes al medio bucal: un pH normal de la saliva, y su acción búfer el cual equilibra el grado de acidez de los alimentos evitando la disolución de los cristales; la cantidad suficiente y necesaria de secreción de saliva; la cantidad de flora microbiana (Bashkar, 2007).

## **Factores extrínsecos que propician la desmineralización**

Régimen alimenticio de tipo cariogénicos (carbohidratos), y el tiempo durante el cual se mantienen los hidratos de carbono en la boca; los alimentos ácidos o tendencia a ella.

Dejando de lado los factores inherentes al esmalte, el proceso de caries se puede iniciar cuando los factores del medio bucal se hacen propicios para el desarrollo de la flora microbiana cariogénica. Los hidratos de carbono de la dieta promueven el establecimiento de un medio ácido descalcificador, o por lo menos adecuado para la proliferación de gérmenes cariogénicos (Corvalán, 1998,11(2): 42-46).

El esmalte por sus características es capaz de experimentar modificaciones a partir de la superficie libre, bajo las influencias del medio bucal. Este último puede actuar de dos maneras, uno, cuando el medio bucal tiene un pH ácido, puede provocar la disolución de los cristales del esmalte, y dos, cuando algunas sustancias disueltas en la saliva o que están en contacto con los dientes durante la ingesta pueden incorporarse a las moléculas de los cristales o ubicarse entre ellos. Este mecanismo, que consiste fundamentalmente en la incorporación de elementos minerales en el esmalte perteneciente a un diente, se denomina remineralización, pero no obstante de ello es muy escaso entre ellos el flúor (Corvalán, 1998,11(2): 42-46).

## **Los carbohidratos y su relación con el pH**

En ausencia de alimentos, bebidas o medicamentos que contienen carbohidratos detectables, el pH de la placa se mantiene relativamente constante, sin embargo cuando se ingieren alimentos o bebidas tales como carbohidratos, se reduce el pH de la placa. a un pH menor de 5.5 el ácido comienza a disolver el esmalte dentario y este proceso continúa durante 20 o 30 minutos; hasta que el efecto amortiguador de la saliva neutraliza la acidez de la placa. (Corvalán, 1998,11(2): 42-46)

Una vez que la acción amortiguadora ha restablecido el pH de la placa por arriba de su punto crítico, ocurre la remineralización, si existe fluoruro en la saliva, los minerales se depositan mediante fluorapatita, la cual es más resistente a la erosión; sin embargo los estímulos ácidos constantes y frecuentes (como chupar un limón o vómitos provocados) producen la, desmineralización y erosión del esmalte (Corvalán, 1998,11(2): 42-46)

## **Flúor**

Es un gas halógeno de color verde oscuro muy reactivo y el más electronegativo; este elemento se encuentra ampliamente distribuido en la corteza terrestre en forma de fluoruros insolubles tales como el espato de flúor  $\text{CaF}_2$ , criolita, y fluorapatita, que fue aislado por primera vez en 1886 por Moissar (Espinoza, 2008), (Tórtora, 2006).

La principal fuente es el agua, los pescados tales como el arenque, sardina, bonito y el té; siendo este la principal fuente de flúor para muchas personas, su ingesta depende de la edad y del contenido del flúor en agua. En niños de 6 meses es de 0.4 a 0.7 mg/ día y de 2 años 0.62 mg/día. La dosis máxima aconsejada es de 20 a 80 mg/día, mientras que la dosis letal para los adultos está comprendida entre los 2,500 a 5,000 mg de fluoruro de sodio (Espinoza, 2008).

Por tanto la función más importante del flúor es prevenir la caries dental, se han propuesto varios mecanismos para esta actividad anti caries (Tórtora, 2006), pero los iones fluoruro ejercen también una acción inhibitoria sobre diversos sistemas enzimáticos, lo que podría justificar alguno de sus efectos cariostáticos, en la saliva su concentración suele ser de 0.01ppm (Espinoza, 2008).

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1. Hipótesis general**

Existe variación en la concentración de sales minerales, como producto de la desmineralización del esmalte de dientes permanentes humanos, por la acción ácida de saliva artificial a pH, de 5.3 y 5.5

### **2.4.2. Hipótesis específica**

-Existe mayor concentración de **calcio**, producto de la desmineralización del esmalte en saliva artificial a pH de 5.3.respecto a pHde5.5 (pH crítico)

-Existe menor concentración de **fosfatos**, producto de la desmineralización del esmalte en saliva artificial a pH de 5.5 (pH crítico) respecto a pH de 5.3.

## CAPÍTULO III

### MÉTODO

#### 3.1 .Tipo de investigación.

Esta investigación es de tipo:

**-Experimental.** Porque se llegó a manipular la variable independiente causante del efecto (desmineralización)

**-Prospectivo.** Porque la información se recogió a partir del inicio de la investigación, de acuerdo con los criterios requeridos y con fines específicos.

**-Transversal de corte transversal–** Porque las muestras fueron medidas una sola vez para su análisis posterior.

**-Analítico.** Porque fue necesario separar los componentes de las sales minerales para su mejor estudio (mediante el análisis químico)

**-Explicativa.** Surge por la pregunta ¿qué factores originaron el caso? Por tanto a través de ella permitió hallar los factores que incidieron directamente sobre el objeto.

(Mormontoy, W - 1993),(Sánchez,H. y Reyes,C. (1984)

#### 3.2. Diseño de investigación.

La presente investigación tiene un diseño de laboratorio, cuantitativa experimental, porque se tiene como base las hipótesis y los procedimientos conducentes a encontrar los efectos del pH ácido.

#### 3.3 .Variables

##### 3.3.1. Variable independiente

Saliva artificial a pH de 5.3 y 5.5

##### 3.3.2. Variable dependiente

Concentración de sales minerales

### 3.3.3. Operacionalización de variables

Variable	Concepto	Indicadores	Escala	Valor
VI Saliva artificial a pH 5.3 y 5.5	Es un compuesto que cuenta con los diferentes elementos que forman la saliva,  Cuyo pH de 5.30, es por sus contenidos de mayor cantidad de hidrógenos respecto al pH 5.5, en ambos casos con efectos desmineralizantes.	Del 1 a 14	De Razón Continua Grados	pH bajo
VD Concentración de sales minerales	Es la característica que presentan los tejidos sólidos para ser duros de acuerdo a su concentración, pero también diluidos en todo el organismo y cumplen funciones muy importantes y necesarias.	Abundante o Escasa	Nominal	Buena Mala

### 3.3.4. Unidad de análisis

Saliva artificial en la cual estuvieron sumergidos los dientes.

### 3.4. Universo

Piezas dentarias extraídas por razones ortodóncicos.

### 3.5. Muestra:

Esta quedó constituida por cuatro muestras de saliva artificial, en cada una de ellas fueron sumergidas cinco piezas dentarias en total 20.

