

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA



COMPARACIÓN *IN VITRO* DEL EFECTO REMINERALIZANTE DE LAS PASTAS  
DENTALES CON FOSFOPÉPTIDO DE CASEÍNA - FOSFATO DE CALCIO  
AMORFO Y FLUORURO DE SODIO SOBRE LA EROSIÓN DEL ESMALTE  
DENTAL

**TESIS**

PRESENTADA POR BACHILLER

KEVIN DAVID PIRCA CÁMARA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

CIRUJANO DENTISTA

LIMA - PERÚ

2018

**ASESOR**

Mg. CD. Jorge Rios Quispe

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres quienes son los responsables de mi educación y quienes forjaron mis valores éticos, a mis docentes que me guiaron y enseñaron a lo largo de mi vida académica durante la universidad, a mis compañeros quienes compartimos experiencias inolvidables dentro y fuera de la clínica, y a quienes confiaron en mi dandome su apoyo moral para seguir adelante.

## **DEDICATORIA**

Le dedico con mucho amor a mis padres Rubén y Livia por el constante apoyo en mi desempeño personal pues son los que me guiaron desde muy pequeño, a mi abuelo quien es un aporte más en mi vida brindándome consejos y palabras de aliento para seguir adelante y finalmente a mi abuela quien partió de este mundo hace muchos años, pero siempre la llevo conmigo como mi principal fortaleza ante las adversidades.

## RESUMEN

**Objetivo:** Comparar *in vitro* el efecto remineralizante de las pastas dentales con Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo (FPC-FCA) y Fluoruro de Sodio sobre la erosión del esmalte dental. **Materiales y métodos:** Este trabajo de investigación es un estudio experimental *in vitro*. Para la primera fase de erosión, el grupo 1 se consideró como el grupo control. Para los grupos 2 y 4 se utilizó la bebida (Coca-Cola®), para los grupos 3 y 5 la bebida (Inca – Kola®) los cuatro grupos se realizaron 4 veces al día (cada 3 horas por 2min) durante 5 días. En la fase de tratamiento el grupo 2 y 3 se realizó el cepillado con pasta de Fluoruro de Sodio (Colgate®), el grupo 4 y 5 se realizó el cepillado con pasta de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo (Mi paste®) para todos los grupos se realizó 4 veces al día (cada 3 horas por 5min) durante 5 días. Al finalizar se evaluó la microrugosidad de las superficies de todos los grupos mediante un Rugosímetro (Mitutoyo). **Resultados:** Se evidenció que el grupo de Fluoruro de Sodio presentó una microrugosidad de 2.79µm siendo el grupo de menor remineralización, por otro lado el grupo de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio amorfo presentó una microrugosidad de 1.96µm siendo el grupo que presenta mayor remineralización, sin embargo el grupo Control presentó una microrugosidad de 3.20µm, los grupos Fluoruro de Sodio, Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo (FPC-FCA) en comparación con el grupo control demostraron ser estadísticamente significativos con un ( $p < 0.05$ ). **Conclusiones:** El efecto remineralizante de la pasta de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo (MiPaste®) demostró ser mayor que la pasta de Fluoruro de Sodio (Colgate®) bajo condiciones erosivas del esmalte dental. **Palabras clave:** Fluoruro de sodio, Fosfopéptido de Caseína – Fosfato de Calcio Amorfo, microrugosidad, remineralizante, erosión.

## ABSTRACT

Objective: To compare in vitro the remineralizing effect of toothpastes with Casein Phosphopeptide - Amorphous Calcium Phosphate (FPC-FCA) and Sodium Fluoride on tooth enamel erosion. Materials and methods: This research work is an in vitro experimental study. For the first phase of erosion, group 1 was considered as the control group without treatment or erosion. For groups 2 and 4 the drink was used (Coca-Cola®), for groups 3 and 5 the drink (Inca-Kola®) the four groups were made 4 times a day (every 3 hours for 2min) for 5 days . In the treatment phase, group 2 and 3 were brushed with Sodium Fluoride Paste (Colgate®), group 4 and 5 were brushed with Casein Phosphopeptide paste with Amorphous Calcium Phosphate complex (Mi paste ®) for all groups the same procedure was performed 4 times a day (every 3 hours for 5min) for 5 days. At the end, the micro-roughness of the surfaces of all the groups was evaluated by means of a Rugosimeter (Mitutoyo). Results: It was evidenced that the group of Sodium Fluoride presented a micro-roughness of 2.79µm, being the group with the least remineralization, on the other hand the Casein Phosphopeptide group with amorphous Calcium Phosphate complex showed a micro-roughness of 1.96µm being the group that presents higher remineralization, however the Control group presented a micro-roughness of 3.20µm, the groups Sodium Fluoride, Casein Phosphopeptide - Amorphous Calcium Phosphate (FPC-FCA) compared to the control group proved statistically significant with a (p < 0.05). Conclusions: The remineralizing effect of Casein Phosphopeptide paste with Amorphous Calcium Phosphate (MiPaste®) complex proved to be greater than Sodium Fluoride paste (Colgate®) under erosive conditions of tooth enamel. Key words: Sodium Fluoride, Casein Phosphopeptide - Amorphous Calcium Phosphate, micro-roughness, remineralizing, erosion.

## INTRODUCCIÓN

Según Bartlett en estos últimos años se ha demostrado un incremento en el consumo de bebidas ácidas por parte de la población considerándose así como el principal agente erosivo del esmalte dental.<sup>1</sup> Según White, Ranjitkar y Poggio se han investigado compuestos para la inhibición de la erosión, tales como Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo (FPC- FCA); este complejo puede aumentar el nivel de iones calcio y fosfato inorgánico en la superficie del diente, permitiendo de este modo la remineralización inmediata del esmalte.<sup>2</sup>

Zipkin menciona que la erosión dental consiste en la disolución o desmineralización superficial de los tejidos duros dentales debido a procesos químicos que no implican bacterias.<sup>3</sup> Este proceso de desmineralización se produce cuando los iones de calcio y fosfato se pierden desde la superficie del esmalte, dando como un próximo resultado a la formación de una lesión de caries, en esta primera etapa, la lesión de caries es reversible a través de un proceso de remineralización que implica la difusión de los iones de calcio y fosfato en la superficie dental para restaurar la estructura perdida. Las soluciones de (FPC- FCA) pueden remineralizar la superficie del esmalte en tasas de  $1.5$  a  $3.9 \times 10^8$  mol de hidroxiapatita  $m^2s^2$  (Reynolds, 1997).<sup>4</sup>

Las caseínas son una familia heterogénea de proteínas predominado por la alfa 1, 2 y las caseínas beta. El FPC fosforila péptidos derivados de la caseína producidos por la digestión triptico de caseína. Esta proteína de la nanotecnología combina fosfoproteínas específicas de la leche bovina con la formación de nanopartículas de FCA. La relación precisa es de 144 iones de calcio; 96 iones fosfato; y seis péptidos de FPC.<sup>5</sup>

Para Reynolds el FPC unido al FCA actúa como un reservorio de iones calcio y fosfato incluyendo al Ortofosfato Ácido de Calcio ( $\text{CaHPO}_4$ ). En condiciones ácidas, el FPC unido al FCA serviría de amortiguación del pH en la placa y al hacerlo se disocian a los iones de fosfato de calcio incluyendo al  $\text{CaHPO}_4$ . El ácido se genera por las bacterias de la placa dental o durante la formación de Hidroxiapatita (HA) en la lesión del esmalte durante la remineralización.<sup>6</sup>

Según Buzalaf, Maia y Featherstone la aplicación del Fluoruro de Sodio ha sido bien conocido desde hace años, este se atribuye principalmente a la reducción de la solubilidad del esmalte, que se debe a la incorporación de fluoruro en la red de apatita, a su vez puede crear un entorno favorable para proteger los dientes de los ataques de sustancias acidogénicas.<sup>7</sup>

Ten Cate describe como el Fluoruro de Sodio influye en el equilibrio entre la des- y remineralización de los dientes de dos formas. En primer lugar, los iones fluoruro dentro del biofilm aumentan el pH crítico para la disolución de Ca y  $\text{PO}_4$ . En segundo lugar, los fluoruros forman cristales de fluorapatita químico-estables en la estructura del esmalte, reduciendo así la solubilidad del ácido.<sup>8</sup>

El propósito de esta investigación será comparar *in vitro* el efecto remineralizante de las pastas dentales con Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo y Fluoruro de Sodio sobre la erosión del esmalte dental.



## ÍNDICE

1.	CARATULA	I
2.	ASESOR	II
3.	AGRADECIMIENTO	III
4.	DEDICATORIA	IV
5.	RESUMEN	V
6.	ABSTRACT	VI
7.	INTRODUCCIÓN	VII
8.	INDICE	IX
9.	LISTA DE TABLAS	X
10.	LISTA DE ANEXOS	XI
<b>CAPÍTULO I: PROBLEMA</b>		
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.	FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
	1.2.1. GENERAL	
	1.2.2. ESPECÍFICOS	
1.3.	JUSTIFICACIÓN	3
1.4.	DELIMITACION DEL AREA DE ESTUDIO	3
1.5.	LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION	3
1.6.	OBJETIVOS:	4
	1.6.1. GENERAL	
	1.6.2. ESPECÍFICOS	
1.7.	PROPÓSITO	4
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO</b>		
2.1.	ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	5
2.2.	BASE TEÓRICA	10
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	13
2.4.	HIPOTESIS	21
	2.4.1. GENERAL	
	2.4.2. ESPECÍFICOS	
2.5.	VARIABLES	21
2.6.	DEFINICIÓN OPERACIONAL DE TERMINOS	22
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN</b>		
3.1.	DISEÑO METODOLÓGICO	23
	3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	
	3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN	
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA	23
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	24
3.4.	DISEÑO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	26
3.5.	PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS	27
3.6.	ASPECTOS ÉTICOS	27
<b>CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS</b>		
4.1.	RESULTADOS	28
4.2.	DISCUIÓN	32
<b>CAPÍTULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
5.1.	CONCLUSIONES	36
5.2.	RECOMENDACIONES	36
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		
BIBLIOGRAFÍA		37
ANEXOS		42

## LISTA DE TABLAS

Tabla N°1: Comparación *in vitro* de la erosión del esmalte dental y las bebidas Coca – Cola® e Inca – Kola®. 30

Tabla N°2: Comparación *in vitro* el efecto remineralizante de las pastas dentales con Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo y Fluoruro de Sodio sobre la erosión del esmalte dental. 31

## LISTA DE ANEXOS

<b>Anexo N°1:</b>	Determinación del tamaño de muestra.	42
<b>Anexo N°2:</b>	Aprobación del comité de ética.	43
<b>Anexo N°3:</b>	Permiso a las instalaciones de la Universidad Privada San Juan Bautista.	44
<b>Anexo N°4:</b>	Análisis de microrugosidad.	45
<b>Anexo N°5:</b>	Ficha de recolección de datos.	48
<b>Anexo N°6:</b>	Registro fotográfico de las actividades realizadas.	49

## **CAPÍTULO I: PROBLEMA**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Kreulen reconoce que la erosión dental es una condición clínica en evidencia hoy en día, puesto que los investigadores han informado un aumento de su prevalencia. Los estudios informan que la ingesta de refrescos y otras bebidas de pH bajo, muestran un mayor potencial erosivo. No es factible añadir fluoruro a las bebidas erosivas sobre todo si son consumidos por los grupos de edad más jóvenes.<sup>9-11</sup>

Para los autores Schlueter, Magalhaes y Ganss la prevención de la erosión dental sin modificación de bebidas requiere la interrupción o restricción de la exposición al factor etiológico, o la exposición constante a los productos que contienen fluoruro, mientras que existe el desafío erosivo.<sup>11</sup>

El Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo (FPC - FCA) aplicado en productos de cuidado oral, ha demostrado tener un poder remineralizante sobre la superficie de los dientes. Este agente tiene una capacidad única para proporcionar el calcio y el fosfato biodisponible cuando más se necesita. La eficacia de los derivados de la caseína, específicamente de FPC, en la prevención ante la erosión y la lesión cariosa ha sido apoyada por muchos estudios clínicos controlados.<sup>4</sup>

Carvalho menciona que a pesar de que el fluoruro puede promover la remineralización su efecto depende del pH de las soluciones, la concentración de flúor, el tipo de sal del fluoruro y la presencia de iones en la saliva. Sin embargo Ulukapi en un estudio previo ha sugerido la aplicación de un gel de fluoruro de sodio sobre el esmalte durante cuatro minutos después de la microabrasión. Según Tantbirojn y Llena el nanocomplejo CPP-ACP derivados de proteínas de la leche se introdujo como una fuente adicional de iones de fosfato de calcio.

Estos nanocomplejos cuando se aplica sobre la superficie del diente actúan como depósitos de calcio y fosfato para mantener los niveles sobresaturados de estos iones en la cavidad oral.<sup>12</sup>

Varios estudios se han informado sobre el uso de agentes remineralizantes en la desmineralización que surge de la caries dental. Sin embargo, sólo hay unos pocos informes sobre el efecto de las bebidas ácidas en el esmalte y aún menos sobre el papel de los agentes remineralizantes en la prevención de la pérdida de minerales tratados previamente con agentes remineralizantes.<sup>13</sup>

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

### **1.2.1. GENERAL**

¿Cuál será el efecto remineralizante de las pastas dentales con Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo y Fluoruro de Sodio sobre la erosión del esmalte dental?

### **1.2.2. ESPECÍFICOS**

1. ¿Cuál será la eficacia del agente remineralizante de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo sobre la erosión del esmalte dental (microrugosidad)?

