

Efecto del peróxido de carbamida a diferentes concentraciones sobre la microdureza del esmalte bovino

Effect of carbamide peroxide at different concentrations on the microhardness of bovine enamel

Juan Raul Casma Becerra  ^{1a}¹ Universidad de San Martín de Porres, Facultad de Odontología, Lima, Perú.^a Cirujano Dentista

RESUMEN

Objetivos: Comparar el efecto de agentes clareadores a base de peróxido de carbamida en distintas concentraciones, sobre la microdureza del esmalte bovino. **Materiales y Métodos:** Estudio experimental *in vitro*. Se emplearon 60 muestras de esmalte bovino, divididas en dos grupos según el agente asignado: peróxido de carbamida (*Opalescence PF, Ultradent*), al 35% y 15%. Seguidamente se aplicó el agente clareador sobre las muestras, según las indicaciones del fabricante. La microdureza superficial del esmalte fue evaluada mediante el análisis de Vickers, antes y después de aplicarse el agente clareador. La relación entre variables se evaluó mediante la prueba t de Student. **Resultados:** El estudio no encontró diferencias significativas en la microdureza del esmalte entre los grupos tratados con peróxido de carbamida al 15% y 35%, antes y después de la aplicación del agente clareador (p:0,160 y p:0,584 respectivamente). Sin embargo, al considerar las concentraciones por separado se encontró que ambos provocaron una disminución de la microdureza del esmalte (p<0,001 en ambos casos). **Conclusiones:** Ambos agentes clareadores provocaron una disminución de la microdureza superficial del esmalte, siendo el efecto similar para ambas concentraciones.

Palabras clave: Peróxido de Carbamida; Dureza; Esmalte Dental. (Fuente: [DeCS BIREME](#))

ABSTRACT

Objectives: To compare the effect of bleaching agents based on carbamide peroxide in different concentrations on the microhardness of bovine enamel. **Material and Methods:** *In vitro* study. 60 samples of bovine enamel were used, divided into two groups according to the assigned agent: carbamide peroxide (*Opalescence PF, Ultradent*), at 35% and 15%. Next, the bleaching agent was applied to the samples, according to the manufacturer's instructions. The surface microhardness of enamel was evaluated by Vickers microhardness test, before and after application of the bleaching agent. The relationship between variables was evaluated using Student's t-test. **Results:** The study found no significant differences between the microhardness groups treated with 15% and 35% carbamide peroxide, both at the beginning and after the application of the bleaching agent (p:0.160 and p:0.584 respectively). However, when considering the concentrations separately, both bleaching agents caused a decrease in the microhardness of the enamel (p<0.001 in both cases). **Conclusions:** Both bleaching agents caused a decrease in the superficial microhardness of the enamel, the effect was similar for both concentrations.

Keywords: Carbamide Peroxide; Hardness; Dental Enamel. (Source: [MeSH NLM](#))

Recibido: 30 de abril de 2024

Aprobado: 21 de junio de 2024

Publicado: 31 de julio de 2024

Correspondencia:

Juan Raul Casma Becerra

Correo electrónico: juancasma95@gmail.com

© Los autores. Este artículo es publicado por la Universidad de San Martín de Porres (Lima, Perú) Es un artículo de acceso abierto distribuido bajo la licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional (CC BY 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.es>



Citar como: Casma Becerra JR. Localización anatómica del foramen mentoniano y presencia de forámenes accesorios mediante el análisis de tomografías computarizadas cone beam en una población ecuatoriana. KIRU.2024 jul-set;21(3): 156-163. <https://doi.org/10.24265/kiru.2024.v21n3.08>

INTRODUCCIÓN

Una dentición con tonalidad clara ha sido socialmente considerada como un signo de salud, higiene, belleza y juventud, motivo por el cual la odontología ha creado opciones terapéuticas que permiten eliminar discromías dentales que, por motivos estéticos, pueden afectar la calidad de vida e incluso originar problemas psicológicos en algunos pacientes ^(1,2). El color de los dientes puede verse alterado por factores extrínsecos como la dieta (p. ej. consumo excesivo de tabaco, café, bebidas gaseosas), uso de enjuagues bucales (p. ej. clorhexidina), procedimientos odontológicos previos (p. ej. restauraciones de amalgama); o factores intrínsecos como el consumo de fármacos (p. ej. tetraciclina) o trastornos sistémicos ⁽³⁾.

El profesional dispone de diversas técnicas para solucionar las discromías dentarias. Una de las más empleadas son las restauraciones adhesivas, que permiten mejorar la estética del paciente pero que suelen requerir el desgaste de tejido dentario sano ⁽³⁾.

Ante esta situación surgió la alternativa de aplicar una solución química sobre la superficie dental con el propósito de clarearla. El peróxido de carbamida es uno de los principales agentes usados para este fin. Su técnica de aplicación es conservadora, económica y de resultados predecibles, lo que ha permitido que se convierta en una alternativa de tratamiento ampliamente difundida ⁽³⁻⁵⁾.

El peróxido de carbamida ($\text{CH}_4\text{N}_2\text{O}\cdot\text{H}_2\text{O}_2$) es una combinación de úrea y peróxido de hidrógeno, siendo este último el agente activo del compuesto ^(4,5). En el proceso de clareamiento, el peróxido de carbamida se descompone en peróxido de hidrógeno y úrea. A su vez, el peróxido de hidrógeno – debido a su bajo peso molecular – penetra la superficie dentaria y se descompone en oxígeno reactivo y agua, mientras que la úrea se descompone en CO_2 y amoníaco ⁽³⁾. Las soluciones de peróxido de carbamida al 10%, 15% y 20% contienen aproximadamente 3,5%, 5,4% y 7% de peróxido de hidrógeno respectivamente ⁽³⁾.

