

DOI: <https://doi.org/10.20453/reh.v34i1.5320>**Citar como:**

Huanambal VA, Castañeda JA, Tay Chu LY. Potencial remineralizante de una saliva sintética: estudio *in vitro*. Rev Estomatol Herediana. 2024; 34(1): 37-44. DOI: 10.20453/reh.v34i1.5320

Recibido: 10-11-2023**Aceptado:** 11-01-2024**En línea:** 31-03-2024

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

Financiamiento:

Autofinanciado.

Aprobación de ética: Comité de Ética de la Universidad Peruana Cayetano Heredia. Código SIDISI 202118.

Contribución de autoría:

VAHT: conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, administración del proyecto, recursos, supervisión, validación, visualización, redacción de borrador original, redacción (revisión y edición).

JACV: curación de datos, análisis formal, investigación, *software*, visualización, redacción (revisión y edición).

LYTCJ: conceptualización, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, visualización, redacción (revisión y edición).

Correspondencia:

Víctor Huanambal Tiravanti

Teléfono: + 51 1 3190001

Contacto:

victor.huanambal@upch.pe



Artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional.

© Los autores

© Revista Estomatológica Herediana

Potencial remineralizante de una saliva sintética: estudio *in vitro*

Remineralizing potential of synthetic saliva: an *in vitro* study

Potencial remineralizador de una saliva sintética: um estudo *in vitro*

Victor Abel Huanambal Tiravanti^{1, a} , Jose Alberto Castañeda Via^{1, b} , Lidia Yileng Tay Chu Jon^{1, 2, c} 

RESUMEN

Objetivo: Evaluar el efecto remineralizante de una saliva sintética en el esmalte dental bovino erosionado. **Materiales y métodos:** Se prepararon 50 bloques de esmalte de dientes de bovino. Las muestras fueron divididas en 5 grupos de estudio según el tratamiento: grupo A (Colgate Total®, pasta de dientes que contiene fluoruro), grupo B (MI Paste Plus®, pasta de dientes que contiene fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo [CPP-ACP] con fluoruro), grupo C (Salival® Solución, saliva sintética), grupo D (agua destilada) y grupo E (sin tratamiento). Todos los especímenes de los grupos A, B, C y D recibieron ataques con ácido cítrico al 0,5 % durante 2 minutos a las 0, 8, 24 y 32 horas. Después de cada ataque ácido, se aplicaron las pastas de dientes correspondientes a cada grupo de tratamiento. Luego se procedió a evaluar el grado de mineralización mediante microscopía Raman y la microdureza superficial mediante microdureza Vickers. **Resultados:** Respecto al grado de mineralización y la dureza superficial, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en el esmalte dental bovino erosionado tratado con Colgate Total®, MI Paste Plus® y Salival® Solución en comparación con las muestras de esmalte sano; sin embargo, todas presentaron un grado de mineralización y dureza superficial significativamente mayor que las muestras de esmalte de dientes bovinos erosionados conservados en agua destilada ($p < 0,05$). **Conclusión:** Este estudio *in vitro* muestra que la saliva sintética Salival® Solución tiene un potencial remineralizante en el esmalte bovino erosionado.

Palabras clave: saliva artificial, erosión dental, remineralización dental.

¹ Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

² Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, Brasil.

^a Maestro en Administración de Salud.

^b Doctor en Ciencias de la Vida.

^c Doctora en Clínica Integrada.

ABSTRACT

Objective: To evaluate the remineralizing effect of synthetic saliva on eroded bovine dental enamel. **Materials and methods:** 50 enamel blocks were prepared from bovine teeth. The specimens were divided into 5 study groups according to treatment: group A (Colgate Total®, toothpaste containing fluoride), group B (MI Paste Plus®, toothpaste containing casein phosphopeptide, amorphous calcium phosphate [CPP-ACP] with fluoride), group C (Salival® Solution, synthetic saliva), group D (distilled water) and group E (no treatment). All specimens in groups A, B, C and D received 0.5% citric acid attacks for 2 minutes at 0, 8, 24 and 32 hours. After each acid attack, toothpastes corresponding to each treatment group were applied. The degree of mineralization was then evaluated by Raman microscopy and surface microhardness by Vickers microhardness. **Results:** Regarding the degree of mineralization and surface hardness, no significant differences ($p > 0.05$) were found in the eroded bovine tooth enamel treated with Colgate Total®, MI Paste Plus® and Salival® Solution in comparison with the healthy enamel samples. But all presented a significantly higher degree of mineralization and surface hardness than the eroded bovine tooth enamel samples preserved in distilled water ($p < 0.05$). **Conclusion:** This in vitro study shows that the synthetic saliva Salival® Solution has a remineralizing potential on eroded bovine enamel.