2. ¿Cuál será la eficacia del agente remineralizante de Fluoruro de Sodio sobre la erosión del esmalte dental (microrugosidad)?

3. ¿Cuál será la desmineralización del esmalte dental (microrugosidad) erosionado por la bebida Coca-Cola®?

4. ¿Cuál será la desmineralización del esmalte dental (microrugosidad) erosionado por la bebida Inca-kola®?

### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

Esta investigación tiene importancia social debido a la alta prevalencia en el consumo de bebidas acidógenas como principal agente erosivo del esmalte dental en la población, el cual podría ocasionar una posible sensibilidad a largo plazo, por ello se realizó este trabajo de investigación con el fin de identificar cual es la pasta más eficaz para su protección y prevención. También es de importancia teórica debido a que se diferencia entre el (FPC - FCA) y el Fluoruro de sodio evaluando su efecto remineralizante de los iones calcio y fosfato sobre el esmalte dental erosionado por las bebidas Coca-Kola e Inca-Kola con una prueba de microrugosidad. Finalmente es de importancia clínica puesto que brinda información confiable científicamente comprobada para su recomendación por el odontólogo o elección del paciente.

### **1.4. DELIMITACION DEL AREA DE ESTUDIO**

Para esta investigación se utilizó 40 pieza dentarias huamanas previamente extraidas por motivos ortodónticos o impactacion y se prepararon en las instalaciones del Aula de Practicas Estomatológicas de la Universidad Privada San Juan Bautista (**Anexo 3**).

### **1.5. LIMITACIONES DE LA INVESTIGACION**

Disponibilidad del equipo Rugosimetro.

Rugosimetro no este en optimas condiciones.

Error en la medida en micras por ligera curvatura de las muestras dentarias.

## **1.6. OBJETIVOS:**

### **1.6.1. GENERAL**

Comparar *in vitro* el efecto remineralizante de las pastas dentales con Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo y Fluoruro de Sodio sobre la erosión del esmalte dental.

### **1.6.2. ESPECÍFICOS**

1. Evaluar *in vitro* la eficacia del agente remineralizante de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo sobre la erosión del esmalte dental (microrugosidad).
2. Evaluar *in vitro* la eficacia del agente remineralizante de Fluoruro de Sodio sobre la erosión del esmalte dental (microrugosidad).
3. Evaluar *in vitro* la desmineralización del esmalte dental (microrugosidad) erosionado por la bebida Coca-Cola®.
4. Evaluar *in vitro* la desmineralización del esmalte dental (microrugosidad) erosionado por la bebida Inca-kola®.

## **1.7. PROPÓSITO**

Comparar las pastas Fosfopéptido de Caseína con Complejo de Fosfato de Calcio Amorfo y el Fluoruro de Sodio como remineralizantes para la aplicación en tratamientos de esmalte dental erosionados, se busca poder ser utilizados en tratameintos en pacientes con boca seca (Xerostomía) o pacientes con problemas gastrointestinales que presenten contacto con el reflujo gastroesofático.

## **CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS**

En el 2009, Ranjitkar y col.<sup>14</sup> evaluaron el efecto del FPC – FCA sobre el esmalte en condiciones erosivas severas utilizando muestras de esmalte sometidos a 10.000 ciclos de desgaste con una carga de 100 N y pH 1,2 en una máquina de desgaste. El equipo se detuvo cada 2 min (160 ciclos) y el FPC - FCA en forma de pasta se aplicó durante 5 min en el grupo experimental; 1ro. Una pasta con la misma formulación pero sin FPC - FCA se aplicó en el grupo a prueba; 2do. No se aplicó pasta en el grupo de control, luego de recopilado los resultados concluyeron que ambas propiedades remineralizantes que contiene FPC - FCA contribuyen en la reducción sobre la erosión del esmalte dental y que estos hallazgos podrían conducir a nuevas estrategias para el manejo clínico de desgaste en los dientes.

En el 2012, Wegehaupt y col.<sup>3</sup> evaluaron la capacidad de reendurecimiento del (FPC-FCA) y del fluoruro de sodio en un esmalte erosionado. Eligieron Diez voluntarios para cinco series experimentales, cuatro muestras de esmalte lo erosionaron mediante inmersión en Sprite light por (2 min) y posteriormente durante 5 min en aparatos intraorales, luego trataron las muestras a (3 min), ya sea con 250 ppm de solución AmF / SnF<sub>2</sub> (Meridol) (serie 1 y 3) o crema de FPC-FCA (Tooth Mousse) (serie 2 y 4), las muestras sin tratar sirvió como control (serie 5), se midió con la prueba de Microdureza Knoop (KHN) al inicio del estudio, después de la erosión y tras completar de la respectiva ejecución. Se concluyó que el fluoruro de sodio y el FPC-FCA no proporcionan ningún beneficio con respecto a la remineralización del esmalte erosionado.



En el 2012, Hegde y col.<sup>13</sup> utilizaron el instrumento “SEM-EDAX” para comparar el efecto de la bebida ácida en la superficie del esmalte previamente tratado con diversos agentes remineralizantes en un estudio *in vitro*, donde seleccionaron 24 muestras de (molares extraídos) de los cuales fueron asignados al azar en grupos, el grupo I sirvió de control, el Grupo II lo pre-trataron con Fosfopéptido de caseína con fluoruro de fosfato de calcio amorfo (FPC-FFCA) y el Grupo III tratados con fosfato tricálcico beta (FTC-β) dos veces al día por 4 horas durante 28 días, seguidamente almacenados en saliva artificial. Por último las muestras se colocaron en las bebidas ácidas durante 4 días y al momento de la evaluación se concluyó que tanto los agentes remineralizantes ensayados eran eficaces ante la desmineralización causada por la bebida a base de cola y por otro lado se encontró que el FTC-β era más eficaz que el FPC-FFCA.

En el 2013, Patil y col.<sup>15</sup> utilizaron el instrumento "DIAGNOdent y SEM" para evaluar el potencial de tres agentes remineralizantes en esmalte humano artificialmente desmineralizado, para ello seleccionaron un total de 52 premolares y 24 molares dividiéndose en cuatro grupos de 13 premolares y 6 molares en cada uno: Grupo I (FPC-FCA), grupo II (FPC-FFCA), grupo III (F-FTC), y grupo IV (saliva artificial), todas las superficies vestibulares fueron pulidas usando micromotor, cepillo de pulido y la pasta de pulir, luego las muestras se sumergieron en un recipiente de vidrio con 50 ml de solución a base de cola por un período de 48 horas de desmineralización y a 37 °C utilizando una incubadora (modelo Osworld no: JRIC-9, por M / S Commander Diagnostics, India), seguidamente los dientes se lavaron con agua des-ionizada, se seca con la ayuda de una jeringa de aire y se colocan en cuatro recipientes de vidrio limpio. En los resultados se concluyó que la pasta con Fluoruro de Fosfato Tricalcico (F-FTC) fue la mejor.

En el 2013, Carvalho y Col.<sup>2</sup> realizaron una evaluación del efecto remineralizante de diferentes pastas sobre el esmalte dental aplicando la "microdureza (KHN) y la topografía de la superficie" después de un desafío erosivo. Seleccionaron 48 muestras de esmalte dental que fueron asignados en 4 grupos: El control (sin tratamiento), con barniz de flúor, con pasta de calcio nanofosfatos y con Fosfopéptido de Caseína con Fosfato de Calcio Amorfo (FPC-FCA), las dos pastas fueron aplicados durante 5 minutos, y el barniz de fluoruro por 24 horas, se realizaron cuatro ciclos erosivos diarias de 5 minutos de inmersión en una bebida a base de cola y 2 h en saliva artificial durante 5 días, luego de obtenido los resultados se concluyó que ninguno protege al esmalte durante el desarrollo de la erosión; sin embargo, la pasta de nanofosfato fue capaz de reducir la desmineralización de la superficie del esmalte después del desafío erosivo.

En el 2014, Amaral y col.<sup>8</sup> aplicaron el instrumento "Microdureza (KHN) y Rugosidad de la superficie (RS)" para evaluar la eficacia de los dentífricos que contienen altas concentraciones de fluoruro de sodio (NaF) y la de Fosfopéptido de Caseína con Fosfato de Calcio Amorfo (FPC - FCA) en la prevención de la erosión. Para ello utilizaron 15 muestras de esmalte dental que se pulieron y se protegieron las superficies con cinta adhesiva, seguidamente, las muestras lo dividieron en cuatro grupos: control (placebo pasta de dientes - G1); FPC-FFCA (G2), NaF 1.450 ppm (G3) y NaF 5000 ppm (G4), estas pastas se utilizaron 3 veces al día (mediante el cepillado) en asociación con los ciclos de desmineralización y remineralización (5s de refresco de cola + 5s en saliva artificial / 10 ciclos / dos veces al día) y las muestras se mantuvieron en un aparato simulador de flujo salival, luego de revisado los resultados se concluyó que el cepillado de dientes con dentífrico de alta concentración de NaF y pasta de FPC-FFCA no fue capaz de prevenir la erosión del esmalte.

En el 2014, Moezizadeh y col.<sup>1</sup> utilizaron un “perfilometro” para evaluar el efecto de Fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo del enjuague bucal y pasta de fluoruro de sodio en la prevención de la erosión de la dentina, para ello prepararon las superficies vestibulares de 36 premolares que fueron asignados al azar en tres grupos: grupo A se trató previamente con tooth mousse (TM) 4 veces al día durante 5 días grupo B se trató previamente con enjuague bucal con fluoruro de sodio 0,2% 4 veces al día durante 5 días, grupo C fue considerado como el grupo de control sin tratamiento previo, como siguiente paso, las muestras fueron expuestas en Coca-Cola 4 veces al día durante 3 días, después de cada ciclo erosivo las muestras lo enjuagaron con agua desionizada y lo almacenaron en saliva artificial. Se concluyó que el enjuague bucal con fluoruro de sodio es el más eficaz para la prevención de la erosión de la dentina.

En el 2014, Agrawal y col.<sup>16</sup> compararon de la susceptibilidad de los dientes deciduos y permanentes sobre el esmalte dental erosionado causada por los refrescos y evaluaron el potencial de remineralización del Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo (FPC-FCA), Fluoruro Fosfato Acidulado (FFA) en gel, y suplemento de hierro, como muestra obtuvieron 15 dientes primarios y permanentes de los cuales fueron divididos aleatoriamente en tres grupos de tratamiento: Pasta de FPC-FCA, gel APF y suplemento de hierro. Las muestras se sometieron a una serie de ciclos de desmineralización y remineralización para así ser evaluados a través de la microdureza de la superficie dando como conclusión que la pasta de FPC-FCA fue la más eficaz en la prevención de la erosión dental que los otros productos.

En el 2015, Ceci y col.<sup>17</sup> utilizaron el instrumento “microscopía de fuerza atómica (AFM)” para evaluar el efecto del Fosfato de Calcio Amorfo-Fosfopéptido de Caseína (FPC-FCA) sobre la prevención de la erosión del esmalte, mediante el uso de 30 incisivos que fueron asignados por igual en 6 grupos: . Las muestras de control (grupo 1) no recibieron ningún tratamiento, las de grupo 2, 4 y 6 se sumergieron en 6 ml de la bebida durante 2 minutos antes de enjuagar con agua desionizada, cuatro intervalos consecutivos del procedimiento de inmersión se realizaron a 0, 8, 24 y 36 h para un total de 8 min, la pasta se aplicó en los grupos 3, 4, 5 y 6 sin cepillarse durante 3 min a 0, 8, 24 y 36 h para luego limpiarse con agua destilada. En el grupo 4, la pasta se aplicó antes de la desmineralización con Coca Cola, mientras que en el grupo 5 después de la desmineralización y por último en el grupo 6 se llevó a cabo el tratamiento de remineralización entre dos exposiciones de ácido. En los resultados confirmaron la eficacia de la pasta de FPC-FCA para la prevención sobre la erosión del esmalte dental producidos por los refrescos.