**Unidad de análisis:** Saliva artificial a diferentes grados de pH donde se encuentran sumergidas las piezas dentarias (parte coronal)

El número de la muestra se calculó con la siguiente fórmula para comparar medias:

$$n = \frac{(Z_{\alpha} + Z_{\beta})^2 * (s_1^2 + s_2^2)}{d^2}$$

$$= \frac{(1,96 + 0,84)^2 * 0,074^2 + 0,055^2}{0,15^2} = 4,41 \approx 5$$

#### Donde:

Coficiente de confianza 95%	$Z_{\alpha}$	1,96
Coficiente de potencia de prueba 80%	$Z_{\beta}$	0,84
Desviación estándar grupo 1	$S_1$	0,07400
Desviación estándar grupo 2	$S_2$	0,05500
Diferencia propuesta	d	0,15
Tamaño de muestra	n	4,41

#### Muestreo:

La selección se realizó cumpliendo con los criterios de inclusión y exclusión, los cuales formaron parte de cada grupo mediante asignación aleatoria de grupos a comparar.

### **3.6. Criterio de selección**

#### **3.6.1. Criterio de inclusión**

Se recolectaron 20 piezas dentarias permanentes posteriores humanas, obtenidas por motivos ortodóncicos, cuya parte coronal fueran totalmente sanas y sin presencia de caries e hipoplasias; conservadas todas en suero fisiológico hasta el momento de la ejecución de la prueba,

#### **3.6.2. Criterio de exclusión.**

Para ello se consideraron lo siguiente: Dientes con caries, dientes temporales y algunas malformaciones que impliquen presencia de zonas hipomineralizadas.

### **3.7 .Técnicas de investigación**

Analítico por haberse realizado en un lugar pre- establecidos para el efecto.

Universidad Nacional de Ingeniería (facultad de Ciencias)

#### **3.7.1. Instrumentos y/o fuentes de recolección de datos**

Se utilizó un peachímetro, para registrar el grado de acidez del bolo alimenticio, dato necesario para la preparación de saliva artificial, pH hallado que se utilizó para la investigación propiamente (Dato obtenido mediante un plan piloto)

#### **Insumos**

Saliva artificial carente de sales minerales (fosfato y Calcio) preparada por la facultad de biología UPCH, y dientes permanentes posteriores humanos recolectados.

Instrumentos propios de laboratorio para el análisis químico de fosfato y calcio (UNI)

#### **3.7.2. Procedimiento.**

##### **Plan piloto que consistió en lo siguiente.**

Se seleccionaron 10 personas adultas aparentemente sanas sin enfermedades sistémicas, con edades de 25 a 45 años, cuyas piezas dentarias estén sin caries u obturadas y sin lesiones de tejidos blando, para evitar posibles sesgos en los resultados

del pH medida antes del consumo de la dieta alimenticia. Luego, durante la ingesta de sus alimentos se solicitó a las personas seleccionadas, una pequeña cantidad, pero suficientes de bolo alimenticio para su respectiva medición de su pH. Cuyo promedio fue de 5.3, dato que se utilizó en el preparado de la saliva artificial, para uno de los grupos, y para el otro grupo se tomó como referencia el pH crítico de 5.5 dato ya conocido en la literatura.

### **Procedimiento propiamente**

En primer lugar se solicitó a la facultad de biología de la universidad Cayetano Heredia, la preparación de saliva artificial carente de sales minerales de calcio y fosfato, a un pH de 5.3 y otro, a un pH de 5.5 con las mismas características.

En segundo lugar, en cada preparado se colocaron piezas dentarias posteriores humano (parte coronal) por 40 minutos, (simulando el tiempo de la ingesta), tiempo aproximado que tardaron las personas en la ingesta de sus alimentos del almuerzo.

En tercer lugar, la saliva en la cual estuvieron sumergidos los dientes, fue analizada por la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Ingeniería: para determinar presencia de calcio y fosfato, cuyos resultados fueron utilizados para los análisis estadísticos del presente trabajo.

### **3.7.3. Análisis y procesamiento de datos**

#### **Descriptivo:**

Los valores de las concentraciones tanto de calcio como fosfato fueron resumidos utilizando medidas de tendencia central (media aritmética y mediana), dispersión (desviación estándar, rango, coeficiente de variación, error estándar).

Se evaluó la normalidad de los datos mediante la prueba de ShapiroWilk por ser muestra pequeñas ( $n < 30$ ), encontrándose distribución normal para ambas variables dentro de cada grupo de comparación. Ver anexo B

Para su representación gráfica se utilizaron tablas simples y compuestas, así como diagramas de cajas y bigotes simples y agrupados para visualizar las distribuciones de los parámetros evaluados.

#### **3.7.4. Inferencial-prueba de hipótesis**

Para el contraste de hipótesis de diferencia de concentraciones entre grupos de saliva artificial a pH de 5,3 y 5,5; se aplicó la prueba paramétrica t de Student para muestras independientes a un nivel de confianza del 95% aceptando un error tipo 1 de 5%.

## Capítulo IV

### 4.1. Presentación de resultados

#### 4.1.1. Análisis descriptivo

Para el grupo experimental correspondiente a saliva artificial a un pH de 5,5, se hallaron concentraciones de fosfato con un promedio de  $0,27 \pm 0,0552$  ppm (IC95%: 0,2014; 0,3386) con una dispersión baja de los datos ( $CV < 30$ ). Tabla 1

La distribución de los valores de fósforo se ven representadas en el diagrama de caja y bigotes. Figura 1

Para el grupo de saliva artificial a un pH de 5,3, los valores aumentaron presentando un promedio de fosfato de  $0,686 \pm 0,739$  ppm (IC95%: 0,594; 0,778) con una dispersión baja de los datos ( $CV = 10,8\%$ ). Tabla 2

La distribución de las concentraciones de fosfato se puede visualizar en el diagrama de cajas. Figura 2

En el caso del grupo de saliva artificial con pH DE 5,5, se encontraron valores promedio de calcio de  $1,823 \pm 0,095$  ppm (IC95%: 1,705; 1,940) con dispersión relativa muy baja ( $CV = 5,2\%$ ). Tabla 3. Esto se ve reflejado en la distribución de los valores de calcio en el diagrama de cajas y bigotes. Figura 3.

En cuanto al grupo de saliva artificial con pH 5,3, la concentración de calcio halladas muestra un promedio de  $2,059 \pm 0,151$  ppm (IC95%: 1,872; 2,247) con baja dispersión relativa muy baja ( $CV = 7,3\%$ ). Tabla 4. Estos resultados se grafican en el diagrama de caja y bigotes, mostrándonos simetría en su distribución. Figura 4.