Keywords: artificial saliva, dental erosion, dental remineralization.

RESUMO

Objetivo: Avaliar o efeito remineralizante de uma saliva sintética no esmalte dentário bovino erodido. **Materiais e métodos:** Foram preparados 50 blocos de esmalte de dentes de bovinos. As amostras foram divididas em 5 grupos de estudo de acordo com o tratamento: grupo A (Colgate Total®, pasta dentífrica contendo flúor), grupo B (MI Paste Plus®, pasta dentífrica contendo fosfopeptídeo de caseína, fosfato de cálcio amorfo [CPP-ACP] com flúor), grupo C (Salival® Solution, saliva sintética), grupo D (água destilada) e grupo E (sem tratamento). Todos os espécimes dos grupos A, B, C e D receberam um ataque ácido cítrico a 0,5% durante 2 minutos às 0, 8, 24 e 32 horas. Após cada ataque ácido, foram aplicadas as pastas dentífricas correspondentes a cada grupo de tratamento. O grau de mineralização foi então avaliado por microscopia Raman e a microdureza superficial por microdureza Vickers. **Resultados:** Relativamente ao grau de mineralização e à dureza da superfície, não

foram encontradas diferenças significativas ($p > 0,05$) no esmalte dentário bovino erodido tratado com Colgate Total®, MI Paste Plus® e Salival® Solution em comparação com as amostras de esmalte saudável. Mas todos mostraram um grau significativamente mais elevado de mineralização e dureza superficial do que as amostras de esmalte de dentes de bovinos erodidos preservados em água destilada ($p < 0,05$). **Conclusão:** Este estudo in vitro mostra que a saliva sintética Salival® Solution tem um potencial remineralizante no esmalte bovino erodido.

Palavras-chave: saliva artificial, erosão dentária, remineralização dentária.

INTRODUCCIÓN

La desmineralización y la remineralización del esmalte dental son procesos cíclicos y dinámicos que ocurren en la boca (1-3). La desmineralización es el proceso mediante el cual los minerales, como el calcio y el fosfato, son disueltos de la superficie del esmalte debido a la acción de los ácidos, debilitando así la estructura del diente. Por otro lado, la remineralización es el proceso de reposición de los minerales perdidos durante la desmineralización; en este proceso, la acción de la saliva juega un rol fundamental, ya que regresa los calcio y fosfatos perdidos al tejido dental (4, 5).

Estos procesos son especialmente importantes en dos enfermedades bucales altamente prevalentes, que son la caries y la erosión dental. La erosión dental es un proceso en el cual los tejidos dentales se desgastan debido a la acción de ácidos, ya sea de origen extrínseco o intrínseco. El origen extrínseco proviene de los ácidos de la dieta, el consumo excesivo de bebidas carbonatadas o ácidas o algunos hábitos; y el origen intrínseco proviene del reflujo ácido del estómago y vómitos frecuentes. En tanto que la caries dental es causada principalmente por bacterias que producen ácidos a partir de azúcares y almidones en la boca (6, 7). La saliva juega un papel importante en la remineralización del esmalte dental, ya que ayuda a regular el pH de la boca y estimula el flujo salival. Un pH alcalino y un aumento del flujo salival favorecen la remineralización al desplazar el equilibrio químico hacia la precipitación de minerales y al proporcionar los minerales necesarios para la formación de cristales de hidroxiapatita (8).

Existen pacientes que pueden tener problemas de sequedad bucal producto principalmente de la disminución de la secreción salival, frecuente

en personas de edad avanzada y en pacientes con tratamiento farmacológico. En estos pacientes se aprecia aumento del riesgo de desarrollar caries, enfermedad periodontal, candidiasis, entre otros. En este contexto, el empleo de saliva artificial está indicado como paliativo, en tanto se resuelvan las causas etiológicas de la xerostomía (9, 10).

La saliva artificial puede tener propiedades remineralizantes gracias a su contenido de minerales, como el calcio y el fosfato, que son esenciales en el proceso de remineralización del esmalte dental, promoviendo así la formación de cristales de hidroxiapatita y mejorando la resistencia del esmalte a la descomposición ácida causada por las bacterias en la placa dental o el ataque ácido de diversos agentes (7, 11).

Los sustitutos de saliva han demostrado ser útiles para el alivio de la boca seca. Son confeccionados con un pH neutro y contienen electrolitos en concentración similar a la saliva normal. Su matriz corresponde a mucina o metilcelulosa. Los productos basados en mucina son mejor tolerados y presentan una duración mayor. Se encuentran disponibles como *sprays*, enjuagues y gel (12).