## **2.2. BASE TEÓRICA**

### **La erosión dental.**

Para Buzalaf el esmalte dental es un tejido acelular compuesta de minerales (85% en volumen), agua (12% en volumen) y orgánica, por lo general las proteínas y los lípidos (3% en volumen). La distribución de estos componentes no es homogénea describe Robinson, siendo en su mayor parte relacionada con la morfología del diente específicamente. El esmalte es más gruesa sobre las cúspides de trabajo y más delgado donde menos se expone al masticar, mientras más cerca está de las cúspides tendrá mayor grosor, aproximadamente 2,5 mm que irá disminuyendo mientras se acerca al tercio cervical. Para los autores Lynch, Ten Cate y Addy la estructura del esmalte consiste en prismas largos (barras) como la unidad fundamental, donde se extiende desde su sitio de origen en la unión esmalte-dentina hasta la superficie del esmalte, estos tienen una anchura media de 4-5 micras de diámetro y se componen de cristales altamente organizados de hidroxiapatita; los cristales son largos (posiblemente hasta 1 mm), 50 nm de ancho por 25 nm de espesor, que se extiende desde la dentina a la superficie del esmalte y están dispersas en haces.<sup>18</sup>

La erosión dental no es nada nuevo, en las últimas décadas se ha visto una expansión en la literatura dental sobre la epidemiología de la erosión, esto se ha seguido de cerca en el número de casos que pretenden demostrar una relación causal con los factores que se consideran como aumento de la prevalencia de tal desgaste, para ello se han tomado 2 criterios, primero que la erosión de por sí es muy difícil de evaluar en forma aislada de otros aspectos de desgaste y segundo, que al igual que las caries, la erosión es multifactorial en su etiología.<sup>19</sup>

Los investigadores Wiegand y Eisenburger describen la erosión dental como un ataque de ácido que conduce a la pérdida irreversible de las capas del esmalte y dentina creando una desmineralización parcial (ablandamiento) de la superficie del diente, el espesor de la capa desmineralizada se estima en 2-5 micras. Davis y Allin mencionan que la superficie de los dientes erosionados es altamente susceptible al desgaste abrasivo y a los impactos mecánicos como el cepillado dental que quita fácilmente la superficie desmineralizada.<sup>20</sup>

Nunn y Zero demuestran que los ácidos responsables de la erosión dental pueden ser intrínsecas (ácido gástrico regurgitado) o extrínsecos (vapores ácidos industriales o componentes de la dieta, tales como refrescos, encurtidos y frutas ácidas). Los datos epidemiológicos y estudios *in vitro* e *in situ*, sugieren que de los tres procesos de desgaste erosivo es la amenaza más común de pérdida superficial del diente. Con el tiempo, como la desmineralización avanza más lejos en el esmalte, la disolución de la capa más superficial puede alcanzar un punto donde se pierde completamente. Millward observa que la caída de pH en las superficies de los dientes después de una ingestión de bebida ácida parece ser de corta duración y que probablemente solo produzca una pequeña desmineralización, pero el consumo repetitivo podría favorecer a una pérdida de tejido. La erosión puede, por tanto, implicar dos tipos de desgaste de esmalte: desgaste mecánico de la fina capa ablandada (desgaste de los dientes erosionados) y, en casos extremos, la eliminación directa de tejido duro por desmineralización prolongada.<sup>21</sup>

El desgaste erosivo de los dientes desde un punto de vista clínico es un fenómeno de superficie, que se producen en áreas de acceso al diagnóstico visual. Por consiguiente, el procedimiento para la realización del diagnóstico es de manera visual en lugar de un enfoque instrumental. Según Bardsley se han propuesto una serie de índices para el diagnóstico clínico de desgaste dental, que más o menos son modificaciones o combinaciones de los

índices publicados por Eccles y Smith. Todos los índices de erosión incluyen criterios de diagnóstico para diferenciar erosiones de otras formas de desgaste, así como criterios para la cuantificación de la pérdida de tejido duro. La profundidad de un defecto se estima utilizando el criterio de la exposición de la dentina, de este modo, se traza una relación entre la dentina expuesta y la cantidad de sustancia perdida. La mayoría de los grupos de trabajo han desarrollado sus propias modificaciones de índices, que todavía no han alcanzado un uso más amplio. Dos elementos que se incluyen en los índices de erosión están actualmente en discusión, estos son:<sup>22</sup>

A. Las estructuras de las caras oclusales y los bordes incisales; no están fuertemente asociados con la pérdida de tejido erosionado. En un estudio donde se incluyen sujetos con diferentes patrones de nutrición (un abrasivo, un ácido y una dieta promedio occidental) ha demostrado claramente que la forma de las lesiones oclusales / incisal fue similar en los grupos de la dieta ácido y abrasivo; B. El diagnóstico visual de la dentina expuesta es difícil, dado que los cambios en la forma anatómica, color o brillo dificultan la observación, la validez de este criterio todavía no está completamente establecido.<sup>22</sup>

Todas las superficies de los dientes expuestos al ambiente oral son, naturalmente, recubiertas por una biopelícula salival que se compone de macromoléculas adsorbidas de saliva, fluido crevicular, sangre, bacterias, mucosa y la dieta. La película funciona como una red semipermeable que proporciona una protección parcial frente a desafíos ácidos; sin embargo, no se puede evitar completamente la desmineralización de la superficie del diente.<sup>23</sup>

A diferencia de la caries, la erosión dental es más a menudo definido como un fenómeno puramente superficial. Aunque la mayor parte de la desmineralización se produce en la superficie, la patofisiología del diente erosionado es más complejo que lo descrito anteriormente. Inicialmente, cuando una solución entra en la cavidad oral, primero tiene que

difundirse a través de la película adquirida del diente antes de que pueda interactuar con el propio esmalte.<sup>24</sup>

La erosión dental fue durante muchos años una condición de poco interés para la práctica clínica, la salud pública o de investigación. El diagnóstico se hace pocas veces, especialmente en las primeras etapas, sin embargo, las percepciones han cambiado, los problemas y las cuestiones relativas al desgaste dental erosionado ahora cubren un amplio campo de investigación en odontología, y es una preocupación diaria en la práctica clínica. Esto, sin duda, se ampliará en el futuro, de manera similar a lo que ha venido ocurriendo en las últimas décadas. Una búsqueda bibliográfica en PubMed se llevó a cabo utilizando el término "erosión dental" (términos MeSH) para observar el número de publicaciones a lo largo de los años. Un aumento constante se puede observar en el número de publicaciones, donde menos de 5 documentos fueron publicados en 1970 y el número de estudios aumentó a poco más de 10 en 1980. En el 2000, el número de estudios había aumentado considerablemente a casi 60 estudios, mientras más recientemente, en el 2012, el número había llegado a 100.<sup>24</sup>

### **2.3. MARCO CONCEPTUAL**

#### **Fosfopéptido de Caseína con Complejo de Fosfato de Calcio Amorfo.**

En el pasado, la utilización de iones de calcio y fosfato para evaluar la remineralización era relativamente de mínimo éxito debido a la poca solubilidad de los fosfatos de calcio, en particular en presencia de iones fluoruro. Los fosfatos de calcio insolubles no se aplican fácilmente y no se localizan eficazmente en la superficie del diente, además, se requiere de ácidos para producir iones capaces de difundirse en las lesiones de esmalte (en la subsuperficie), por otro lado, los iones de calcio y fosfato solubles se pueden utilizar solamente en concentraciones muy bajas debido a la naturaleza insoluble intrínseca de los



fosfatos de calcio. Por lo tanto, los iones de calcio y fosfato solubles no se incorporan sustancialmente en la placa dental o se localizan en la superficie del diente para producir gradientes de concentración eficaces para impulsar la difusión de la subsuperficie del esmalte. Para superar estas dificultades, una nueva tecnología de remineralización de fosfato de calcio se desarrolló sobre la base de fosfopéptido de caseína el fosfato de calcio amorfo (FPC-FCA), donde el FPC estabiliza altas concentraciones de iones calcio y fosfato, junto con iones de fluoruro, en la superficie del diente mediante la unión de película y la placa.<sup>5</sup>

El potencial posible cariostático de productos lácteos es objeto de numerosos informes en la literatura, informaron los autores Jensen, Rosen y Shaw. Según Reynolds el complejo se presenta como un agente remineralizante alternativo que es notablemente capaz de estabilizar al fosfato de calcio, el cual mantiene un estado de sobresaturación de estos iones en el medio oral. Como consecuencia, la estructura del diente se beneficiaría de los altos niveles de fosfato de calcio en la biopelícula y se produciría la remineralización. Para Dirks los nanocomplejos de FPC-FCA han demostrado prevenir la desmineralización y promover la remineralización de las lesiones en la subsuperficie del esmalte en animales. Mediante la estabilización del fosfato cálcico en solución, el FPC mantiene gradientes de alta concentración de iones de calcio, de fosfato y pares de iones en la lesión debajo de la superficie, haciendo que las tasas de remineralización en el esmalte sean altas. El fosfato de calcio en estos complejos es biológicamente disponible para la absorción intestinal y la remineralización de las lesiones subsuperficiales en el esmalte dental.<sup>5</sup>

Aimutis añade que la caseína es la fosfoproteína predominante de la leche bovina y representa casi el 80 por ciento de su proteína total, principalmente en forma de fosfato de calcio estabilizado por complejos micelares. En un estudio experimental en biomodelos descrito por los autores Guggenheim, Krobicka, Reynolds, Rosen, Harper, Silva y

Schupbach demuestran el potencial cariogénico y la actividad cariostática de los productos lácteos (leche, caseína, caseinatos y quesos). Por otro lado el autor Huq describe que el Fosfopéptido de caseína (FPC) contiene la secuencia en racimo de -Ser (P) -Ser (P) -Ser (P) Glu-Glu de la caseína. A través de estos múltiples residuos de fosfoseril, el FPC puede estabilizar notablemente al fosfato de calcio (que por lo general es altamente insoluble) en un complejo de Fosfato de Calcio Amorfo (FCA). El autor Huq apoyado por el investigador Reynolds demuestran que este complejo es un nanocluster de FCA con cuatro péptidos fosforilados múltiples que impiden su crecimiento con el tamaño crítico necesario para la nucleación, la fase de transformación y precipitación. Según Mathew sobre la base de la fórmula molecular generalmente aceptado del FCA  $[Ca_3 (PO_4)_2 \cdot nH_2O]$ , también se puede considerar un fosfato tricálcico. No hay evidencia concluyente de que el FCA es un componente mineral integral en tejidos duros, que probablemente juega un papel especial como precursor de bioapatita y como una fase transitoria en la biomineralización. En las soluciones de FCA se convierte fácilmente en fases cristalinas estables, tales como el fosfato octacalcio o productos de apatita.<sup>25, 26</sup>

Aunque varios estudios han investigado la utilización de la caseína como aditivo anticaries en los alimentos, pasta de dientes o en agua potable, los autores Reynolds, Bavetta, Schweigert y Shaw proponen su uso no se ha aplicado debido a sus propiedades organolépticas adversas y la gran cantidad requerida para la eficacia. En contraste, el Fosfopéptido de Caseína (FPC) no tiene estas limitaciones, el potencial de su actividad anticariogénica es al menos 10 veces mayor de lo que es para la caseína, por lo tanto, el FPC se puede utilizar como un aditivo de alimentos anticariogénicos o pasta de dientes, especialmente si se consume en el mismo tiempo que se produce la caries. Reynolds y cols. informaron que el FPC-FCA se une fácilmente a la superficie del diente, así como a las bacterias de la placa que rodea el diente, de esta manera, los depósitos de FPC-FCA presentan una alta concentración en las

proximidades de la superficie dental. Varios autores proponen que en condiciones ácidas, el uso del FPC-FCA amortigua los iones de calcio y fosfato, aumentando sustancialmente el nivel de fosfato y calcio en la placa, por lo tanto, se mantiene en un estado de sobresaturación que inhibe la desmineralización del esmalte y aumenta la remineralización.<sup>25</sup>

Se ha sugerido que el Fosfopéptido de caseína (FPC) tiene la capacidad de estabilizar el fosfato de calcio en solución a través de la unión con el Fosfato de Calcio Amorfo (FCA) con sus múltiples residuos de fosfoserina, permitiendo así la formación de pequeños grupos FPC-FCA. El FPC-FCA podría ejercer efectos protectores sobre la erosión dental mediante la supresión de la desmineralización, la mejora de la remineralización o una combinación de estos dos procesos.<sup>27</sup>

Para Reynolds el FPC unido al FCA actúa como un reservorio de iones calcio y fosfato e incluyendo al neutro  $\text{CaHPO}_4$  par iónico. En condiciones ácidas, el FPC con complejo de FCA sería de tampón pH en la placa y al hacerlo estaría disociando a los iones de fosfato, calcio e incluyendo al  $\text{CaHPO}_4$ . El ácido se genera por las bacterias de la placa dental o durante la formación de la Hidroxiapatita (HA) en la lesión del esmalte durante la remineralización. El aumento de los iones de calcio y fosfato en la placa y pares de iones podría compensar cualquier caída en el pH, lo que impide la desmineralización del esmalte, el FPC-FCA son soluciones remineralizantes eficientes que consumirán al ácido generado durante la remineralización del esmalte, llevando a más  $\text{CaHPO}_4$  y por lo tanto el mantenimiento de su gradiente de concentración en la lesión.<sup>6</sup>

Siguiendo con la investigación de Reynolds, el FPC mediante la estabilización del fosfato y el calcio en una solución metaestable, facilita una alta concentración de iones, incluyendo al  $\text{CaHPO}_4$ . El FPC también mantendrá las altas actividades de los iones calcio y fosfato durante la remineralización a través del depósito límite de FCA. El mismo autor también

añade que el FCA enlazado, por estar en equilibrio dinámico con iones de calcio y fosfato, mantendrá las concentraciones de las especies que participan en la difusión en la lesión.<sup>6</sup>

La Oficina de Aprobación del Premercado hace reconocimiento que el complejo FPC-FCA fue patentado por la Universidad de Melbourne, Australia, y la Dairy Industry Authority victoriano, Abbotsford, Australia. Bonlac Foods Limited (una empresa australiana de 2.300 productores de leche en Victoria y Tasmania) tiene los derechos exclusivos para su fabricación y comercialización y es el propietario de la marca comercial (Recaldent). A principios de 1999, la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA) aceptó Recaldent como "seguro" para su uso previsto como un texturizador en goma de mascar (Trident White, Cadbury Adams EE.UU, Parsippany, NJ).<sup>25</sup>

Por otro lado la Oficina de Evaluación de Dispositivos menciona que la FDA ha aprobado los productos comercializados en los Estados Unidos (MI Paste y MI Paste Plus que contiene 900 partes por millón de flúor, GC América, Alsip, Illinois.) Para su uso principalmente como pastas de profilaxis abrasivo y en segundo lugar para el tratamiento de la sensibilidad dental (después de procedimientos de blanqueo, escaificación, o alisado radicular). Sin embargo, su uso para la remineralización de la dentina y el esmalte en la prevención de caries dentales es una aplicación fuera de la etiqueta.<sup>25</sup>