#### 4. 1.2. Análisis inferencial-prueba de hipótesis

Al comparar las concentraciones de Calcio entre grupos de saliva artificial a pH 5,3 Y 5,5; se hallaron diferencias estadísticamente significativas ( $p\text{-valor} = 0,018$ ). Tabla 5. Se puede observar que la proyección de los valores de la mediana en el diagrama de

cajas y bigotes no caen dentro de las cajas lo que supone una diferencia entre ambos grupos. Figura 5

Con respecto a la comparación de Fosfato entre ambos grupos de pH, se encontró diferencias estadísticamente muy significativas ( $p$ -valor=0,000). Tabla 6. Este se evidencia en lo alejado de las medianas para ambos grupos asumiendo gráficamente esa marcada diferencia. Figura 6

Para el contraste de hipótesis de diferencia de concentraciones entre grupos de saliva artificial a pH de 5,3 y 5,5; se aplicó la prueba paramétrica  $t$  de Student para muestras independientes a un nivel de confianza del 95% aceptando un error tipo 1 de 5%.

**Tabla 1. Valores descriptivos para las concentraciones de Fosfato (ppm) en saliva artificial a un nivel de PH de 5.5**

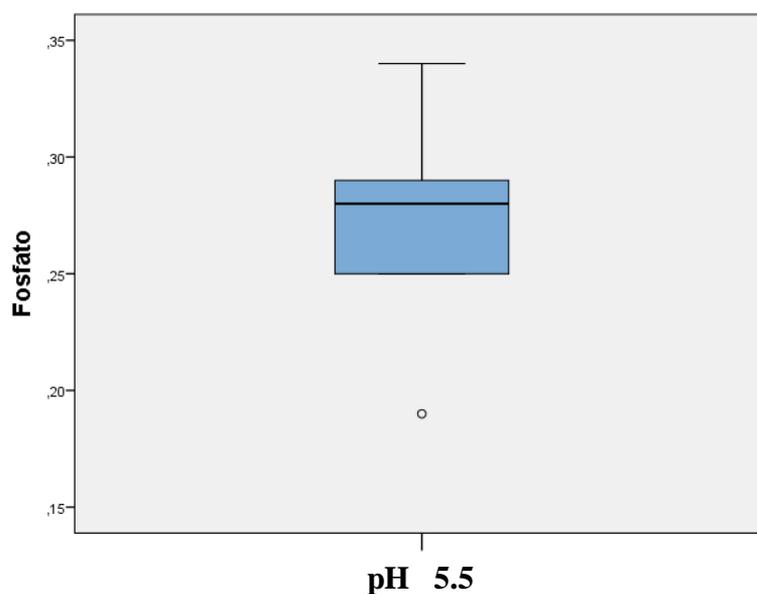
Parámetros	Fosfato (ppm)	
N	5	
Media	0,27	
Intervalo de confianza <sup>a</sup>	Li	0,2014
	Ls	0,3386
Error estándar de la media	0,0247	
Mediana	0,28	
Desviación estándar	0,0552	
Varianza	0,003	
Rango	0,15	
Mínimo	0,19	
Máximo	0,34	
CV <sup>b</sup>	20.5%	

<sup>a</sup>Estimación de la media a un 95% de confianza

<sup>b</sup>Coefficiente de variación

Para el grupo experimental correspondiente a saliva artificial a un pH de 5,3, se hallaron concentraciones de fosfato con un promedio de  $0,27 \pm 0,0552$  ppm (IC95%: 0,2014; 0,3386) con una dispersión baja de los datos (CV<30).

**Figura 1. Diagrama de cajas para la distribución de los valores de concentración de fosfato (ppm).**

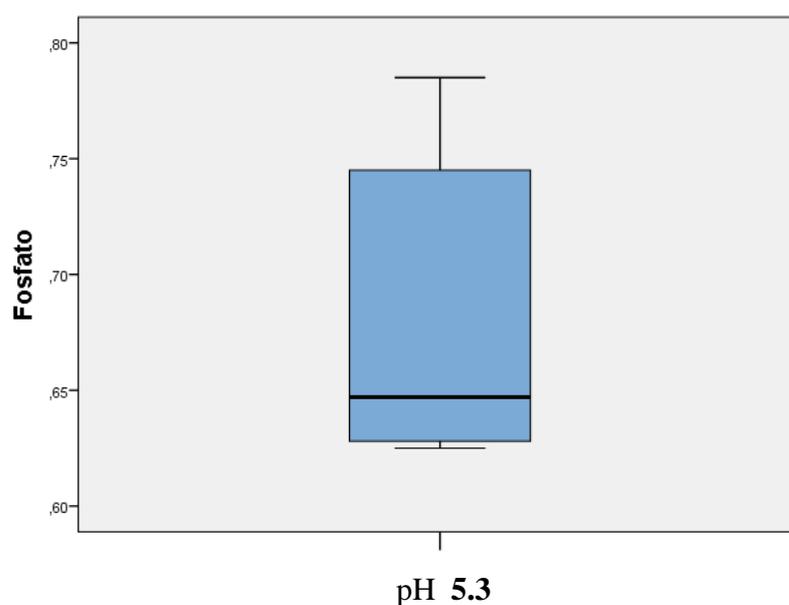


**Tabla 2. Valores descriptivos para las concentraciones de Fosfato (ppm) en saliva artificial a un nivel de PH de 5,3**

Parámetros	Fosfato (ppm)	
N	5	
Media	0,686	
Intervalo de confianza <sup>a</sup>	Li	0,5942
	Ls	0,7778
Error estándar de la media	0,0331	
Mediana	0,647	
Desviación estándar	0,739	
Varianza	0,005	
Rango	0.16	
Mínimo	0,63	
Máximo	0,79	
CV <sup>b</sup>	10,8%	

Para el grupo de saliva artificial a un pH de 5,5, los valores aumentaron presentando un promedio de fosfato de  $0,686 \pm 0,739$  ppm (IC95%: 0,594; 0,778) con una dispersión baja de los datos (CV=10,8%).