Una saliva artificial presente en el mercado peruano es el Salival® Solución, que es un preparado de saliva sintética semejante a la mezcla de la secreción de los tres pares de glándulas salivales (parótida, submaxilar y sublingual). Se caracteriza por ser un líquido incoloro, algo opalescente y viscoso. Su composición es muy semejante a la saliva natural, especialmente a sus iones inorgánicos Ca^{++} , Mg^{++} , K^{++} y Cl^- y en la relación porcentual de estos iones con respecto al elevado volumen acuoso purificado. Asimismo, tiene una viscosidad y un pH equivalentes a la saliva natural. El presente estudio *in vitro* tuvo como objetivo evaluar el efecto remineralizante de una saliva sintética en el esmalte dental bovino erosionado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

Es un estudio experimental *in vitro*.

Muestras

Se compraron las cabezas de los bovinos beneficiados por razones comerciales, es decir, destinados al consumo. Luego se procedió con la extracción de los incisivos mandibulares permanentes. Los dientes seleccionados estuvieron libres de fisuras, fracturas, hipoplasia y lesiones de mancha blanca; posteriormente,

se almacenaron en una solución de timol al 0,1 % (pH 7,0). Basados en estudios previos realizados, se determinó utilizar 10 muestras de esmalte bovino por grupo de estudio (13, 14). Se preparó 50 bloques de esmalte de dientes de bovino (4 mm × 4 mm × 1 mm) a partir de la superficie vestibular de la corona bovina. Los especímenes se cortaron utilizando un disco de diamante de baja velocidad. Las superficies se pulieron usando lijas de agua de granulación 600, 800, 1000, 1200, 1500, 1800 y 2000 para obtener una superficie homogénea en todas las muestras. Finalmente, estas se encajonaron en resina acrílica para facilitar su manipulación, y se mantuvieron en 100 % de humedad con agua destilada hasta el comienzo del experimento.

Grupos de estudio

Las muestras fueron divididas aleatoriamente en cinco grupos de estudio según el tratamiento:

1. Grupo A: Colgate Total® (pasta de dientes que contiene fluoruro)
2. Grupo B: MI Paste Plus® (pasta de dientes que contiene fosfopéptido de caseína- fosfato de calcio amorfo [CPP-ACP] con fluoruro)
3. Grupo C: Salival® Solución (saliva sintética)
4. Grupo D: Control agua destilada
5. Grupo E: Control muestras de esmalte sin tratamiento ni ciclo ácido

Procedimientos

Todos los especímenes de los grupos A, B, C y D recibieron ataques ácidos, sumergiendo el esmalte bovino de todas las muestras (diez por grupo) en un recipiente con 6 mL de ácido cítrico al 0,5 % durante 2 min a temperatura ambiente a las 0, 8, 24 y 32 horas. Se lavó con agua destilada luego de cada ataque ácido. Las muestras del grupo E no recibieron ataque ácido.

Después de cada ataque ácido, se aplicó las pastas de dientes correspondientes a cada grupo de tratamiento durante 3 minutos con un cepillo eléctrico y luego se lavó con agua destilada.

Durante todo el proceso, las muestras de los grupos A, B y C se conservaron en saliva artificial, la misma que se cambió diariamente. Por otro lado, las muestras correspondientes al grupo D se conservaron en agua destilada hasta el siguiente ataque ácido. Las muestras del grupo E se conservaron en agua destilada. Luego se procedió a evaluar el grado de mineralización mediante microscopía Raman y la microdureza superficial mediante microdureza Vickers.

Grado de mineralización

Se evaluó el grado de mineralización con microscopía Raman, utilizando para ello un microscopio Raman confocal alpha 350RA (WITec GmbH, Ulm, Alemania) del Laboratorio de Micología y Biotecnología «Marcel Gutiérrez-Correa» de la Universidad Nacional Agraria La Molina, equipado con un láser de 785 nm de longitud de onda (50 mW de potencia) y un espectrómetro UHTS (300 líneas/mm) con cámara CCD como detector.

En cada muestra se midió 20 puntos equidistantes a lo largo de una línea de 85 µm, y en cada punto se tomó 20 espectros Raman de 0,1 s cada uno y se promediaron. La ubicación de la zona de estudio en cada espécimen se llevó a cabo usando un objetivo Zeiss EC de 50 aumentos e iluminación Köhler de luz blanca LED con la que cuenta el microscopio Raman.