### **Fluoruro de Sodio.**

El fluoruro es reconocido como un contaminante natural, ampliamente distribuida que tiene efectos tóxicos graves en los tejidos blandos, incluyendo el cerebro, riñón, hígado, testículos, epidídimo y (Doull et al., 2006). Diversos compuestos que contienen flúor se encuentran en el medio ambiente, porque el flúor tiene la capacidad para formar compuestos con numerosos elementos. El fluoruro de sodio (NaF) se muestra para provocar efectos fisiológicos en

numerosos estudios clínicos y de laboratorio, con la toxicidad de NaF en la disminución de la fertilidad en la mayoría de las especies animales ensayadas. Una búsqueda intensiva de literatura reveló que el fluoruro afecta negativamente a la función del espermatozoides, incluyendo la morfología, motilidad, la capacitación y la reacción acrosómica (Chinoy et al, 1994;. Elbetieha et al, 2000;. Pushpalatha et al, 2005;. Dvora kova -Hortova et al, 2008; Izquierdo-Vega et al, 2008; saliva, 2009; Sun et al, 2010) los cuales son el proceso clave en la fertilización, tanto in vitro como in vivo (Rahman et al, 2013; Kwon et al, 2014). Además, según el informe anual del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (ShraderFrechette, 2007), el fluoruro es un disruptor endocrino que altera las funciones normales del sistema endocrino tanto que podría afectar a la función espermática mediante la unión a sus receptores en espermatozoides.<sup>28</sup>

Según Amin, Berkowitz, Bradshaw, Caufield, Childers y De Paola el uso de agentes antimicrobianos en el tratamiento de streptococcus mutans (SM) se ha estudiado durante más de cinco décadas. El flúor se ha indicado como un contribuyente importante en el tratamiento y la prevención de la caries dental debido a sus propiedades cariostáticas y remineralizantes, sin embargo, el valor antimicrobiano de estas formulaciones ha sido cuestionada. En el estudio de los autores Marinho, De Stoppelaar y Schaeken muestran que si bien una reducción de caries observada con el uso de fluoruro tópico con frecuencia es un hecho, la disminución en la prevalencia de esta enfermedad no siempre se ha asociado con una disminución en el número de streptococcus mutans (SM), dando lugar a controversias en cuanto a sus propiedades antibacterianas. Tatevossian informa que el uso clínico de preparaciones de fluoruro con fines antimicrobianos ha tenido poca aceptación entre los profesionales dentales debido que a la administración de fluoruro requiere grandes concentraciones y una alta frecuencia de aplicación, superando la concentración necesaria para reducir la desmineralización del esmalte.<sup>29</sup>

Parece, por lo tanto, un efecto beneficioso en la reducción de caries que puede utilizarse en la preservación de las superficies con imperfecciones que de otro modo serían especialmente susceptibles a la desmineralización en el proceso carioso. La adquisición de fluoruro en el esmalte de los dientes deciduos exfoliados en la boca de los niños que utilizan geles diarios de fluoruro de sodio dependerá del número de aplicaciones y la concentración de iones de hidrógeno de gel para su uso, sin embargo, Mellberg, Englander, y Nicholson informaron que es significativamente mayor en aquellos dientes que nunca han tenido aplicaciones tópicas de fluoruro. Estos estudios tienen un doble valor que demuestran claramente la eficacia del fluoruro, y agregan considerablemente a la riqueza de los datos relativos al modo de acción en la reducción de la caries dental. Más que nunca, los estudios ponen en relieve la magnitud de la fluorización en contribución que hace a la salud dental en la comunidad.<sup>30</sup>

En 1953, Jenkins y Spiers, demostraron que la superficie del esmalte a menudo tiene muchas veces más alta concentración de flúor al igual que los niveles más profundos, y este gradiente se ha observado en la erupción los dientes permanentes, en dientes que no han erupcionado, y en las zonas de los dientes con diferente fluoruro en los niveles de agua. Sus observaciones han sido confirmadas por otros. Además, la concentración de fluoruro se ha informado que se incrementa a medida que aumenta la edad post-eruptiva. Estudios más detallados han sido realizadas por Little, Casciani, y Rowley, en la que se muestrearon los dientes de diferentes edades y tipos morfológicos sobre la base de la decoloración visual y de los signos microrradiograficos de desmineralización. Los dientes que no han erupcionado tienen imperfecciones y zonas de decoloración que cubren aproximadamente el 10 por ciento de la superficie del diente. Sus estudios también demostraron que hay alrededor de cuatro veces la

concentración de fluoruro en las superficies normales del esmalte en los pacientes de 50 años de edad o más en comparación con los dientes de las personas menores de 20 años de edad.<sup>30</sup>

En unos informes preliminares de la fluorización del suministro de agua comunales de Newburgh Kingston en lo general fueron sugeridos fuertemente que ese procedimiento tiene un efecto similar en la incidencia de caries de las regiones observadas, en sus aguas con reservas naturales de fluoruro (Nutrition Reviews (1951). Sin embargo, el mecanismo por el cual el fluoruro se incorpora en la estructura del diente para reducir la susceptibilidad a la caries dental es desconocida.<sup>31</sup>

En un intento de explorar el mecanismo de acción del fluoruro, H. Berggren y H. Hedstrom, estudiaron los efectos al aplicar por vía tópica fluoruros en la permeabilidad del esmalte en perros anestesiados. Los dientes caninos fueron tratados con una solución de fluoruro de sodio al 2 o 4 por ciento de 1 a 6 aplicaciones durante un intervalo total de treinta a noventa minutos para simular las circunstancias de aplicación tópica de flúor a los dientes humanos. Después de la finalización del tratamiento tópico, la permeabilidad del esmalte fue probado mediante la exposición de los dientes tratados y de los controles adecuados a una mezcla de toxina-fructosa de tétano en el que el título de la toxina era 1: 100,000 y la concentración de fructosa al 20 por ciento. Esta solución se mantuvo alrededor de la superficie de la corona aproximadamente cuarenta horas. A continuación, se extrajeron los dientes y una suspensión de pasta se preparó a partir cada diente. La prueba de la permeabilidad del esmalte se basó en la inoculación de ratones no inmunizados con estas suspensiones de pasta. Sobre la base de esta prueba, no se observó diferencia en la permeabilidad.<sup>31</sup>

## 2.4. HIPOTESIS

### 2.4.1. GENERAL

La pasta remineralizante de Fosfato Péptido de Caseína con Fosfato de Calcio Amorfo reduce la microrugosidad en comparación con la pasta de Fluoruro de Sodio sobre la erosión del esmalte dental.

### 2.4.2. ESPECÍFICOS

1. El agente remineralizante de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo reduce la microrugosidad del esmalte dental erosionado.
2. El agente remineralizante de Fluoruro de Sodio reduce la microrugosidad del esmalte dental erosionado.
3. La bebida Coca - Cola<sup>®</sup> produce desmineralización sobre el esmalte dental.
4. La bebida Inca - kola<sup>®</sup> produce desmineralización sobre el esmalte dental.

## 2.5. VARIABLES

Variable	Definición operacional	Indicadores	Tipo	Escala de medición	Valores
Erosión del esmalte	Aumento de la microrugosidad sobre la superficie dental	Rugosímetro	Cuantitativo Continua	Razón	Micras ( $\mu\text{m}$ )
Agentes remineralizantes	Capacidad de disminuir la microrugosidad de la superficie dental	Tipos de agentes remineralizantes	Cualitativo Dicotómico	Nominal	- (FPC-FCA) - Fluoruro de sodio
Bebidas acidógenas	Capacidad de crear microrugosidad sobre la superficie dental	Rugosímetro	Cualitativo Dicotómico	Nominal	- Coca-Cola - Inca-Kola



## 2.6. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE TERMINOS

### **Rugosidad.**

La superficie que representan los límites materiales, tienen quizás propiedades más insustanciales, pero todavía pensamos en algunas de estas propiedades como intrínsecas, como el color. "No puedo definir rugosidad, pero lo sé cuando lo veo". Cuando hablamos de país áspero, un camino áspero, un tejido áspero, implicamos escalas muy diferentes de la característica en cada caso, pero entendemos bastante bien qué clase de superficie significa. El hecho es que la aspereza es el estado natural de la superficie, y dejada a sus propios medios, la naturaleza se asegurará de que sean ásperas. La rugosidad de una superficie es una medida de su falta de orden.<sup>32</sup>

### **Remineralización.**

Según Ten Cate en condiciones fisiológicas, los fluidos orales (saliva, biofilm) tienen calcio (Ca) y fosfato ( $PO_4$ ) en concentraciones sobresaturadas con respecto a la composición mineral del esmalte y, como resultado, se vuelven a depositar en zonas del esmalte donde se perdieron. La remineralización sería mejor definida como la redeposición de los minerales perdidos por el esmalte, y este término se ha utilizado como sinónimo de reparación del esmalte o re-endurecimiento.<sup>33</sup>

### **Desmineralización**

Para Paes Leme cuando el azúcar penetra en un biofilm cariogénico y se convierte en ácidos por el metabolismo bacteriano, el fluido del biofilm se hace insuficientemente saturado con respecto al mineral del esmalte, y se produce desmineralización.<sup>33</sup>

## **CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1. DISEÑO METODOLÓGICO**

#### **3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Este trabajo es de tipo experimental *in vitro*.

#### **3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

Este estudio es de tipo experimental porque se comparó la aplicación de las pastas dentales con fluoruro de sodio y fosfopéptido de caseína con complejo de fosfato de calcio amorfo sobre el esmalte dental erosionado, mediante un Rugosímetro. Es *In vitro* porque se realizó la erosión y aplicación de los dentífricos sobre la superficie de las piezas dentarias y por último prospectivo porque la información se recolectó conforme ocurrían los hechos, no siendo el tiempo un impedimento para el desarrollo e implementación de este estudio.

### **3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA**

La unidad de análisis fue una pieza dentaria previamente extraída por razones ortodónticas o impactación, la muestra fue conformada por piezas dentarias humanas, que cumplían los criterios de inclusión y exclusión, para el tamaño de muestra se utilizó la prueba comparación de medias. **(Anexo 1)**

Se realizó un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple, considerando los grupos de pastas a utilizar y los agentes erosivos.

1. Grupo 1: Libre de pastas y erosiones, grupo control.
2. Grupo 2: Con pasta de Fluoruro de Sodio + Coca – Cola®
3. Grupo 3: Con pasta de Fluoruro de Sodio + Inca – kola®
4. Grupo 4: Con Fosfopéptido de Caseína con Complejo de Fosfato de Calcio Amorfo + Coca – Cola®.

5. Grupo 5 : Con Fosfopéptido de Caseína con Complejo de Fosfato de Calcio Amorfo + Inca – Kola®.

### **Criterios de inclusión y exclusión**

#### **Criterios de inclusión:**

1. Piezas dentarias sanas.
2. Piezas dentarias con coronas conservadas.

#### **Criterios de exclusión:**

1. Piezas dentarias con caries dental.
2. Piezas dentarias con anomalías.
3. Piezas dentarias con restauraciones.
4. Piezas dentarias con fracturas coronarias.

### **3.3. TÉCNICA E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para el desarrollo de este trabajo se realizó las siguientes actividades:

#### **Preparacion de la muestra.**

Las muestras se pulieron con piedra pomez y agua con la ayuda de un micromotor. Luego se obtuvo dos muestras de esmalte ( $4 \times 4 \times 2$  mm) de las superficies bucal y lingual o palatino de cada diente, utilizando una sierra de diamante de baja velocidad refrigerada por agua.. Después las superficies se aclararon con agua desionizada y se colocaron en una solución de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) al 17% durante 1 min para la eliminar la capa de frotis. Seguidamente se asignaron al azar en 5 grupos. Para una mayor precisión y comodidad para los pasos de tratamiento se seleccionó 5 vasos (transparentes) para las muestras (4 para tratamiento y 1 para el grupo control); para la fase de erosión se seleccionó otros 4 vasos (transparentes) trazado con plumón indeleble por el exterior a una altura de 5cm y cubierto por cinta adhesiva para que no se borre, eso sirvió para verter la misma cantidad de bebida en los 4 grupos<sup>1,2</sup> (**Anexo 6**)

### **Fase de erosión.**

Se utilizaron los vasos transparentes marcados a 5cm para verter la misma cantidad bebidas acidas. El grupo 1 se consigero grupo control sin erosión, para los grupos 2 y 4 se utilizó la bebida Coca-Cola® [The coca-cola company, Corporación Lindley S.A. Lima25, Perú] 4 veces al día (cada 3 horas por 2 min) durante 5 días. Los grupos 3 y 5 se utilizó las bebida Inca – Kola® [Corporación Lindley S.A. Lima25, Perú] 4 veces al dia (cada 3 horas por 2 min) durante 5 días. Al culminar la cada fase de erosión se enjuagaron las muestras con agua desionizada y se almacenaron en suero fisiológico hasta la siguiente prueba.<sup>1</sup> (**Anexo 6**)

### **Tratamiento.**

Se realizó despues de cada fase de erosión. Antes de cada aplicación de las pastas se enjuagó las muestras con agua desionizada. El grupo 1 fue considerado como el grupo control sin tratamiento. El grupo 2 y 3 se cepilló con pasta de Fluoruro de Sodio [Colgate® Total 12, Colgate-Palmolive Company, Perú] 4 veces al día (cada 3 horas por 5min) durante 5 días. El grupo 4 y 5 se cepilló con pasta de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo [Mi paste®, Recaldent™, Perú] 4 veces al día (cada 3 horas por 5min) durante 5 días. Los 4 grupos fueron cepillados con ayuda de un microbursh por 10 segundos y se dejó en contacto por 5 minutos, luego fueron irrigados con agua desionizada para quitar todo rastro de pasta dental y finalmente se almacenó en suero fisiológico.<sup>1,2</sup> (**Anexo 6**)

### **Análisis de Micro-rugosidad.**

El análisis de la micro-rugosidad se determinó mediante un Rugosímetro [Mitutoyo SJ-201, High Technology Laboratory Certificate SAC]. Una vez que se terminó la fase de erosión y tratamiento se evaluó las superficies de todos los grupos:<sup>1</sup>

El primer análisis fue en las superficies del grupo control y la segunda medida se realizó sobre las superficies del grupos que se sometieron al proceso de erosión previamente tratado con pasta dental de fluoruro de sodio y el de fosfopéptido de caseína con complejo de fosfato de calcio amorfo.<sup>1</sup> (**Anexo 4**)

### **3.4. DISEÑO DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Para este trabajo de investigación de tipo experimental *in vitro* se realizó un muestreo probabilístico de tipo aleatorio simple puesto que las muestras fueron estandarizadas en una sola medida de 4 x 4 mm teniendo en consideración los criterios de inclusión y exclusión. Posteriormente se analizaron las muestras con un rugosímetro Mitutoyo en el formato presentado al Laboratorio Especializado en Calibraciones HTL. (**Anexo 4**)

### 3.5. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Para la elaboración del análisis univariado se obtuvo las medidas de media, desviación estándar, valor mínimo y máximo de la variable efecto remineralizante, según los grupos establecidos (Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo y Fluoruro de Sodio) y las covariables del estudio (Inca-Kola® y Coca-Cola®).