**Figura 2. Diagrama de cajas para la distribución de los valores de concentración de fosfato (ppm).**



**Tabla 3. Valores descriptivos para las concentraciones de Calcio (ppm) en saliva artificial a un nivel de pH de 5.5**

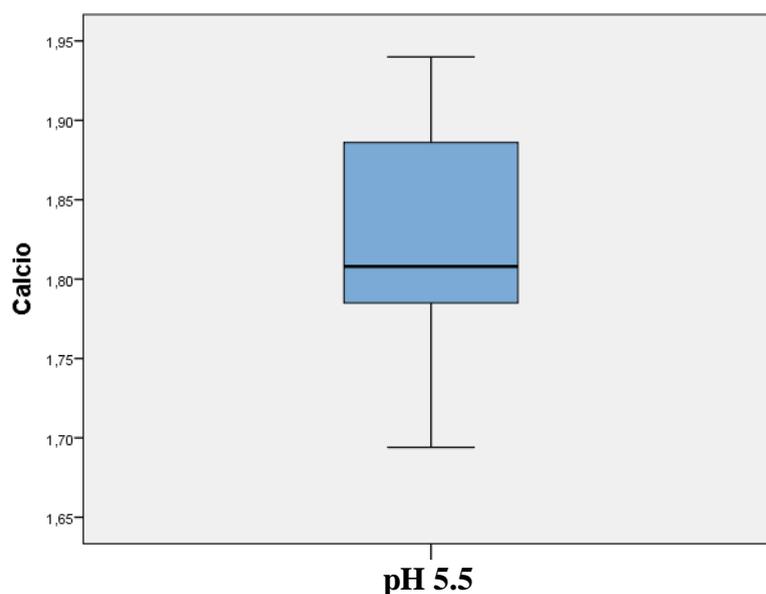
Parámetros	Calcio (ppm)
N	5
Media	1,8226
Intervalo de confianza <sup>a</sup>	1,7049 1,9403
Error estándar de la media	0,0424
Mediana	1,808
Desviación estándar	0,0948
Varianza	0,009
Rango	0,25
Mínimo	1,69
Máximo	1,94
CV <sup>b</sup>	5,2%

<sup>a</sup>Estimación de la media a un 95% de confianza

<sup>b</sup>Coficiente de variación

En el caso del grupo de saliva artificial con pH DE 5,3, se encontraron valores promedio de calcio de  $1,823 \pm 0,095$  ppm (IC95%: 1,705; 1,940) con dispersión relativa muy baja (CV=5,2%).

**Figura 3. Diagrama de cajas para la distribución de los valores de concentración de Calcio (ppm).**

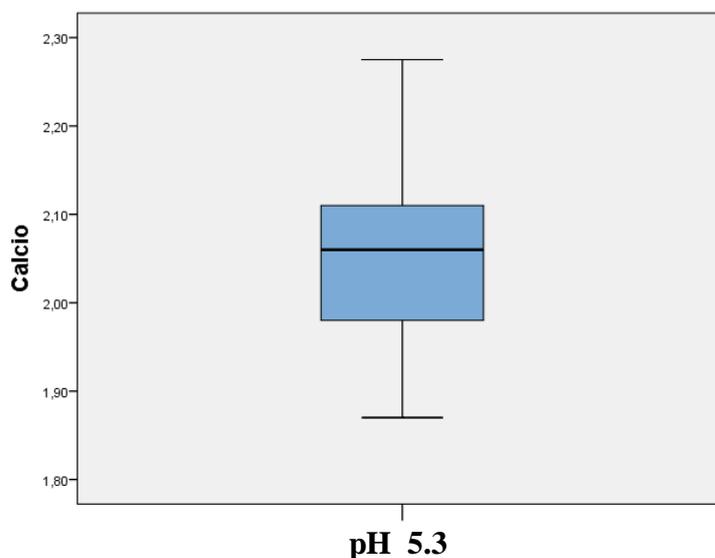


**Tabla 4. Valores descriptivos para las concentraciones de Calcio (ppm) en saliva artificial a un nivel de PH de 5,3**

Parámetros	Calcio (ppm)	
N	5	
Media	2,059	
Intervalo de confianza	Li	1,8715
	Ls	2,2465
Error estándar de la media	0,0675	
Mediana	2,06	
Desviación estándar	0,151	
Varianza	0,023	
Rango	0,41	
Mínimo	1,87	
Máximo	2,28	
CV <sup>b</sup>	7,3%	

En cuanto al grupo de saliva artificial con pH 5,5, la concentración de calcio halladas muestra un promedio de  $2,059 \pm 0,151$  ppm (IC95%: 1,872; 2,247) con baja dispersión relativa muy baja (CV=7,3%).

**Figura 4. Diagrama de cajas para la distribución de los valores de concentración de Calcio (ppm).**



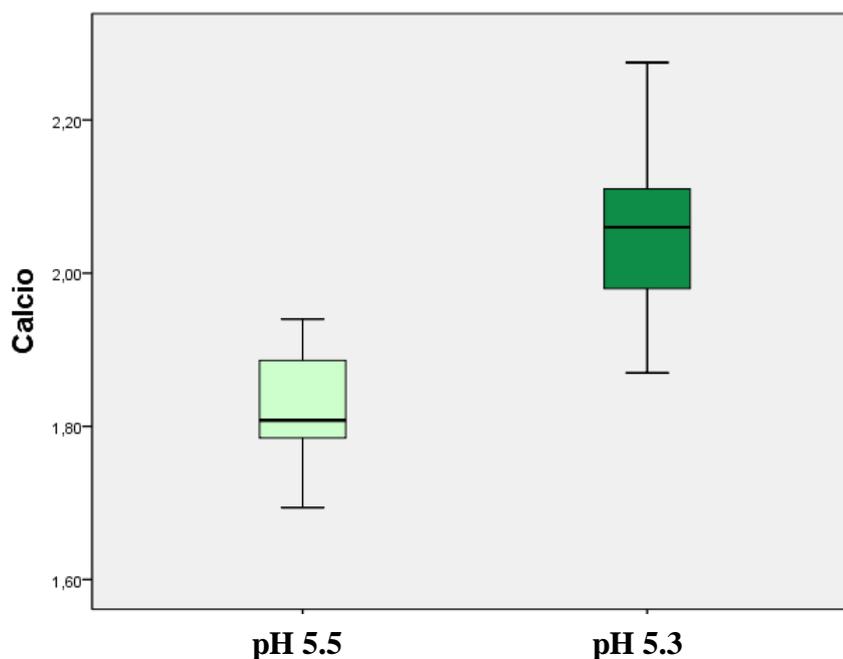
La tabla 5 muestra la comparación de las concentraciones de Calcio entre grupos de saliva artificial a pH 5.3 y 5.5; hallándose diferencias estadísticamente significativas ( $p=0.018$ ) En cuyo gráfico se observar la distribución de los valores para la concentración de Calcio por grupo de pH, siendo para el grupo de pH 5.3 mayor al del grupo con pH 5.5.