Se obtuvieron los espectros característicos del esmalte dental con base en la concentración de los compuestos moleculares. Se contabilizó el valor otorgado al área del pico correspondiente al modo vibracional del ion fosfato ν1 para calcular el grado de mineralización normalizando todos los valores respecto al encontrado en el grupo E.

Microdureza superficial

Se evaluó la dureza superficial, utilizando un microdurómetro Vickers marca LG (HV 1000). Se midió la microdureza después del ciclo ácido con 50 g de presión por 5 segundos. Se registró 5 medidas de microdureza por cada espécimen y se obtuvieron los valores en kg/mm². Además, se analizó el porcentaje de pérdida de dureza (PPD) respecto al grupo E.

Análisis estadístico

En el análisis estadístico de los datos de microdureza y cantidad relativa de mineral obtenidos por ensayos de dureza Vickers y microscopía Raman, respectivamente, se utilizó el software STATA 16 (StataCorp LLC, Texas, EE. UU.). Para la estadística descriptiva se consideraron los valores medios y las desviaciones estándar de cada grupo de estudio, así como gráficos de caja para una mejor observación de los datos. Para la estadística inferencial, primero se realizó el test de Bartlett para evaluar la homocedasticidad. Una vez verificada la homogeneidad de varianzas, se procedió a realizar la prueba de ANOVA de un factor para encontrar diferencias entre grupos con una significancia del 5 % (p = 0,05). Seguidamente, se realizó el postest de Bonferroni para comparar las medias entre grupos.

RESULTADOS

La figura 1 muestra el diagrama de cajas en cuanto al grado de mineralización mediante microscopía Raman, en el cual se puede observar que la actividad remineralizante en esmalte de bovino, producida por la saliva artificial Salival® Solución, es similar a las pastas Colgate Total® y MI Paste Plus®.

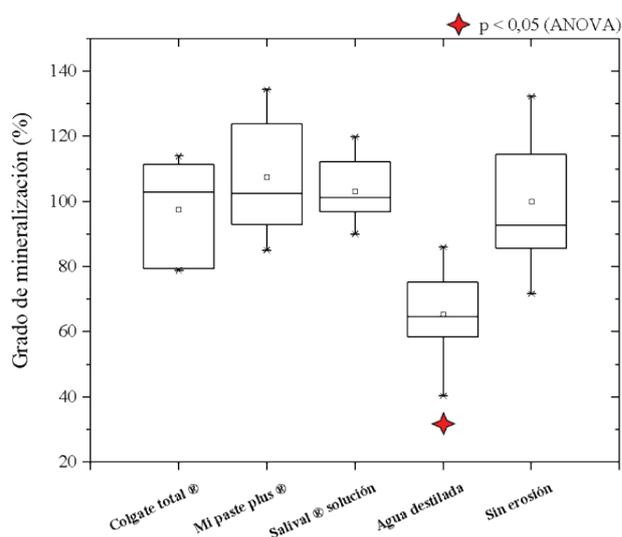


Figura 1. Diagrama de cajas del grado de mineralización en los grupos estudiados. La estrella indica el grupo con diferencias significativas respecto a los demás al nivel de 0,05.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos de grado de mineralización en los grupos estudiados.

	Grado de mineralización (%)		
	Media	DE	*
Grupo A: Colgate Total®	97,51	15,10	a
Grupo B: MI Paste Plus®	107,49	17,27	a
Grupo C: Salival® Solución	103,10	9,44	a
Grupo D: Agua destilada	65,33	12,55	b
Grupo E: Sin erosión	100,00	17,87	a

* Comparación entre grupos mediante ANOVA y el postest de Bonferroni. Letras diferentes representan grupos con diferencias significativas (p < 0,05).

En la tabla 1, se presentan los valores de media y desviación estándar de los grados de mineralización obtenidos. El test ANOVA determinó que existían diferencias significativas entre los grupos, y mediante el postest de Bonferroni se pudo ver que el grupo de especímenes sometidos a ciclo erosivo y almacenados en agua destilada presentó diferencias significativas

respecto al grupo control sin erosión ($p < 0,05$), mientras que los demás grupos (Colgate Total®, MI Paste Plus y Salival® Solución) no mostraron diferencias significativas frente a dicho grupo control.