Además, se determinó que la muestra presentó distribución normal mediante la prueba de Shapiro-Wilk.

Para el análisis bivariado se realizó la prueba estadística ANOVA para datos relacionados comparando así el efecto remineralizante de los diferentes grupos de estudio según las bebidas Inca-Kola® y Coca-Cola®, luego de presentar elevada significancia estadística se procedió a realizar la prueba de Bonferroni y se identificó el grupo que determinó la mayor diferencia estadísticamente significativa entre los grupos de estudio.

La base de datos se realizó en el programa Microsoft Excel y los resultados se realizaron mediante los paquetes estadísticos Stata® versión 12.0.

### 3.6. ASPECTOS ÉTICOS

En el presente trabajo de investigación se utilizó piezas dentarias humanas previamente extraídas por motivos ortodónticos o impactación y posteriormente para eliminarlos fueron quemados por un horno y reducidos en cenizas. Para estos procedimientos se solicitó un permiso mediante un documento al departamento del comité de ética de la Universidad Privada San Juan Bautista, donde se especificó la justificación del estudio *in vitro* de las pastas dentales de fluoruro de sodio y el de fosfopéptido de caseína con complejo de fosfato de calcio amorfo sobre el esmalte dental erosionado, siendo la petición aprobada. (**Anexo 2**)

## CAPÍTULO IV: ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

### 4.1. RESULTADOS

Al comparar las medias de la microrugosidad del esmalte dental de los diferentes grupos de Coca – Cola<sup>®</sup>, Inca – Kola<sup>®</sup> y Control, para el grupo con Coca – Cola<sup>®</sup> se evidenció una microrugosidad de  $2.57\mu\text{m} \pm 0.8$  con un mínimo de  $1.54\mu\text{m}$  y un máximo de  $4.08\mu\text{m}$  siendo el grupo de mayor erosión, sin embargo el grupo de Inca – Kola<sup>®</sup> presentó una microrugosidad de  $2.38\mu\text{m} \pm 0.6$  con un mínimo de  $1.37\mu\text{m}$  y un máximo de  $3.77\mu\text{m}$  siendo la bebida que menor desmineralización presentó sobre el esmalte dental, de la misma forma el Grupo control demostró una microrugosidad de  $3.20\mu\text{m} \pm 0.4$  con un mínimo de  $2.44\mu\text{m}$  y un máximo de  $3.67\mu\text{m}$ . Al realizar la prueba de Shapiro - Wilk se comprobó que todos los grupos presentan distribución normal con un  $p > 0.05$ . (**Tabla 1**)

Por otro lado al realizar la prueba estadística ANOVA se evidenció que todos los grupos Coca – Cola<sup>®</sup>, Inca – Kola<sup>®</sup> y Grupo Control obtuvieron diferencias estadísticamente significativas con un  $p < 0.05$ . (**Tabla 1**)

Después de determinar la existencia de diferencias entre los grupos Coca – Cola<sup>®</sup>, Inca – Kola<sup>®</sup> y control con la prueba ANOVA, se procedió a identificar los grupos que determinan dicha diferencia con la prueba de Bonferroni, donde se determinó que entre el grupo de Coca – Cola<sup>®</sup> y el Grupo Control no presentaron diferencias significativas con un  $p = 0.127$  en comparación entre el grupo de Inca – Kola<sup>®</sup> y el Grupo Control donde sí se halló diferencias estadísticamente significativas con un  $p = 0.028$  siendo los grupos que determinaron dicha diferencia entre todos. (**Tabla 1**)

Al comparar las medias de la microrugosidad del esmalte dental de los diferentes grupos tratados con pasta dentales como el Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio amorfo, el Fluoruro de Sodio y el Grupo Control. Se evidenció que el Grupo Fluoruro de Sodio presenta una microrugosidad de  $2.79\mu\text{m} \pm 0.6$  con un mínimo de  $1.96\mu\text{m}$  y un máximo de  $4.08\mu\text{m}$  siendo el grupo de menor remineralización, del mismo modo el grupo de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio amorfo presenta una microrugosidad de  $1.96\mu\text{m} \pm 0.3$  con un mínimo de  $1.37\mu\text{m}$  y un máximo de  $3.24\mu\text{m}$  siendo el grupo de mayor remineralización presentó, sin embargo el Grupo Control se halló una microrugosidad de  $3.20\mu\text{m} \pm 0.4$  con un mínimo de  $2.44\mu\text{m}$  y un máximo de  $3.67\mu\text{m}$ . Al realizar la prueba de Shapiro - Wilk se comprobó que todos los grupos presentan distribución normal con un  $p > 0.05$ . (**Tabla 2**)

Por otro lado se realizó la prueba estadística ANOVA donde se evidenció que todos los grupos Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio amorfo, Fluoruro de Sodio y el Grupo Control obtuvieron diferencias estadísticamente significativas con un  $p < 0.05$ . (**Tabla 2**)

Después de determinar las diferencias entre los grupos de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio amorfo, el Fluoruro de Sodio y el Grupo Control con la prueba ANOVA, se procedió a identificar los grupos que determinan dicha diferencia con la prueba de Bonferroni, donde se determinó que entre el grupo de Fluoruro de Sodio y el Grupo Control no presentaron diferencias significativas con un  $p = 0.629$  en comparación entre el grupo de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio amorfo y el Grupo Control donde sí se halló diferencia estadísticamente significativas con un  $p = 0.000$  siendo los grupos que determinan diferencia entre todos. (**Tabla 2**)



TABLA N° 1

Comparación *in vitro* de la erosión del esmalte dental y las bebidas Coca – Cola® e Inca – Kola®.

<b>Erosión del Esmalte Dental</b>							
<b>Bebidas</b>	<b>Media <math>\pm</math> SD</b>	<b>Mediana</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>P*</b>	<b>P**</b>	<b>P***</b>
<b>Coca - Cola®</b>	2.57 $\pm$ 0.8	2.29	1.54	4.08	0.119		0.127
<b>Inca - Kola®</b>	2.38 $\pm$ 0.6	2.32	1.37	3.77	0.302	0.031	0.028
<b>Control</b>	3.20 $\pm$ 0.4	3.35	2.44	3.67	0.320		

Unidad de medida en micras ( $\mu\text{m}$ )

\* Prueba de Shapiro-Wilk (Nivel de Significancia  $p < 0.05$ )

\*\* Prueba de ANOVA (Nivel de significancia  $p < 0.05$ )

\*\*\*Prueba de Bonferoni (Nivel de significancia  $p < 0.05$ )

TABLA N° 2

Comparación *in vitro* el efecto remineralizante de las pastas dentales con Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo y Fluoruro de Sodio sobre la erosión del esmalte dental.

Erosión del Esmalte Dental								
Pastas dentales		Media $\pm$ SD	Mediana	Mínimo	Máximo	P*	P**	P***
Fluoruro de Sodio	Coca – Cola®	2.95 $\pm$ 0.8	2.91	1.96	4.08	0.052		0.629
	Inca – Kola®	2.79 $\pm$ 0.6	2.54	2.03	3.77			
FPC – FCA	Coca – Cola®	2.19 $\pm$ 0.5	2.06	1.54	3.24	0.451	0.000	0.000
	Inca – Kola®	1.96 $\pm$ 0.3	1.93	1.37	2.55			
Control	Suero Fisiológico	3.20 $\pm$ 0.4	3.35	2.44	3.67	0.320		

FPC – FCA: Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio amorfo

Unidad de medida en micras ( $\mu\text{m}$ )

\* Prueba de Shapiro-Wilk

\*\* Prueba de ANOVA

\*\*\*Prueba de Bonferoni

(Nivel de significancia  $p < 0.05$ )

## 4.2. DISCUSIÓN

El esmalte dental está compuesto esencialmente de cristales de Hidroxiapatita y una fracción de matriz orgánica que contiene proteínas, lípidos y agua. El intercambio de iones se produce en las superficies hidratadas que contiene iones de calcio y fosfato en un estado de sobresaturación relacionado con los cristales de apatita en un pH neutro. La disolución del esmalte se produce al unir los iones de hidrógeno derivados de los ácidos al calcio, lo que conduce a una Hidroxiapatita carbonatada deficiente en calcio y a la liberación de iones de calcio y fosfato.<sup>16</sup>

A lo largo de los años se han encontrado un alto consumo de bebidas carbonatadas por parte de la población, considerándose así como el principal agente erosivo o desmineralizante del esmalte dental.<sup>1</sup> En investigaciones como el de Carvalho (2013)<sup>2</sup>, Ranjitkar (2009)<sup>14</sup>, Hegde (2012)<sup>13</sup> se han evidenciado compuestos para la inhibición de la erosión, tales como Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo (FPC- FCA); este complejo puede aumentar el nivel de iones calcio y fosfato inorgánico en la superficie del diente, permitiendo de este modo la remineralización inmediata del esmalte.

Por lo tanto, el propósito de esta investigación fue comparar *in vitro* el efecto remineralizante de las pastas dentales con Fosfopéptido de Caseína - Fosfato de Calcio Amorfo y Fluoruro de Sodio sobre la erosión del esmalte dental.

El autor West (2000)<sup>34</sup> realizó una investigación respecto al efecto erosivo de las bebidas dietéticas en relación con el tiempo de exposición, realizando la fase erosiva 3 veces al día y recolectando los datos en intervalos de 10 minutos con un total de 30 minutos de exposición, el demostró que si existía relación estadísticamente significativa entre el efecto erosivo y el

tiempo de exposición, sin embargo en este trabajo se pudo obtener un efecto erosivo en un periodo de 3 días con una exposición de 2 min por cada ciclo erosivo.

Kitchens (2007)<sup>35</sup> realizó un estudio para evaluar el potencial erosivo de las bebidas carbonatadas como Coca-Cola Clásica, Cola dietética, Gatorade y Red Bull y las no carbonatadas como el café Starbucks Frappuccino, agua Dasani (embotellada) y agua del grifo (control), por el cual demostró que todas las bebidas tanto las carbonatadas como las no carbonatadas presentaron un nivel de erosión sobre el esmalte dental pero las bebidas carbonatadas demostraron poseer un poder erosivo mayor, esto concuerda con la aplicación de las bebidas Coca-Cola e Inca-Kola utilizados en este estudio.

Torres (2010)<sup>36</sup> planteó la misma variable que el autor West al evaluar la relación de las bebidas carbonatadas y el tiempo de exposición pero lo demostró aplicándolos 3 veces al día por tan solo 5min por un periodo de 60 días, los datos se obtuvieron a los 7, 15 ,30, 45, 60 días y de ese modo puedo evidenciar la relación entre el efecto erosivo y el tiempo de exposición en días, que con respecto a este trabajo se obtuvo resultados erosivos en un tiempo estimado de tan solo 3 días.

Claudio (2010)<sup>37</sup> con la pasta dental Sensodyne Pronamel (GlaxoSmithKline, Brentford, Middlesex, Reino Unido) que es un derivado de la pasta de dientes Sensodyne y está hecho de fluoruro de sodio biodisponible (1450 ppm de fluoruro) y que a su vez contiene nitrato de potasio que favorece la prevención contra la erosión del esmalte dental y al mismo tiempo mitigar los efectos de la hipersensibilidad dentinaria; la siguiente pasta que utilizó es BioRepair Plus (Coswell SpA, Bolonia, Italia) es una pasta dental libre de flúor compuesta de nanocristales de hidroxiapatita, que se han introducido al mercado debido a sus excelentes propiedades biológicas. Como resultado evidenció que ambas pastas dentales ofrecen un grado de protección del esmalte dental y a su vez comparten la misma efectividad

que la pasta de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo (FPC-FCA) utilizado para este estudio .

Siguiendo en el mismo año Manton (2010)<sup>38</sup> en su investigación ofreció una nueva posibilidad de estudio en el uso de la pasta de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo (FPC-FCA) al añadirlos directamente en las bebidas ácidas para evaluar su relación directa con la pasta dental y efectivamente demostró disminuir el nivel de erosividad al adicionar 0.2% de FPC-FCA en 4 bebidas ácidas con rango de pH (2.2 – 2.4), se investigó su efecto sobre el esmalte dental en una solución de 50ml durante 30 minutos. Cuando se trata de combatir la erosión no solo nos centraríamos en realizar el cepillado dental con los agentes remineralizantes como en esta investigación, también podemos considerar lo propuesto por Maton.