**Tabla 5. Comparación de los valores de concentración de Calcio (ppm) entre grupos con PH 5,3 y 5,5.**

Grupos	Media	IC95%		Mediana	DE	Mínimo	Máximo	CV	P-valor <sup>a</sup>
		Límite inferior	Límite superior						
pH 5.5	1,823	1,705	1,940	1,808	0,095	1,694	1,940	5,2%	0,018*
pH 5.3	2,059	1,871	2,247	2,060	0,151	1,870	2,275	7,3%	

*\*Diferencias significativas ( $p<0,05$ ); <sup>a</sup>Basado en el test t student para dos medias independientes*

*DE: desviación estándar; IC: Intervalo de confianza; CV: Coeficiente de variación*



**Figura 5. Distribución comparativa de la concentración de Calcio (ppm) para valores de PH 5,3 y 5,5**

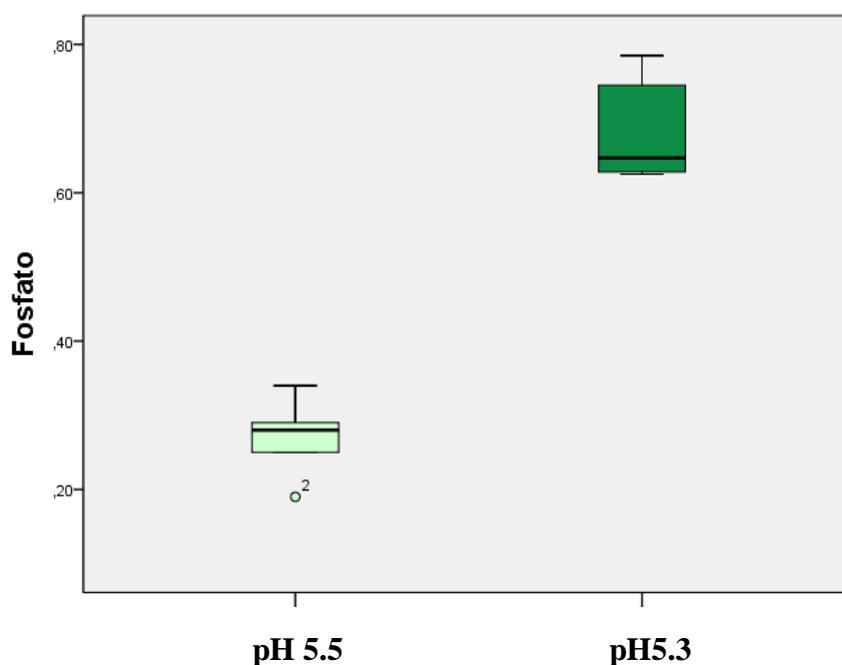
La tabla 6 muestra la comparación de fosfato entre ambos grupos de pH, encontrándose diferencias estadísticamente muy significativas ( $p$ -valor $<0,001$ ). En la figura 6 se observar la distribución de los datos para la concentración de fosfato por grupo de acuerdo al pH, donde se aprecia que el grupo de pH 5.3 presenta mayor concentración de iones fosfato en comparación con el grupo a pH de 5.5.

**Tabla 6. Comparación de los valores de concentración de Fosfato (ppm) entre grupos con PH 5,3 y 5,5.**

Grupos	Media	IC95%		Mediana	DE	Mínimo	Máximo	CV	P-valor <sup>a</sup>
		Límite inferior	Límite superior						
pH 5.5	0,270	0,201	0,339	0,280	0,055	0,190	0,340	20,5%	0,000*
pH 5.3	0,686	0,594	0,778	0,647	0,074	0,625	0,785	10,8%	

*\*Diferencias significativas ( $p<0,05$ ); <sup>a</sup>Basado en el test t student para dos medias independientes*

*DE: desviación estándar; IC: Intervalo de confianza; CV: Coeficiente de variación.*



**Figura 6. Distribución comparativa de la concentración de Fosfato (ppm) para valores de PH 5,3 y 5,5**

## CAPITULO V

### 5.1 Discusión (individual)

-Ximena Moreno Ruíz, Carmen Gloria Narváez Carrasco & Verónica Bittner Schmidt. (2011) relacionaron el pH salival con la caries dental. Si el medio para llevar a cabo sus objetivos fue bebidas refrescante con diferentes características de sabor y pH, del mismo modo simularon el tiempo de consumo, pero tal simulación no se relaciona con la realidad, principalmente el tiempo que utilizaron para tener las muestras en las bebidas, aunque sí encontraron efectos de desmineralización. En el presente trabajo el medio fue saliva artificial con un pH determinado; en este caso, fue encontrar presencia de sales minerales en saliva artificial como efecto de pH ácido igual al bolo alimenticio durante la ingesta.

-González Dasha, Roldan Jorge (2014), realizó un trabajo descriptivo no experimental en el cual se propuso determinar el efecto erosivo que tienen las bebidas carbonatadas sobre el esmalte dentario. Para ello utilizó una metodología que a pesar de según ellos, simulaba el hábito de consumo; como medio utilizó bebidas carbonatadas en el cual sumergió piezas dentarias por 5 días, por el tiempo de un minuto, 5 veces, en 30 minutos. Como resultado de la investigación halló cambios de pigmentación, desgastes y porosidades. Mientras en el presente trabajo el medio que se utilizó fue la saliva artificial con pH de 5.3 igual al bolo alimenticio y de 5.5 pH crítico.

El cual produjo efectos sobre el esmalte que se corrobora con la presencia de sales minerales al análisis químico, además el tiempo que el esmalte estuvo en contacto con la saliva artificial, sí tenía una relación en tiempo con la ingesta alimenticia. Mientras ellos describían los efectos en la superficie del esmalte, el presente, corroboraba la presencia de calcio y fosfato como producto de la acidez de los alimentos.

-Narváez Aguilar Diego Andrés (2017) el objetivo; fue comparar el efecto de desmineralización que producen las bebidas de pH ácido a diferentes temperaturas sobre la superficie del esmalte. Para ello, utilizaron bebidas como: limonada, cola negra y té negro, las cuales compararon dichas bebidas a diferente temperatura.

El método utilizado para ello fue diferente al método del presente trabajo, mientras ellos utilizaron bebidas a diferentes temperaturas y tiempos simulando la ingesta, pero no reales; En el presente trabajo se utilizó saliva artificial y a su vez se tomó en cuenta el pH, y del mismo modo el tiempo utilizado se enmarcó con momentos muy similares a la ingesta. Para la comprobación del efecto desmineralizante utilizaron el durómetro, mientras en el presente se hizo un análisis químico de saliva artificial en busca de calcio y fosfato.

-Francisco Javier Novoa Padilla (2017) el objetivo fue dar a conocer el pH de diferentes bebidas azucaradas y el agua para demostrar ¿cuál es la relación que existe entre la erosión y la caries?, El interés de Francisco y otros fue encontrar el pH de las bebidas y de acuerdo a su acidez encontrar cambios en el pH salival y luego relacionar con el efecto de erosión del esmalte. Mientras en el antecedente de estudio el trabajo fue descriptivo y experimental. En el presente trabajo fue puramente experimental en busca de sales minerales como efecto del pH ácido de los alimentos en saliva artificial.

- Daniela de Lourdes Castillo Larrea (2014) llevó a cabo un trabajo de investigación, que consistió en evaluar mediante el análisis químico la pérdida de iones calcio que se produce en la estructura dental, al estar en contacto con sustancias ácidas abrasivas.