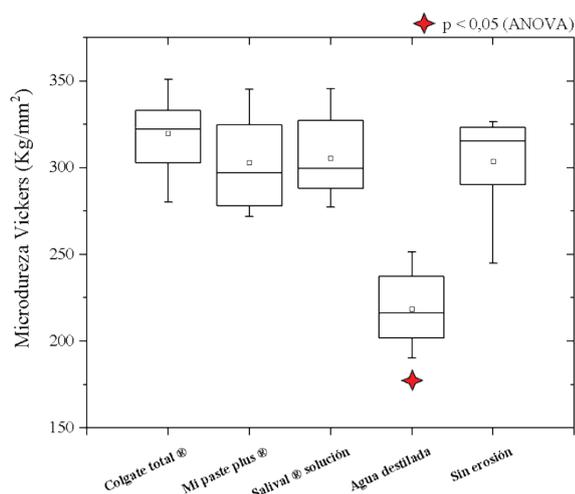


Figura 2. Diagrama de cajas de la microdureza Vickers en los grupos estudiados. La estrella indica el grupo con diferencias significativas respecto a los demás al nivel de 0,05.

La figura 2 muestra el diagrama de cajas en cuanto a la microdureza superficial, en la cual, de manera similar al caso anterior, la prueba ANOVA determinó que existían diferencias significativas entre los grupos; y mediante el postest de Bonferroni se pudo ver que el grupo de especímenes sometidos a ciclo erosivo y almacenados en agua destilada presentó valores de microdureza con diferencias significativas respecto al grupo control sin erosión ($p < 0,05$). Por otra parte, los demás grupos (Colgate Total®, MI Paste Plus® y Salival® Solución) no mostraron diferencias significativas frente a dicho grupo control.

Tabla 2. Estadísticos descriptivos de los resultados obtenidos de microdureza Vickers en los grupos estudiados.

	Microdureza Vickers (kg/mm ²)		
	Media	DE	*
Grupo A: Colgate Total®	319,60	21,63	a
Grupo B: MI Paste Plus®	302,99	25,16	a
Grupo C: Salival® Solución	305,51	21,67	a
Grupo D: Agua destilada	218,51	20,81	b
Grupo E: Sin erosión	303,71	27,52	a

* Comparación entre grupos mediante ANOVA y el postest de Bonferroni. Letras diferentes representan grupos con diferencias significativas ($p < 0,05$).

Los valores de media y desviación estándar se presentan en la tabla 2. Además, la tabla 3 muestra el PPD. En ella se puede observar que el grupo D sometido a ciclo erosivo y almacenado en agua destilada pierde un 28,48 % de microdureza superficial significativamente en comparación con el grupo control sin ciclo erosivo.

Tabla 3. Valores de porcentaje de pérdida de dureza (PPD) respecto a las muestras sin erosión.

	PPD (%)
Grupo A: Colgate Total®	4,61
Grupo B: MI Paste Plus®	-0,82
Grupo C: Salival® Solución	7,21
Grupo D: Agua destilada	-28,48
Grupo E: Sin erosión	0,00

DISCUSIÓN

El objetivo de este estudio fue evaluar *in vitro* el efecto remineralizante de una saliva sintética mediante la evaluación del grado de mineralización del esmalte y la microdureza superficial, utilizándose para ello esmalte de bovino previamente sometido a ciclo erosivo. Encontramos que el efecto que produce la saliva sintética Salival® Solución es similar a las pastas comerciales Colgate Total® y MI Paste Plus®.

Un agente remineralizante se puede definir como una sustancia capaz de promover la remineralización del tejido dental (15). La saliva es el agente remineralizante natural por excelencia (7) y, al mismo tiempo, un vehículo clave para fomentar la remineralización del esmalte a través de otros agentes remineralizantes. Bajo condiciones fisiológicas, logra, de manera eficiente, mantener el equilibrio entre la sustancia dental y la biopelícula; y en condiciones adversas, cuando por deficiente remoción de la biopelícula o ingesta de azúcares, entre otros, el pH tiende a disminuir, busca revertir el proceso de desmineralización. La desmineralización es un proceso reversible; por lo tanto, los cristales de hidroxiapatita (HA) parcialmente desmineralizados en los dientes pueden crecer hasta su tamaño original si están expuestos a ambientes orales que favorezcan la remineralización (16).

La saliva contiene minerales como el calcio y el fosfato en concentraciones adecuadas para remineralizar el esmalte dental. Estos minerales se depositan en la superficie del esmalte y ayudan a fortalecerlo, compensando la pérdida de minerales durante la desmineralización (17-19). Distintos estudios

mostraron que la sobresaturación de un sustituto de la saliva con calcio y fosfatos aumenta significativamente su capacidad para remineralizar las sustancias duras dentarias (17, 18). Así también, los suplementos de fluoruro parecen desempeñar un papel importante en el mantenimiento de la estructura cristalina (16-19). Después de un ataque ácido, el fluido salival amortigua los H^+ producidos por las bacterias. Cuando el pH es superior a 5,5, de manera natural se presenta remineralización, ya que la saliva está sobresaturada de Ca^{+2} , PO_4^{-3} y F^- con respecto al mineral dental (20).