Amaral (2014)<sup>8</sup> realizó un estudio para evaluar las pastas de Fluoruro de sodio (Colgate 360° Sensitive, Colgate - Palmolive Ind. Com. Ltda., São Paulo, Brasil) y la pasta de Fosfopéptido de caseína con complejo de fosfato de calcio amorfo con flúor en un ambiente oral simulado, el cual logró haciéndolo con un goteo de 0.4ml/min de saliva artificial que en comparación con este estudio se utilizó suero fisiológico como medio de conservación de las muestras. Para ambos estudios se pudo comprobar resultados favorables de los agentes remineralizantes sobre el esmalte dental erosionado.

Para este trabajo los agentes erosivos principales fueron la Coca - Cola y la Inca - Kola sin embargo Tocolini (2018)<sup>39</sup> en su investigación utilizó como agentes erosivos jugos a base de uva natural, industrial y a base de soja para evaluar su nivel de erosividad sobre el esmalte dental en dientes primarios. Se evidenció que el jugo de uva natural presentó una capacidad erosiva mayor en el esmalte dental primario, también se evidenció erosividad por parte de las otras 2 bebidas pero no fueron significativas entre sí.

El estudio presentó algunas limitaciones durante la ejecución, como la calibración del instrumento en algunas de las muestras de esmalte dental por presentar una ligera curvatura que impedía con exactitud determinar la microrugosidad, también en el procedimiento de realizar los cortes teniendo cuidado de no realizar microabrasiones sobre la estructura que se trabajó, sin embargo, el mantener las bebidas en temperatura ambiente fue de vital importancia puesto que uno de los factores que depende de la erosividad de las bebidas es las condiciones altas de temperatura y por ello fue importante controlarlo en épocas de verano.

Esta investigación es importante porque dio a conocer la capacidad de remineralizar el esmalte dental bajo condiciones erosivas con las pastas dentales que contienen Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo y como hemos observado es de mucha ayuda, así mismo, en la prevención de caries dental como en tratamientos preventivos para pacientes con xerostomía, por otro lado los resultados favorables del estudio pueden brindar nuevas investigaciones y conocimientos a profundidad sobre el tema para el odontólogo y público en general, propiciando así su aplicación en distintas marcas comerciales y la facilidad de disponibilidad para todos.

## **CAPÍTULO V: ADMINISTRACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **5.1. CONCLUSIONES**

- 1.- El efecto remineraizante de la pasta de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo (MiPaste®) demostro se mayor que la pasta de Fluoruro de Sodio (Colgate®) sobre el esmalte dental bajo condiciones erosivas.
- 2.- La eficacia los agentes remineralizante sobre el esmalte dental bajo condiciones erosivas se evidencio tanto para la pasta de Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo (MiPaste®) como para la pasta de Fluoruro de Sodio (Colgate®).
- 3.- Al comparar la microrugosidad del esmalte dental erosionado por las bebidas carbonatadas se evidenció que la bebida Inca – Kola® obtuvo menor desmineralización (microrugosidad) del esmalte dental que la bebida Coca – Cola®.

### **5.2. RECOMENDACIONES**

- 1.- Implementar nuevas investigaciones con el Fosfopéptido de Caseína con complejo de Fosfato de Calcio Amorfo en otras presentaciones como enjuagues bucales o en materiales restauradores como ionomeros y resinas para la prevencion de caries dental.
- 2.- Consientizar a los padres tratamientos alternativos a los convencionales como la pasta de Fosfopéptido de Caseína – Fosfato de Calcio Amorfo (Mipaste®) el cual es un producto derivado de la leche para prevenir la aparición de la caries, es fácil de usar tanto en la casa como en el consultorio dental.
- 3.- Realizar otras investigaciones con las mismas variables aplicadas en seres humanos para evaluar su remineralizacion.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Moezizadeh M, Alimi A. The effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate paste and sodium fluoride mouthwash on the prevention of dentine erosion: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2014; 17(3): 244-9.
2. Carvalho F, Brasil V, Silva Filho T, Carlo H, Santos R, Lima B. Protective effect of calcium nanophosphate and CPP-ACP agents on enamel erosion. *Braz Oral Res*. 2013; 27(6): 463-70.
3. Wegehaupt F, Tauböck T, Stillhard A, Schmidlin P, Attin T. Influence of extra- and intra oral application of CPP-ACP and fluoride on re-hardening of eroded enamel. *Acta Odontol Scand*. 2012; 70(3): 177-83.
4. Gupta R, Prakash V. CPP-ACP complex as a new adjunctive agent for remineralisation: a review. *Oral Health Prev Dent*. 2011; 9(2): 151-65.
5. Gupta N, Mohan C, Nagpal R, Singh Oberoi S, Dhingra C. A Review of Casein Phosphopeptide-Amorphous Calcium Phosphate (CPP-ACP) and Enamel Remineralization. *Compend Contin Educ Dent*. 2016; 37(1): 36-9.
6. Gurunathan D, Somasundaram S, Kumar S. Casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate: a remineralizing agent of enamel. *Aust Dent J*. 2012; 57(4): 404-8.
7. Ambarkova V, Goršeta K, Glavina D, Škrinjarić I. Učinak fluoridirane paste za zube na remineralizaciju cakline i mikrotvrdoću nakon demineralizacije in vitro. *Acta Stomatologica Croatica*. 2011; 45(3): 159-165.



8. Amaral C, Miranda M, Correa D, Silva E. Sodium fluoride and casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate cream plus sodium fluoride efficacy in preventing enamel erosion in a simulated oral environment study model. *Indian J Dent Res.* 2014; 25(4): 464-9.
9. Magalhães A, Levy F, Souza B, Cardoso C, Cassiano L, Pessan J, et al. Inhibition of tooth erosion by milk containing different fluoride concentrations: An in vitro study. *J Dent.* 2014; 42(4): 498-502.
10. Kitchens M, Owens B. Effect of Carbonated Beverages, Coffee, Sports and High Energy Drinks, and Bottled Water on the in vitro Erosion Characteristics of Dental Enamel. *J Clin Pediatr Dent.* 2007; 31(3): 153-9.
11. Manton D, Cai F, Yuan Y, Walker G, Cochrane N, Reynolds C, et al. Effect of casein phosphopeptide-amorphous calcium phosphate added to acidic beverages on enamel erosion in vitro. *Aust Dent J.* 2010; 55(3): 275-9.
12. Ahmadi G, Ezoji F, Enderami S, Khafri S. Effect of Fluoride, Casein Phosphopeptide – Amorphous Calcium Phosphate and Casein Phosphopeptide – Amorphous Calcium Phosphate Fluoride on Enamel Surface Microhardness After Microabrasion: An In Vitro Study. *J Dent.* 2015; 12(10): 705-11.
13. Hegde M, Devadiga D, Jemsily P. Comparative evaluation of effect of acidic beverage on enamel surface pre-treated with various remineralizing agents: An In vitro study. *J Conserv Dent.* 2012; 15(4): 351-6.
14. Ranjitkar S, Kaidonis J, Richards L, Townsend G. The effect of CPP–ACP on enamel wear under severe erosive conditions. *Arch Oral Biol* 2009; 54(6): 527-32.

15. Patil N, Choudhari S, Kulkarni S, Joshi S. Comparative evaluation of remineralizing potential of three agents on artificially demineralized human enamel: An in vitro study. *J Conserv Dent*. 2013; 16(2): 116-20.
16. Agrawal N, Shashikiran N, Singla S, Ravi K, Kulkarni V. Effect of Remineralizing Agents on Surface Microhardness of Primary and Permanent Teeth after Erosion. *J Dent Child*. 2014; 81(3): 117-21.
17. Ceci M, Mirando M, Beltrami R, Chiesa M, Poggio C. Protective Effect of Casein Phosphopeptide-amorphous Calcium Phosphate on Enamel Erosion: Atomic Force Microscopy Studies. *Scanning*. 2015; 37(5): 327-34.
18. West N, Joiner A. Enamel mineral loss. *J Dent*. 2014; 42(1): 2-11.
19. Maupomé G, Ray J. Structured review of enamel erosion literatura (1980-1998): a critical appraisal of experimental, clinical and review publications. *Oral Dis*. 2000; 6(4): 197-207.
20. Attin T, Wegehaupt F. Methods for Assessment of Dental Erosion. *Monogr Oral Sci*. 2014; 25: 123-42.
21. Shellis R, Addy M. The Interactions between Attrition, Abrasion and Erosion in Tooth Wear. *Monogr Oral Sci*. 2014; 25: 32-45.
22. Ganss C, Lussi A. Diagnosis of erosive tooth wear. *Monogr Oral Sci*. 2014; 25: 22-31.
23. Hannig M, Hannig C. The pellicle and erosion. *Monogr Oral Sci*. 2014; 25: 206-14.
24. Lussi A, Carvalho T. Erosive tooth wear: a multifactorial condition of growing concern and increasing knowledge. *Monogr Oral Sci*. 2014; 25: 1-15.

25. Azarpazhooh A, Limeback H. Clinical efficacy of casein derivatives: a systematic review of the literature. *J Am Dent Assoc.* 2008; 139(7): 915-24.
26. Reema S, Lahiri P, Roy S. Review of casein phosphopeptides-amorphous calcium phosphate. *Chin J Dent Res.* 2014; 17(1): 7-14.
27. Yamaguchi K, Miyazaki M, Takamizawa T, Inage H, Kurokawa H. Ultrasonic determination of the effect of casein phosphopeptide amorphous calciumphosphate paste on the demineralization of bovine dentin. *Caries Res.* 2007; 41(3): 204-7.
28. Kim J, Kwon W, Rahman M, Lee J, Yoon S, Park Y, et al. Effect of sodium fluoride on male mouse fertility. *Andrology.* 2015; 3(3): 544-51.
29. Lobo P, de Carvalho C, Fonseca S, de Castro R, Monteiro A, Fonteles M, et al. Sodium fluoride and chlorhexidine effect in the inhibition of mutans streptococci in children with dental caries: a randomized, double blind clinical trial. *Oral Microbiol Immunol.* 2008; 23(6): 486-91.
30. Tuckfield W, Harris R. Mechanism of fluoride action. *Aust Dent J.* 1968; 13(4): 313-4.
31. Berggren H, Hedstrom H. The influence of topically applied fluorine on the permeability of enamel. *J Dent Res.* 1951; 30(2): 169-71.
32. Thomas TR. *Rough Surface.* 2nd ed. London: Imperial College Press; 1999. p. 1-2
33. Cury J, Tenuta L. Enamel remineralization: controlling the caries disease or treating early caries lesions?. *Braz Oral Res.* 2009; 23(1): 23-30.

34. West N; Hughes J; Addy M. Erosion of dentine and enamel in vitro by dietary acids: the effect of temperature, acid character, concentration and exposure time. *J Oral Rehabil.* 2000; 27(10): 875-80.
35. Kitchens M; Owens B. Effect of carbonated beverages, coffee, sports and high energy drinks, and bottled water on the in vitro erosion characteristics of dental enamel. *J Clin Pediatr Dent.* 2007; 31(3): 153-9.
36. Torres C, Chinelatti M, Gomes J, Rizóli F, Oliveira M, Palma R, et al. Surface and subsurface erosion of primary enamel by acid beverages over time. *Braz Dent J.* 2010; 21(4): 337-45.
37. Claudio P; Lombardini M; Marco C; Stefano B. Impact of two toothpastes on repairing enamel erosion produced by a soft drink: An AFM in vitro study. *J Dent.* 2010; 38(20): 868 – 874
38. Manton D, Cai F, Yuan Y, Walker G, Cochrane N, Reynolds C, et al. Effect of casein phosphopeptide amorphous calcium phosphate added to acidic beverages on enamel erosion in vitro. *Aust Dent J.* 2010; 55: 275–279
39. Tocolini D, Dalledone M, Brancher J, de Souza J, Gonzaga C. Evaluation of the erosive capacity of children's beverages on primary teeth enamel: An in vitro study. *J Clin Exp Dent.* 2018; 10(4): 383-387.

Anexo 1:



**DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA**

```
. sampsi 3.20 2.38, sd1(0.4) sd2(0.6) alpha(0.05) power(.80)
```

Estimated sample size for two-sample comparison of means

Test Ho:  $m_1 = m_2$ , where  $m_1$  is the mean in population 1  
and  $m_2$  is the mean in population 2

Assumptions:

```
alpha = 0.0500 (two-sided)
power = 0.8000
m1 = 3.2
m2 = 2.38
sd1 = .4
sd2 = .6
n2/n1 = 1.00
```

Estimated required sample sizes:

```
n1 = 7
n2 = 7
```

---

## Anexo 2:



UNIVERSIDAD PRIVADA  
**SAN JUAN BAUTISTA**

### APROBACIÓN DEL COMITÉ DE ÉTICA

UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD

CONSTANCIA N° CEPB-FCS 0013

El Presidente del CEPB (Comité de Ética Profesional y Bioética) de la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad Privada San Juan Bautista SAC deja constancia que el proyecto de investigación ha sido revisado y APROBADO por el Comité de Ética, la cual fue ratificada en la sesión respectiva.

Proyecto de Investigación: **Comparación in vitro del efecto remineralizante de las pastas dentales con fosfopetido de caseína – forfato de calcio amorfo y fluoruro de sodio sobre la erosión del esmalte dental**

Código de Registro del Proyecto: **CEPB-FCS 0013**

Investigador(a) Principal: **Kevin David Pirca Cámara**

El CEPB considera APROBAR el presente proyecto de investigación debido a que cumple los lineamientos y estándares académicos, científicos y éticos de la UPSJB.