Tal trabajo buscaba encontrar cambios a nivel del esmalte como efecto del grado de acidez de las sustancias, si bien utilizaron 60 piezas dentarias que es un número apreciable, pero al exponerlo por 20, 40, 60 minutos, que no refieren el criterio del tiempo empleado ni el pH de las sustancias; en definitiva, piezas dentarias en un

medio ácido, siempre va a sufrir cambios. Mientras en el presente trabajo las piezas dentarias estuvieron sumergidas solamente el tiempo que dura el proceso de la masticación aproximadamente 40' minutos a un pH de 5.3, y se corroboró el efecto erosivo de los ácidos con la presencia de sales minerales en saliva artificial.-

-Vanessa Carolina Valverde Guzmán (2016) lleva a cabo una investigación de tipo descriptiva-comparativo en un grupo de estudiantes, a quienes le proveen alimentos como manzanas a un grupo y galleta de chocolate a otro grupo. Para ello midieron el pH salival antes de la ingesta y luego a los 5, 20 y 40 minutos post ingesta. Pero no refieren si el trabajo era comparar qué bebida era más ácida o comparar el efecto entre géneros o en cuál de ellos el pH salival retornaba más pronto; tampoco presentan cual fue el pH de los alimentos Sin embargo presentan un resultado de recuperación del pH salival a los 40 minutos pos ingesta. Mientras en el presente trabajo si bien es cierto se utilizó alimentos, fue durante el almuerzo, y de mayor cantidad que las que consumieron los alumnos. Los alimentos durante el almuerzo fue para medir el pH del bolo alimenticio y cuyo pH sirvió para el preparado de saliva artificial en el cual se sumergió la parte coronal del diente por un tiempo de 40 minutos, corroborándose la presencia de sales minerales

### **-Discusión (general)**

El propósito principal de este trabajo fue demostrar las actividades desmineralizante de saliva artificial a diferentes valores de pH, sobre el esmalte del diente, sumergidas en dicha saliva, mediante la medición de concentraciones de calcio y fosfato.

El diseño experimental in vitro permitió homogenizar las muestras utilizando dientes posteriores humanos que fueron extraídos por motivos ortodóncicos,

conservados en suero fisiológico para mantener su hidratación. Además, se aplicaron criterios de aleatorización mediante la asignación de muestras a los grupos utilizando métodos aleatorios, distribuyéndose en total 20 piezas dentarias de cinco para cada grupo sumergido en saliva artificial con valores de pH 5,3 y 5,5.

La confiabilidad y validez de las mediciones fue demostrada por la precisión técnica del instrumento utilizando un peachímetro marca HANNA modelo H63069-CE, así como el análisis de la saliva en el cual estuvieron sumergidos los dientes, fueron analizados en el laboratorio de química de la Universidad Nacional de Ingeniería, manipulado por personal especializado, quienes se encargaron de realizar los procedimientos y lecturas de los datos obtenidos. Ver anexo D

Las diferencias estadísticamente significativas encontradas ( $p < 0,05$ ), nos indican que existe mayor desmineralización dentaria cuando es sometida a medios con valores de pH por debajo del considerado crítico (5,5), siendo esto relevante, pues el estudio preliminar demostró que el pH salival del bolo alimenticio durante la ingesta de alimentos, baja a niveles promedios de 5,3.

Este hecho aumenta la importancia del estudio pues la mayoría de investigaciones sobre desmineralización dentaria, involucran la utilización de sustancias con diferentes valores de acidez, los cuales son evaluados de forma aislada sin tomar en cuenta el efecto buffer de la saliva durante el proceso inicial de la digestión.

En general podríamos aseverar que valores por debajo del crítico ( $pH < 5,5$ ), los cuales suelen presentarse durante el proceso de masticación propician mayores concentraciones de calcio y fosfato producto de la actividad desmineralizante.

## **5.2 Conclusiones**

Existe pérdida de sales tanto de calcio como fosfato como producto de la desmineralización

La pérdida de Calcio de los dientes es mayor cuando es sometido a pH de 5,3 en comparación con los que fueron sometidos a pH crítico de 5,5

Las concentraciones de fosfato halladas en el grupo de dientes sumergidos en saliva artificial con pH 5,3 fueron mayores en comparación con del grupo con pH de 5,5

Estas diferencias encontradas fueron estadísticamente significativas tanto para las concentraciones de calcio y fosfato, en pH 5.3 respecto a pH5.5.

## **5.3 Recomendaciones**

-Dado que la mayoría de los alimentos tienen tendencia hacia la acidez, los cuales, pueden propiciar la pérdida de sales como calcio y fosfato del esmalte dentario, por tanto debería evitarse en lo posible la ingesta de dichos alimentos.

-Tener presente que a mayor acidez de los alimentos, la pérdida de calcio y fosfato será mayor, por ende los alimentos que se ingieren deberán ser en lo posible aquellos de menor acidez.

-Aquellas bebidas demasiado ácidas, en lo posible, diluirlas para consumirlas, y así evitar daños sobre el esmalte dentario sobre todo en los niños; y en el caso del café tomarlas no muy cargadas; evitar la frecuencia de estos alimentos entre comidas.

-Dada la particularidad de la investigación y las características individuales de las personas, los trabajos similares deberán ser estudios individuales con una dieta homogenizada, llevada a cabo en un tiempo de control uniforme para cada uno.

-Educar a la sociedad en el cambio de hábitos alimenticios y de higiene bucal; el cepillado dental no debe realizarse inmediatamente después de haber terminado la dieta alimenticia, sino con una espera de 30 minutos (Attin, 2004) para evitar la destrucción y un daño mayor del esmalte erosionado por efecto el pH ácido de los alimentos, y la saliva pueda cumplir su efecto remineralizante sobre el esmalte afectado.

-Los resultados de la presente investigación sirvan para realizar trabajos similares, orientados con la realidad, con precisión y rigurosidad para beneficio de la sociedad.

-Los profesionales odontólogos deben velar no solo por el tratamiento sino también, ser transmisores de conceptos de medidas preventivas como: inducir al cambio de hábitos de consumo y de higiene bucal, con el único fin de cuidar la salud y en el caso de los dientes desde antes de su erupción.

## 5.4. Referencias

### 5.4.1. Referencias bibliográficas

Abramovich, A., (1984), Histología y Embriología Dentaria, Ed., Argentina, Edit.

Mundi S.A.I.C. y F.

Amaechi Bt, y Higham S.M. (2005), Dental erosion: possible approaches to prevention and control. J Dent.

Attin, T., (2004), Una publicación en la revista The Academy General

Dentistry Universidad de Göttingen, publicación de Wrigley, Prevention Prize 2003 Alemania.)