La saliva tiene un pH básico que puede neutralizar los ácidos producidos por las bacterias en la placa dental. Esto ayuda a reducir la acidez en la boca y a prevenir la desmineralización del esmalte dental (7, 9-11).

En los últimos años se ha empezado a exigir un efecto remineralizante a los sustitutos de la saliva, pues algunos de estos tienen un pH considerablemente inferior al valor límite por debajo del cual se sabe que aparece una desmineralización del esmalte (aproximadamente pH 5,5) o de la dentina (aproximadamente pH 6-6,5). Sin embargo, varios estudios han mostrado que no existe una correlación definitiva entre el pH de un sustituto de la saliva y su efecto sobre los tejidos duros dentarios (9, 10).

La gama amplia de productos disponibles actualmente y las distintas formas farmacéuticas facilitan la elección del producto más adecuado para cada paciente, pero se deben recomendar preferiblemente aquellos con un pH neutro, con suplementos de fluoruro y un contenido lo más elevado posible en calcio y fosfatos (11). De acuerdo con las especificaciones de Laboratorios Unidos S. A. (LUSA), Salival® Solución tiene en su composición por cada 100 mL: cloruro de sodio (0,084 g), cloruro de potasio (0,120 g), cloruro de calcio dihidratado (0,015 g), cloruro de magnesio hexahidratado (0,005 g), carboximetilcelulosa sódica (0,375 g), propilenglicol (4,000 g), metilparabeno (0,100 g), propilparabeno (0,010 g) y agua purificada c.s.p. (100,00 mL).

La saliva contiene enzimas y proteínas antimicrobianas que pueden ayudar a controlar el crecimiento de bacterias en la placa dental, lo que contribuye a prevenir la formación de caries y a mantener un ambiente oral saludable (7). Por otro lado, algunos sustitutos de la saliva contienen polímeros como sustancias básicas, los cuales parecen influir tanto en la desmineralización como en la remineralización de los tejidos duros dentarios debido a sus propiedades formadoras de película. Además, las mucinas y la

carboximetilcelulosa pueden fijar el calcio y limitar, por tanto, el poder remineralizante de un sustituto de la saliva (12, 21-23).

En el presente estudio, el efecto remineralizante logrado por Salival® Solución no difiere significativamente de la situación inicial previa al inicio del ciclo ácido, lográndose la remineralización del esmalte. De otro lado, contrasta significativamente con la muestra control que fue conservada en agua destilada, donde se nota la fuerte desmineralización producida por el ácido cítrico.

Si bien la remineralización mediada por flúor es la piedra angular de las filosofías actuales del manejo de la caries, se han comercializado o se están desarrollando nuevas estrategias que afirman promover una remineralización más profunda de las lesiones, reducir los riesgos potenciales asociados con los productos de cuidado oral con alto contenido de flúor, y facilitar el control de la caries durante toda la vida. Estos sistemas remineralizantes sin flúor pueden clasificarse en tecnologías regenerativas de esmalte biomimético y en enfoques que reparan las lesiones de caries al mejorar la eficacia del fluoruro (24).

En el mercado, encontramos principalmente pastas dentales con flúor, pero también hay productos dentales remineralizantes sin flúor. Actualmente, la mayoría de los sistemas remineralizantes sin fluoruro disponibles comercialmente están destinados a mejorar la eficacia del fluoruro, minimizando los potenciales riesgos asociados con el flúor. Estas formulaciones son una alternativa prometedora; sin embargo, es necesario investigar y caracterizar sus capacidades remineralizantes. Estos estudios son especialmente necesarios para los productos que ya están en el mercado, como la nanohidroxiapatita (nHA), el fosfopéptido de caseína-fosfato de calcio amorfo (CPP-ACP), el fosfato tricálcico, el fosfosilicato de calcio y sodio, los fosfatos de calcio amorfo (ACP), los polifosfatos y el trimetafosfato de sodio (24).

Los resultados de este estudio muestran comparativamente con las pastas comerciales que el efecto del uso de la saliva artificial utilizada confiere efecto similar a lo obtenido por pastas dentales con flúor y con CPP-ACP, desde el punto de vista de la remineralización del esmalte.