El investigador principal se compromete a respetar las normas éticas y a reportar en un plazo no mayor a 12 meses posterior a la fecha de expedición de esta constancia, la finalización del estudio.

Lima, 20 de diciembre de 2017.

Gino Jesús Huaráncca Tipiana  
Presidente del Comité de  
Ética Profesional y Bioética

[www.upsjb.edu.pe](http://www.upsjb.edu.pe)

<b>CHORRILLOS</b> Av. José Antonio Lavalleño s/n (Ex Hacienda Wina) T: (011) 254-5392 / (011) 254-7601	<b>SAN BORJA</b> Av. San Luis 1923 - 1925 T: (011) 346-4822 / (011) 346-4823	<b>LIMA NORTE</b> Av. Carlos Braguerre 216 - 230 - Independencia T: (011) 522-1835 <b>Nuevo Local (En construcción):</b> Av. Gerardo Unger 3451-3465-3479 - Independencia T: (011) 672-0741 / (011) 672-1582	<b>ICA</b> Carretera Panamericana Sur Ex Km. 300 La Angostura, Subansajalla T: (0561) 254-666 / (0561) 257-282	<b>CHINCHA</b> Calle Albuja s/n Urbanización Las Villas (Ex Paché) T: (0561) 260-329 / (0561) 260-402
---	--	---	---	--

### Anexo 3:



## PERMISO A LAS INSTALACIONES DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA SAN JUAN BAUTISTA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE ESTOMATOLOGÍA

Chorrillos 06 de Marzo del 2018

Kevin David Pirca Cámara  
Bachiller de EPESTO  
Presente.

Un cordial saludo referente a su carta presentada solicitando la autorización para el uso de las instalaciones del Aula de Practicas Estomatológicas de la Escuela Profesional de Estomatología de la Universidad Privada San Juan Bautista para la realización de su trabajo de investigación titulado: "COMPARACIÓN IN VITRO DEL EFECTO REMINERALIZANTE DE LAS PASTAS DENTALES CON FOSFOPETIDO DE CASEÍNA - FOSFATO DE CALCIO AMORFO Y FLUORURO DE SODIO SOBRE LA EROSIÓN DE ESMALTE DENTAL" en respuesta se procede con brindar las facilidades y el uso del ambiente en mención para la realización del trabajo de investigación.

Atentamente,

Mg. Manuel Montes Gamarra  
Director de la Escuela Profesional de Estomatología

RECIBIDO  
06 - 03 - 18

upsjb.edu.pe

<b>CHORRILLOS</b> Av. José Antonio Lavalle s/n (Ex Hacienda Villa) T. (01) 214-2500	<b>SAN BORJA</b> Av. San Luis 1923 - 1925 T. (07) 212-6112 / 212-6116	<b>ICA</b> Carretera Panamericana Sur Ex Km 300 La Angostura, Subtanjailla T. (056) 256-666 / 257-282	<b>CHINCHA</b> Calle Albilla s/n Urbanización Las Viñas (Ex-toche) T. (056) 260-329 / 260-402
--	---	--	--

## Anexo 4:



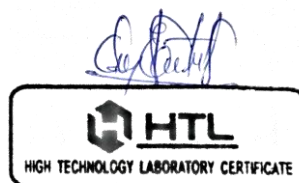
UNIVERSIDAD PRIVADA  
SAN JUAN BAUTISTA

### ANÁLISIS DE LA MICRORUGOSIDAD



- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN ENSAYOS MECÁNICOS DE MATERIALES.  
- LABORATORIO ESPECIALIZADO EN CALIBRACIONES.

INFORME DE ENSAYO N°	IE-062-2018	EDICION N° 1	Página 1 de 3
<b>ENSAYOS DE MEDICIÓN DE RUGOSIDAD EN ESMALTE DE DIENTE</b>			
TESIS	"COMPARACIÓN IN VITRO DEL EFECTO REMINERALIZANTE DE LAS PASTAS DENTALES CON FOSFOPEPTIDO DE CASEÍNA - FOSFATO DE CALCIO AMORFO Y FLUORURO DE SODIO SOBRE LA EROSIÓN DEL ESMALTE DENTAL"		
<b>DATOS DEL SOLICITANTE</b>			
NOMBRE Y APELLIDOS	Kevin David Pirca Camara		
DNI	72185753		
DIRECCIÓN	Jr. Sánchez Cerro #323 Tablada Lurin		
DISTRITO	Villa María del Triunfo		
<b>EQUIPOS UTILIZADOS</b>			
INSTRUMENTO	Rugosimetro		
MARCA	Mitutoyo		
APROXIMACION	0.001 $\mu$ m		
<b>RECEPCIÓN DE MUESTRAS</b>			
FECHA DE INGRESO	05	Junio	2018
LUGAR DE ENSAYO	Jr. Las Sensitivas Mz D Lt 7 Urb. Los jardines S.J.L.		
CANTIDAD	40 Especimenes		
DESCRIPCIÓN	Muestras de esmalte dental		
IDENTIFICACIÓN	Grupo 1	Libre de Pastas y Erosiones	
	Grupo 2	Con Pasta de Fluoruro de Sodio + Coca-cola	
	Grupo 3	Con Pasta de Fluoruro de Sodio + Inca-Kola	
	Grupo 4	Con Fosfopeptido de Caseína con Complejo de Fosfato de Calcio Amorfo + Coca-Cola	
	Grupo 5	Con Fosfopeptido de Caseína con Complejo de Fosfato de Calcio Amorfo + Inca- Kola	
<b>REPORTE DE RESULTADOS</b>			
FECHA DE EMISION DE INFORME	05	Junio	2018



HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE SAC

Av. Canto Grande Paradero 16 Lima- Lima San Juan de Lurigancho av. Naciones Unidas Mz. 35 Lt.18  
Telf.: +51(01) 376 0207 - Lunes a Viernes de 08:00 am - 07:00 pm - Sábados de 09:00 am - 5:00 pm  
E-mail.: Robet.etmec@gmail.com



INFORME DE ENSAYO N°		IE-062-2018		EDICION N° 1		Página 2 de 3	
RESULTADOS GENERADOS							
GRUPO 1							
Espécimen	μm	μm	μm	μm	PROMEDIO (μm)		
1	2.14	2.90	2.92	1.79	2.44		
2	2.55	3.21	3.07	2.04	2.72		
3	2.04	3.84	4.46	4.32	3.67		
4	3.83	3.34	3.39	3.25	3.45		
5	3.79	2.75	4.62	2.37	3.38		
6	3.78	3.43	2.47	2.60	3.07		
7	3.55	3.70	3.28	3.69	3.56		
8	4.07	3.22	2.77	3.27	3.33		
GRUPO 2							
Espécimen	μm	μm	μm	μm	PROMEDIO (μm)		
1	1.19	2.20	2.66	2.45	2.13		
2	3.44	4.27	2.99	3.07	3.44		
3	2.27	2.17	2.35	2.04	2.21		
4	4.03	3.91	3.51	2.73	3.55		
5	3.25	2.23	1.98	2.05	2.38		
6	4.48	5.17	2.95	3.70	4.08		
7	0.86	2.34	2.17	2.45	1.96		
8	4.12	3.87	3.68	3.81	3.87		
GRUPO 3							
Espécimen	μm	μm	μm	μm	PROMEDIO (μm)		
1	2.58	3.34	1.90	2.27	2.52		
2	2.06	2.39	2.66	2.38	2.37		
3	3.10	3.00	1.94	2.25	2.57		
4	2.26	2.51	2.26	2.55	2.40		
5	4.20	4.51	3.57	2.81	3.77		
6	3.45	3.67	3.88	3.17	3.54		
7	3.33	3.26	2.43	3.72	3.19		
8	1.71	2.19	2.60	1.63	2.03		



**HTL**  
 HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE

INFORME DE ENSAYO N°		IE-062-2018		EDICION N° 1		Página 3 de 3	
<b>RESULTADOS GENERADOS</b>							
<b>GRUPO 4</b>							
Espécimen	μm	μm	μm	μm	PROMEDIO (μm)		
1	2.64	2.07	2.69	2.57	2.49		
2	1.82	1.35	2.00	1.72	1.72		
3	2.85	2.50	2.30	3.20	2.71		
4	1.52	2.02	2.79	2.31	2.16		
5	2.05	1.36	1.43	1.33	1.54		
6	2.87	3.68	3.54	2.88	3.24		
7	1.72	1.86	1.78	1.49	1.71		
8	1.60	1.67	2.18	2.38	1.96		
<b>GRUPO 5</b>							
Espécimen	μm	μm	μm	μm	PROMEDIO (μm)		
1	3.71	1.74	2.66	2.08	2.55		
2	3.67	3.59	3.39	3.35	3.50		
3	1.83	1.45	1.36	2.10	1.69		
4	2.44	2.22	2.60	1.68	2.24		
5	2.68	2.19	2.56	1.69	2.28		
6	4.06	4.49	4.23	3.38	4.04		
7	4.31	4.59	4.99	4.83	4.68		
8	1.51	2.04	2.25	2.04	1.96		
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>							
TEMPERATURA : 22 °C HUMEDAD RELATIVA : 70 %							
<b>VALIDEZ DEL INFORME</b>							
válido solo para la muestra y condiciones indicadas en el informe							
  <b>HTL</b> HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE				 <b>HTL</b> HIGH TECHNOLOGY LABORATORY CERTIFICATE			
ROBERT NICK EUSEBIO TEHERAN							
CIP:193364							
ING. MECANICO							
LABORATORIO HTL CERTIFICATED							

### Anexo 5:



### FICHA DE RECOLECCION DE DATOS

Esmalte Dental	Grupo 1				Grupo 2				Grupo 3				Grupo 4				Grupo 5			
	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	μm	
1																				
2																				
3																				
4																				
5																				
6																				
7																				
8																				

AGENTES REMINERALIZANTES	Grupo control	Inca - Kola®	Coca - Cola®
	Sin pasta ni erosión (um)	Pretratado y erosionado (um)	Pretratado y erosionado (um)
FPC - FCA			
Fluoruro de Sodio			

**Anexo 6:**



UNIVERSIDAD PRIVADA  
**SAN JUAN BAUTISTA**

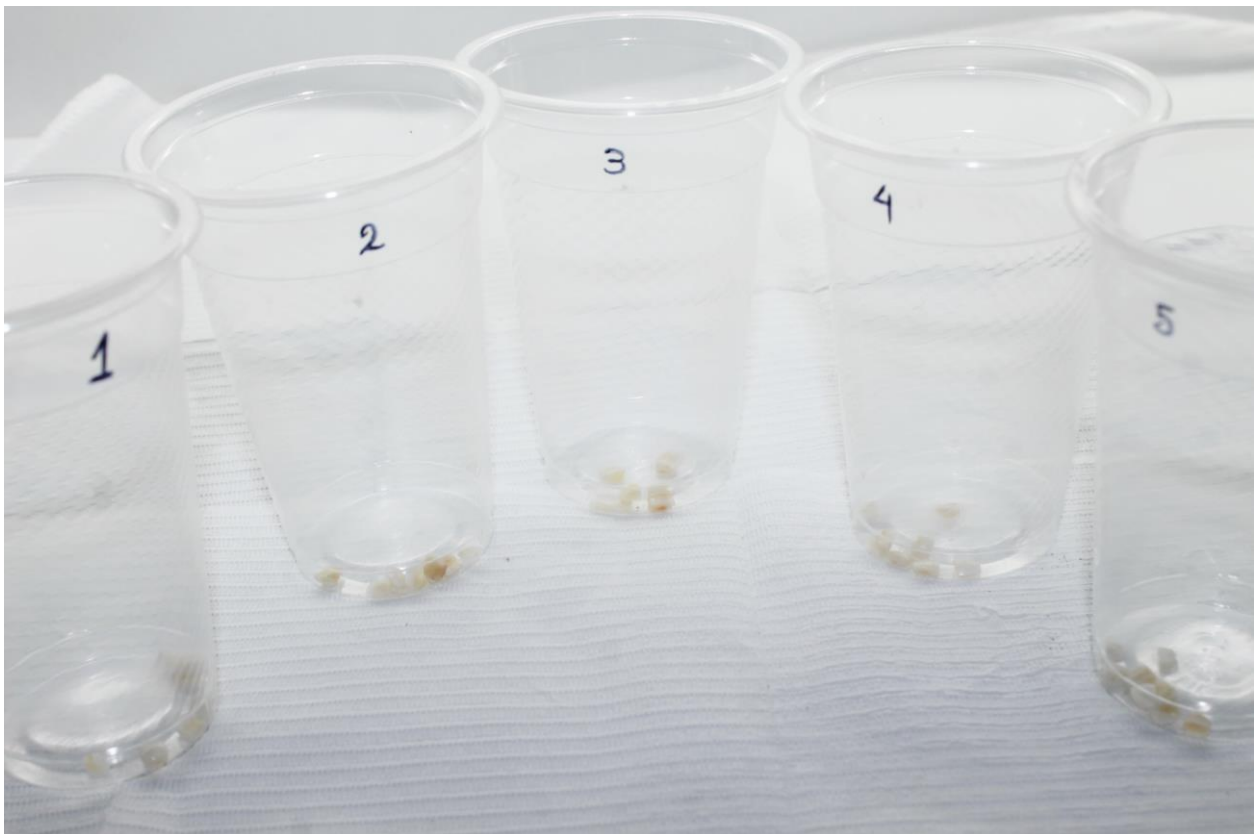
**REGISTRO FOTOGRÁFICO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS**

**PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS:**

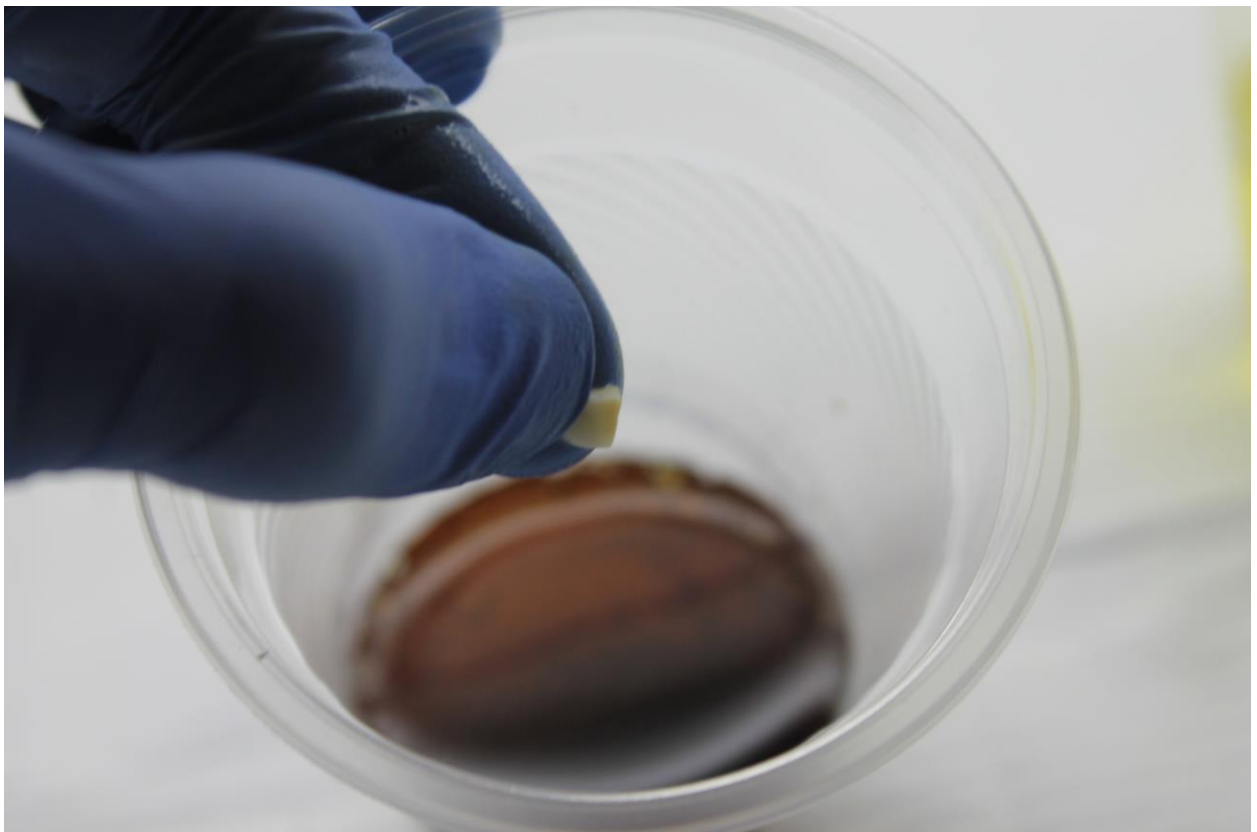




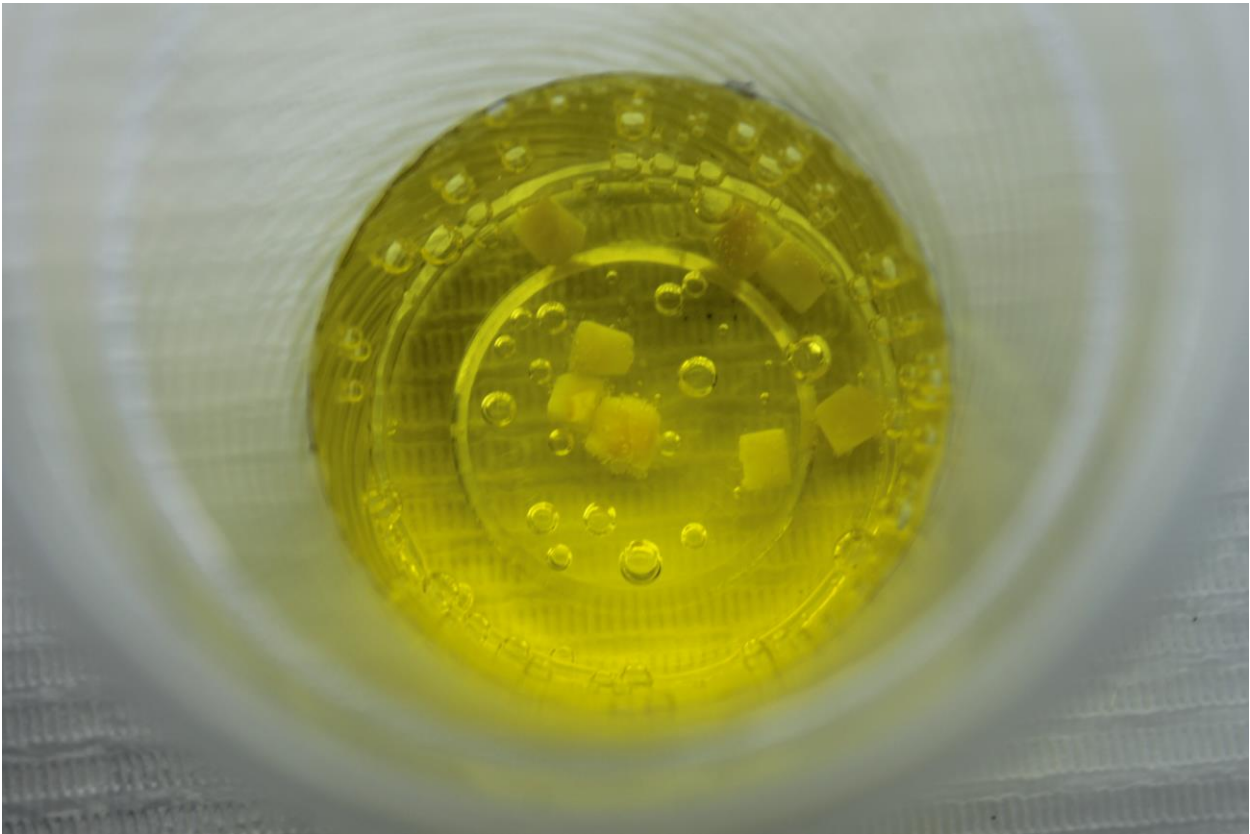




**FASE DE EROSIÓN:**



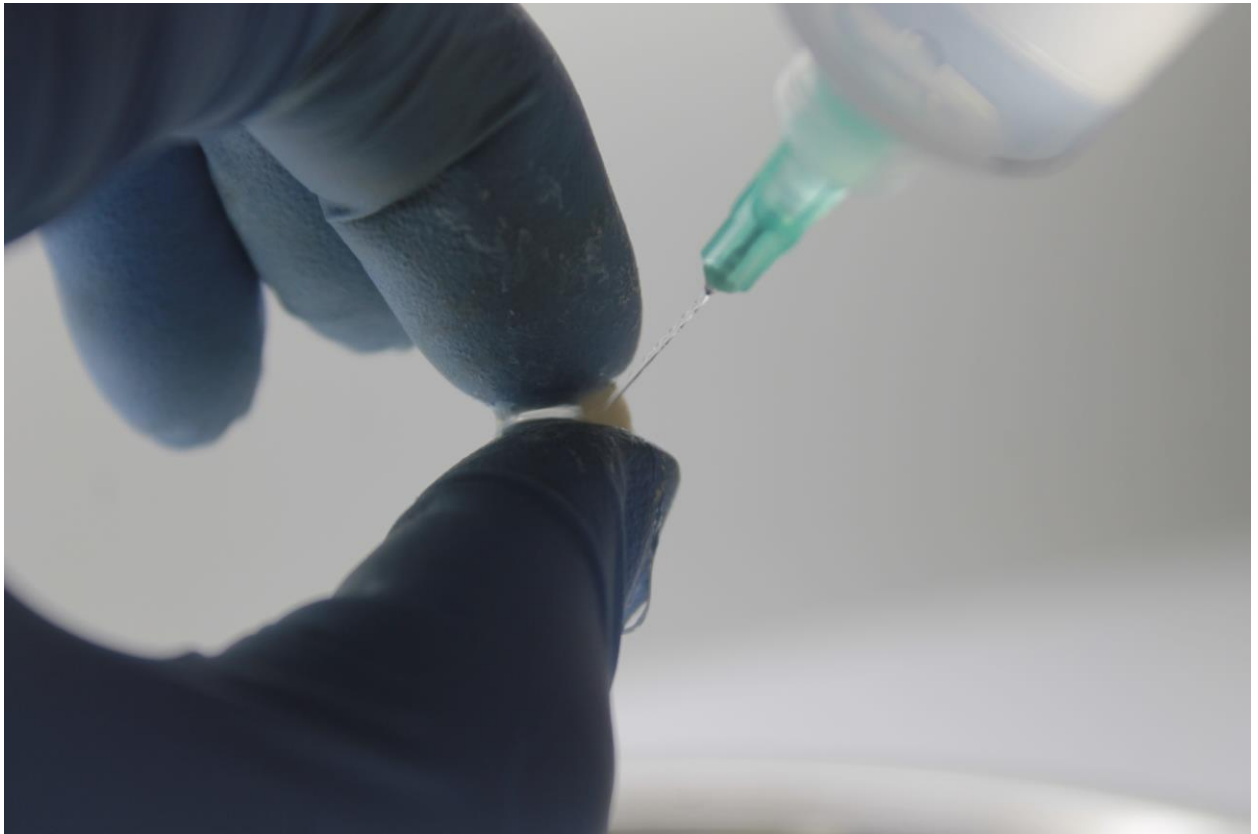
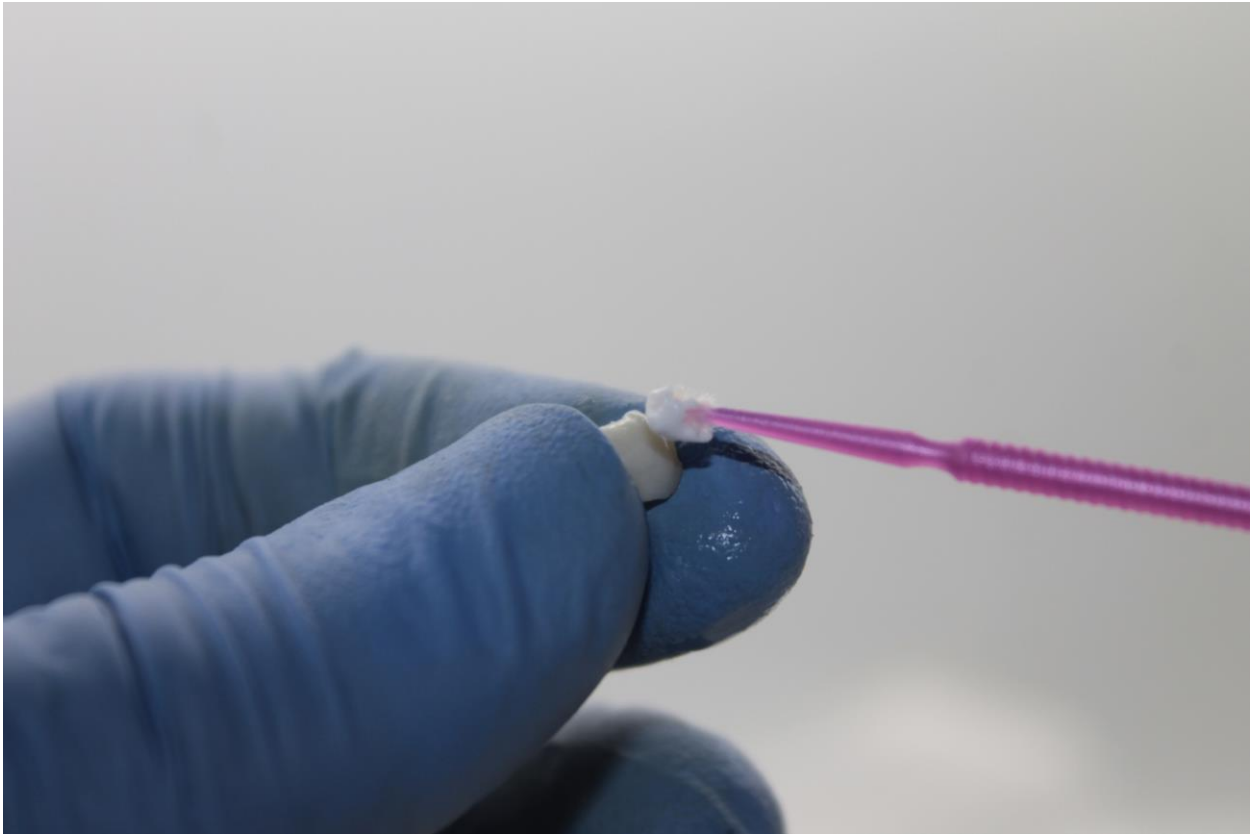




**FASE DE TRATAMIENTO:**







**ANÁLISIS DE MICRORUGOSIDAD (RUGOSÍMETRO):**