Ayala J. (2008) Determinación del pH salival después del consumo de una dieta cariogénica con y sin cepillado dental previo en niños. UNMSM-Facultad de Odontología.

Barrios G. (1991), Odontología, su fundamento biológico, tomo I, Ediciones

IATROS, Colombia.

Bashkar S.N. (2007), Histología y Embriología Bucal de Orban, edición. 11ª Editorial el

Ateneo, México.

Bervokovitz, H. y Moxham, (1995). Atlas y texto de Anatomía, Histología y

Embriología, 2da Edición, España, Edit. Mosby/Doyma

Bordoni, N. y Escobar A, (2010), Odontología pediátrica, la salud bucal del niño y el

adolescente en el mundo actual. Ed. Panamericana,

Carrasco, M. (2006); Contenidos de loncheras de preescolares de la Institución Educativa Miguel Grau, Revista Kiru,

Corvalán M, Molina H., Abud M., Ponce C., Batistelli A. (1998), Estudio odontológico y bioquímico del metabolismo oxidativo durante el embarazo. Rev. CES Odontol.

Espinoza, Sofía y Calixto cotos María, (2008). Micronutrientes, 1era. Edición, Lima Perú.

Eugene P &Lazzari. Bioquímica Dental. Cap.9

Finn, G. (2007) Histología-Sobre bases biomoleculares, 3era edición, 5ta. Reimpresión, Edit. Panamericana, Buenos Aires,

Gartner, L. y Hiatt J., (2006), Texto y Atlas de Histología, 4ª ed., México, editorialMcgraw-hill. Interamericana -

Guyton& Hall., (2006), Tratado de Fisiología Medica. 11a Edición.

Jiménez R. (2004), Importancia del pH, flujo y viscosidad saliva sobre el desarrollo de caries dental en mujeres gestantes del primer trimestre. UNMSM- Fac. Odontol.

Jenkins, N., (1983), Fisiología y Bioquímica Bucal, 1era. Edición, México, Editorial Limusa, S.A,

Marín Z., (2008) Elementos de nutrición humana, Año de Edición: Última reimpresión: ISBN.

Medina M, Merino L, Gorodner J., (2002), Utilidad de la saliva como fluido diagnóstico. Instituto de Medicina Regional, Argentina.

Mormontoy, W. (1993), Elaboración del protocolo de investigación, En ciencias de la salud, de la conducta y Áreas Afines. Lima, Perú.

Moynihan P, Petersen PE.(2004), Diet, nutrition and the prevention of dental caries. *Marin Z., Elements de nutrición humana, seases. PubHealthNutr.*

Ramos. S, José L. (2000) Odontología para bebés, lo que todo padre debe saber. 1era edición, editora Rosa Flores

Rodes J, y Benhamou JP. (2002), Tratado de Hepatología Clínica. 2da ed. Madrid – España: Masson; p. 28-53.

Sánchez, H. y Reyes, C. (1984), Metodología y Diseños en la Investigación Científica- Aplicados a la Psicología Educación y Ciencias Sociales. Quinta reimpresión. Lima, Perú

Stella, M. M., Odontología y Medicina Bucal drasmaturana @hotmail.com;

WWW.Odontogenesis.com.ar

Ten, Cate. A.R.(1994). Histología Oral, 2da. Edición, Argentina, Edit. Panamericana de la Salud,  
(Carrasco, 22006, 3(2): p. 60-63).

Tortora, G. y -Derrickson, B. (2006)-Principios de anatomía y fisiología, Buenos Aires Argentina, Editorial Panamericana,

## **Tesis**

**-Ximena Moreno Ruiz y otros**, Efecto In Vitro de las Bebidas Refrescantes sobre la Mineralización de la Superficie del Esmalte Dentario de Piezas Permanentes Extraída, tesis de Cirujano Dentista, Chile: Universidad del Desarrollo Concepción de Chile, Facultad de Odontología. 2011.

**-Narváez Aguilar Diego Andrés**. Comparación del grado de desmineralización del esmalte expuesto a bebidas de PH ácido a diferentes temperaturas- Quito-Para optar el título de Odontólogo-Carrera de odontología quito 2017

**-Gonzalez Dasha, Roldan Jorge**. Efecto Erosivo que tienen las Bebidas Carbonatadas sobre el Esmalte Dental en Piezas Permanentes (en un estudio in vitro). Tesis de Cirujano Dentista. San Diego Universidad José Antonio Páez de San Diego, Facultad de Ciencias de la Salud Escuela de odontología. 2014.

**-Daniela de Lourdes Castillo Larrea**. Grado de desmineralización dentaria que se produce por la exposición a jugo de limón artificial: estudio in-vitro, tesis para

optar el Título de Odontóloga, Universidad de las Américas, Facultad de Odontología. 2014.

- **Vanesa Carolina Valverde Guzmán.** “valoración del pH salival antes y después de la ingesta de galletas de chocolate y manzana verde en individuos entre 6 a 16 años del colegio Domingo Faustino Sarmiento” para Optar el título de odontóloga-Universidad de las Américas-Quito **(2016)**,

## ANEXOS

### Anexo a

Distribución normal de las concentraciones de calcio y fosfato por grupos de experimentación-prueba de shapiro-wilk

Para determinación si los grupos presentan distribución normal, se realizó el contraste de normalidad, asumiendo la hipótesis nula ( $H_0$ ) como verdadera. El análisis se realizó a un nivel de confianza del 95% aceptando un error tipo I del 5%.

$H_0$ : Los datos tienen distribución normal

**$H_1$ : Los datos no presentan distribución normal**

---

Parámetros	pH	Shapiro-Wilk		
		Estadístico	gl	p-valor
Calcio	pH 5.3	0,981	5	0,942
	pH 5.5	0,990	5	0,981
Fosfato	pH 5.3	0,980	5	0,935
	pH 5.5	0,827	5	0,133

---

Con valores de p-valor mayores a 0,05; se concluye que las concentraciones de Calcio y Fosfato tanto para los grupos de saliva artificial con pH 5,3 y 5,5; presentan distribución normal, lo que nos permite utilizar una prueba paramétrica para el contraste de hipótesis.

## Anexo b

### Matriz de consistencia

#### Variable dependiente-

Concentraciones de sales minerales

Título	Problema	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Operacionalización de las Variables				Métodos y técnicas
					Variable	Dimensión	Indicadores	Escala	
Determinación in vitro de sales minerales, de dientes permanentes humanos por acción de saliva artificial a pH diferentes	¿Cuál es la diferencia en concentración de sales minerales en saliva artificial, producto de la desmineralización del esmalte por efecto de la acción acida de pH diferentes?	Determinar mediante el análisis químico de saliva artificial, diferencias en concentración de sales minerales, por efecto de la acción acida de pH diferentes sobre el esmalte de dientes permanentes humanos.	Antecedentes de estudio y bases teóricas	Existe variación en la concentración de sales minerales, como producto de la desmineralización del esmalte de dientes permanentes humanos, por la acción ácida desaliva artificial a pH, de 5.3 y 5.5.	<b>VD.</b> Concentración de sales minerales	ppm          Cantidad	-Presencia de: fosfato  calcio       Abundante Escaso	De razón          nominal	-Analítico  -prospectivo -explicativa.   -Muestras de Saliva artificial.  Piezas dentarias posteriores permanentes Humanos.