Los resultados muestran mayor remineralización en el grupo expuesto solo a la saliva sintética. Se debe

hacer notar que las muestras que fueron sometidas a las pastas dentales tuvieron proceso de cepillado luego de cada ataque ácido antes de ser sometidas a saliva artificial y que el uso del cepillo eléctrico pudo haber generado cierta pérdida adicional de minerales, en relación con cepillos mecánicos (25, 26).

Carey (27) evaluó la remineralización *ex vivo* en dientes humanos usando la saliva artificial SalivaMAX® supersaturada de fosfato de calcio y obtuvo un marcado aumento en la remineralización que proporciona alivio para la xerostomía y la mucositis, permitiéndoles remineralizar las lesiones tempranas del esmalte sin el requisito de ciclos de pH ácido.

Estos hallazgos muestran que el uso de la saliva artificial Salival® Solución es efectivo para la remineralización del esmalte en condiciones *in vitro* y que potencialmente podría complementar la actividad de las pastas dentales.

Como limitaciones de este estudio *in vitro*, podemos mencionar que, si bien en la metodología se uniformiza para todas las muestras el uso de una saliva artificial, no se toman en cuenta las variaciones que podrían presentarse en la fisiología oral y en las características particulares de la saliva presentes en los individuos, por lo que, a la luz de los resultados, se recomienda complementar este estudio con estudios *in vivo* y estudios clínicos.

CONCLUSIÓN

La saliva sintética Salival® Solución tiene un potencial remineralizante en el esmalte bovino erosionado.

REFERENCIAS

1. Abou Neel EA, Aljabo A, Strange A, Ibrahim S, Coathup M, Young AM, et al. Demineralization-remineralization dynamics in teeth and bone. *Int J Nanomedicine* [Internet]. 2016; 2016(11): 4743-4763. Disponible en: <https://doi.org/10.2147%2FIJN.S107624>
2. Ganss C, Lussi A, Grunau O, Klimek J, Schlueter N. Conventional and anti-erosion fluoride toothpastes: effect on enamel erosion and erosion-abrasion. *Caries Res* [Internet]. 2011; 45(6): 581-589. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000334318>
3. Zafar MS, Ahmed N. The effects of acid etching time on surface mechanical properties of dental hard tissues. *Dent Mater J* [Internet]. 2015, 34(3): 315-320. Disponible en: <https://doi.org/10.4012/dmj.2014-083>
4. Hara AT, Kelly SA, González-Cabezas C, Eckert GJ, Barlow AP, Mason SC, et al. Influence of fluoride availability of dentifrices on eroded enamel remineralization *in situ*. *Caries Res* [Internet]. 2009; 43(1): 57-63. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000201591>
5. Henostroza G, Henostroza N. Concepto, teorías y factores etiológicos de la caries dental. En: Henostroza G, editor. *Diagnóstico de caries dental*. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2005. pp. 13-27.
6. Espinosa R, Bayardo R, Mercado A, Ceja I, Igarashi C, Alcalá J. Efecto de los sistemas fluorados en la remineralización de las lesiones cariosas incipientes del esmalte, estudio *in situ*. *RODYB* [Internet]. 2014; 3(1): 14-21. Disponible en: <https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2013/12/vol-3-2-REMINERALIZACION1.pdf>
7. Bardow A, Lagerlöf F, Nauntofte B, Tenovou J. The role of saliva. En: Fejerskov O, Kidds E, editores. *Dental caries. The disease and its clinical management*. 2.^a ed. Oxford: Blackwell; 2008. pp. 190-207.
8. Al-Obaidi R, Salehi H, Desoutter A, Bonnet L, Etienne P, Terrer E, et al. Chemical & nano-mechanical study of artificial human enamel subsurface lesions. *Sci Rep* [Internet]. 2018; 8: 4047. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22459-7>
9. Kielbassa AM, Shohadai SP, Schulte-Mönting J. Effect of saliva substitutes on mineral content of demineralized and sound dental enamel. *Support Care Cancer* [Internet]. 2001; 9(1): 40-47. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s005200000148>
10. Smith G, Smith AJ, Shaw L, Shaw MJ. Artificial saliva substitutes and mineral dissolution. *J Oral Rehabil* [Internet]. 2001; 28(8): 728-731. Disponible en: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2842.2001.00803.x>
11. Hahnel S. Sustitutos de la saliva en el tratamiento de la xerostomía. *Quintessenz* [Internet]. 2010; 23(10): 531-536. Disponible en: <https://www.elsevier.es/es-revista-quintessence-9-articulo-sustitutos-saliva-el-tratamiento-xerostomia-X0214098510886746>
12. Meyer-Lueckel H, Hopfenmuller W, Von Klinggraff D, Kielbassa AM. Microradiographic study on the effects of mucin-based solutions used as saliva substitutes on demineralised bovine enamel *in vitro*. *Arch Oral Biol* [Internet]. 2006; 51(7): 541-547. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.archoralbio.2006.01.006>

13. Poggio C, Gulino C, Mirando M, Colombo M, Pietrocola G. Protective effect of zinc-hydroxyapatite toothpastes on enamel erosion: an *in vitro* study. *J Clin Exp Dent* [Internet]. 2017; 9(1): e118-e122. Disponible en: <https://doi.org/10.4317%2Fjced.53068>
14. Vinod D, Gopalakrishnan A, Subramani SM, Balachandran M, Manoharan V, Joy A. A comparative evaluation of remineralizing potential of three commercially available remineralizing agents: an *in vitro* study. *Int J Clin Pediatr Dent* [Internet]. 2020; 13(1): 61-65. Disponible en: <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-1715>
15. Lynch RJM, Smith SR. Remineralization agents: new and effective or just marketing hype? *Adv Dent Res* [Internet]. 2012; 24(2): 63-67. Disponible en: <https://doi.org/10.1177/0022034512454295>
16. Butera A, Maiorani C, Gallo S, Pascadopoli M, Quintini M, Lelli M, et al. Biomimetic action of zinc hydroxyapatite on remineralization of enamel and dentin: a review. *Biomimetics* [Internet]. 2023; 8(1): 71. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/biomimetics8010071>
17. Meyer-Lückel H, Kielbassa AM. Influence of calcium phosphates added to mucin- based saliva substitutes on bovine dentin. *Quintessence Int* [Internet]. 2006; 37(7): 537-544. Disponible en: <https://www.quintessence-publishing.com/deu/en/article/839692>
18. Shannon IL, Trodahl JN, Starcke EN. Remineralization of enamel by a saliva substitute designed for use by irradiated patients. *Cancer* [Internet]. 1978; 41(5): 1746-1750. Disponible en: [https://doi.org/10.1002/1097-0142\(197805\)41:5%3C1746::aid-cnrcr2820410515%3E3.0.co;2-c](https://doi.org/10.1002/1097-0142(197805)41:5%3C1746::aid-cnrcr2820410515%3E3.0.co;2-c)
19. Van der Reijden WA, Buijs MJ, Damen JJ, Veerman EC, Ten Cate JM, Amerongen AVN. Influence of polymers for use in saliva substitutes on de- and remineralization of enamel *in vitro*. *Caries Res* [Internet]. 1997; 31(3): 216-223. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000262403>
20. Buzalaf MAR, Pessan JP, Honório HM, Ten Cate JM. Mechanisms of action of fluoride for caries control. *Monogr Oral Sci* [Internet]. 2011; 22: 97-114. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000325151>
21. Meyer-Lueckel H, Chatzidakis AJ, Kielbassa AM. Effect of various calcium/phosphates ratios of carboxymethylcellulose-based saliva substitutes on mineral loss of bovine enamel *in vitro*. *J Dent* [Internet]. 2007; 35(11): 851-857. Disponible en: <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2007.08.006>
22. Turssi CP, Lima RQV, Faraoni-Romano JJ, Serra MC. Rehardening of caries-like lesions in root surfaces by saliva substitutes. *Gerodontology* [Internet]. 2006; 23(4): 226-230. Disponible en: <https://doi.org/10.1111/j.1741-2358.2006.00117.x>
23. Vissink A, Gravenmade EJ, Gelhard TB, Panders AK, Franken MH. Rehardening properties of mucin- or CMC-containing saliva substitutes on softened human enamel. Effects of sorbitol, xylitol and increasing viscosity. *Caries Res* [Internet]. 1985; 19(3): 212-218. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000260846>
24. Philip N. State of the art enamel remineralization systems. The next frontier in caries management. *Caries Res* [Internet]. 2019; 53(3): 284-295. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000493031>
25. Bizhang M, Schmidt I, Chun YP, Arnold WH, Zimmer S. Toothbrush abrasivity in a long-term simulation on human dentin depends on brushing mode and bristle arrangement. *PLoS One* [Internet]. 2017; 12(2): e0172060. Disponible en: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0172060>
26. Wiegand A, Begic M, Attin T. *In vitro* evaluation of abrasion of eroded enamel by different manual, power and sonic toothbrushes. *Caries Res* [Internet]. 2006; 40(1): 60-65. Disponible en: <https://doi.org/10.1159/000088908>
27. Carey CM. Remineralization of early enamel lesions with apatite-forming. *Dent J* [Internet]. 2023; 11(8): 182. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/dj11080182>