### Matriz de consistencia

**Variable independiente**

Saliva artificial a pH de 5.3 y 5.5

Titulo	Problema	Objetivos	Marco teórico	Hipótesis	Operacionalización de las Variables				Métodos y Técnicas
					Variable	Dimensión	Indicadores	Escala	
Determinación in vitro de sales minerales, de dientes permanentes humanos por acción de saliva artificial a pH diferentes	¿Cuál es la diferencia en concentración de sales minerales en saliva artificial, producto de la desmineralización del esmalte por efecto de la acción acida de pH diferentes?	Determinar mediante el análisis químico de saliva artificial, diferencias en concentración de sales minerales, por efecto de la acción acida de pH diferentes sobre el esmalte de dientes permanentes humanos.	Antecedentes de estudio y bases teóricas	Existe variación en la concentración de sales minerales, como producto de la desmineralización del esmalte de dientes permanentes humanos, por la acción acida de saliva artificial a pH, de 5.3 y 5.5.	<b>V. I.</b> Saliva artificial a pH, de 5.3 y 5.5	pH	1 a 14	Razón grados	-Analítico -Prospectivo -Explicativa.  -Muestras de Saliva artificial.  Piezas dentarias posteriores permanentes Humanos

## Anexo c

### Tipo de Ficha técnica otorgada por la UNI

	<b>UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA</b> <b>FACULTAD DE CIENCIAS</b> <b>LABICER (Laboratorio N° 12)</b> <b>ANÁLISIS QUÍMICO, CONSULTORÍA E INVESTIGACIÓN</b>										
<b>INFORME TÉCNICO N° 1007 - 16 - LAB. 12</b>											
1. DATOS DEL SOLICITANTE											
1.1 RAZON SOCIAL	:	PEDRO VILLAFANA LOSZA									
1.2 DNI	:	06267466									
2. CRONOGRAMA DE FECHAS											
2.1 FECHA DE RECEPCIÓN	:	23 / 06 / 2016									
2.2 FECHA DE ENSAYO	:	01 / 06 / 2016									
2.3 FECHA DE EMISIÓN	:	04 / 06 / 2016									
3. ANÁLISIS SOLICITADO	:	ANÁLISIS DE SALIVA ARTIFICIAL									
4. DATOS REFERENCIALES DE LA MUESTRA PROPORCIONADOS POR EL SOLICITANTE											
4.1 IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	:	01 MUESTRA DE SALIVA ARTIFICIAL CON AUSENCIA DE CALCIO Y FOSFATO. LA SALIVA CON pH 5.3 EN EL CUAL ESTUVIERON SUMERGIDO LOS DIENTES DURANTE 45 MINUTOS.									
5. LUGAR DE RECEPCIÓN	:	LABORATORIO N°12 - FACULTAD DE CIENCIAS									
6. CONDICIONES AMBIENTALES	:	Temperatura: 22.1 °C; Humedad relativa: 68%									
7. EQUIPOS UTILIZADOS	:	Espectrofotómetro de absorción atómica SHIMADZU AA-7000 UV-VIS SPECTROPHOTOMETER SHIMADZU UV-1800									
8. RESULTADO											
<table border="1"><thead><tr><th>ANÁLISIS</th><th>RESULTADOS</th><th>MÉTODO</th></tr></thead><tbody><tr><td>Calcio, ppm</td><td>1.94</td><td>Absorción Atómica</td></tr><tr><td>Fosfatos, ppm</td><td>&lt; 0.03</td><td>NMX-AA-029-SCFI-2001</td></tr></tbody></table>			ANÁLISIS	RESULTADOS	MÉTODO	Calcio, ppm	1.94	Absorción Atómica	Fosfatos, ppm	< 0.03	NMX-AA-029-SCFI-2001
ANÁLISIS	RESULTADOS	MÉTODO									
Calcio, ppm	1.94	Absorción Atómica									
Fosfatos, ppm	< 0.03	NMX-AA-029-SCFI-2001									
9. VALIDEZ DEL INFORME TÉCNICO											
El Informe técnico es válido solo para la muestra y las condiciones indicadas en los ítems del uno (1) al cuatro (4) del presente informe técnico.											
											
Quim. Natalia K. Chávez Llalire Analista Químico LABICER -UNI		M. Sc. Otilia Acha de la Cruz Jefa de Laboratorio Responsable de Análisis CQP 202									
El Laboratorio no se responsabiliza del muestreo ni de la procedencia de la muestra.											
INFORME TÉCNICO N° 1007-16-LAB. 12		Página 1 de 1									
Av. Túpac Amaru 210 Lima 31, Perú. Central: 481 1070 anexo 316. Telefax: 382 0500. E-mail: <a href="mailto:otilia@uni.edu.pe">otilia@uni.edu.pe</a>											

## Anexo d

**Figura 7**

Peachímetro y sustancias para calibrar



Peachímetro digital



### Figura 8

Saliva artificial carente  
de calcio y fosfato a pH 5.3

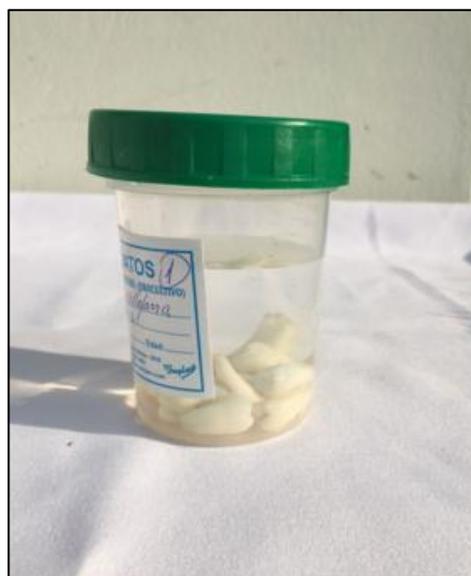


Saliva artificial carente  
de calcio y fosfato a pH 5.5



### Figura 9

Dientes en suero fisiológico



**Figura 10**

Peachímetro digital a pH 5.30



Peachímetro digital a pH 5.50



**Figura 11**

Saliva artificial utilizada en la investigación

a pH 5.30



a pH 5.50



Figura 12

Dientes sumergidos en saliva artificial (parte coronal)

pH 5.30



pH 5.50