El peróxido de hidrógeno actúa como hidrogenador y oxidante, mientras que la úrea (carbamida) actúa como *buffer*, haciendo más lenta la liberación del oxígeno y prolongando el efecto (se estima que contribuye a elevar el pH a 9 aproximadamente) ⁽³⁾.

Se piensa que el principal mecanismo del clareamiento dental es la oxidación. Los agentes oxidantes presentan un electrón desemparejado en su órbita externa y, por tanto, una fuerte tendencia a interactuar con otros electrones ⁽⁶⁾. En la mayoría de casos las pigmentaciones dentarias extrínsecas se originan a partir de depósitos cromógenos, constituidos por moléculas orgánicas formadas por cadenas conjugadas de enlaces simples o dobles ⁽⁷⁾. En el proceso de descomposición del peróxido de hidrógeno se liberan radicales perhidroxilos – inestables y altamente oxidantes, los cuales rompen las uniones de los radicales cromóforos que producen las pigmentaciones, transformándolos en moléculas pequeñas que son expulsadas al exterior por difusión (remoción física de la mancha) ^(3,4,6-12).

El agente clareador actúa sobre la superficie del esmalte, por lo que también es importante tener en cuenta sus propiedades histológicas. El esmalte dental es un tejido de origen ectodérmico, transparente, y su tonalidad se debe al color de la dentina subyacente. Es el tejido más duro del cuerpo humano, y está diseñado para resistir las fuerzas de la masticación, variaciones de temperatura, agentes químicos y daños externos ^(13,14).

La dureza se define como la resistencia de un material a ser penetrado, partido, rayado o a sufrir deformaciones permanentes ^(15,16). El esmalte posee una dureza estimada entre 200 a 500 Knoop, y un valor de 8 en la escala de Mohs ⁽¹⁷⁾. Esta propiedad se debe al alto contenido de su componente inorgánico, así como a la distribución y tamaño de los cristales de hidroxiapatita ⁽¹⁸⁾.

En el medio bucal, el esmalte experimenta procesos continuos de desmineralización y remineralización por el contacto con sustancias de distinto pH procedentes de la saliva. Las sustancias ácidas pueden disminuir su contenido mineral, mientras que agentes como el fluoruro de sodio contribuyen a su remineralización. Los agentes clareadores - como el peróxido de hidrógeno o de carbamida - pueden disminuir la microdureza del esmalte alterando el pH o por medio de la oxidación de su superficie ^(6,8,19-21). El efecto también se ha asociado a subproductos como la úrea, que puede desnaturalizar las proteínas presentes en la porción orgánica de la estructura dental, y que tiene el potencial de penetrar la superficie del esmalte llegando incluso a la porción interprismática. Este efecto podría contribuir a aumentar la permeabilidad del esmalte y originar alteraciones microestructurales ⁽²⁰⁾.

Además de la microdureza, la aplicación de agentes clareadores también ha sido asociada a un aumento en la porosidad, rugosidad y erosión superficial del esmalte y dentina^(6,20-24). También se ha asociado a sensibilidad dentaria, gingivitis, irritación gástrica o de garganta^(9,21).

El uso de agentes clareadores y su papel en la rehabilitación constituye en la actualidad un tema de controversia, debido a sus efectos secundarios. Conocer el efecto de distintas concentraciones de peróxido de carbamida sobre la microdureza superficial del esmalte permitirá al profesional seleccionar la alternativa de tratamiento que permita lograr el mejor efecto estético con la mayor preservación de los tejidos dentarios. Asimismo, los resultados del estudio servirán de base a posteriores investigaciones en este campo.

Bajo estas consideraciones, el objetivo del estudio fue evaluar el efecto del peróxido de carbamida a dos diferentes concentraciones, sobre la microdureza del esmalte bovino.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue de tipo experimental *in vitro*. Se emplearon 60 muestras de esmalte dental bovino, procedentes de incisivos centrales inferiores permanentes, almacenados en una solución fisiológica isotónica a fin de mantenerlos hidratados hasta la ejecución del experimento. Seguidamente los dientes fueron divididos en dos grupos según el agente asignado: Grupo A: peróxido de carbamida al 35%; Grupo B: peróxido de carbamida al 15% (*Opalescence PF, Ultradent*; n=30, en ambos casos); Las muestras fueron lavadas con agua destilada y jabón líquido (*Bioclean – Triclosan 0,025%*), a 37°C por 15 minutos. Mediante un microscopio de 50x de aumento, el cual se encuentra incorporado en el microdurómetro (LG–HV–1000, MITUTOYO – 200 mm), se verificó que las muestras no presenten grietas ni líneas de fractura. Seguidamente se eliminaron los residuos orgánicos mediante pieza de mano de baja velocidad, copas para profilaxis, piedra pómez extrafina y agua destilada. Finalmente, los especímenes fueron colocados en una solución fisiológica isotónica a fin de mantenerlos hidratados por 3 días.

La preparación de las muestras se realizó según el método aplicado por Sánchez y Chávez (2013)⁽²⁵⁾ y Sánchez (2012)⁽²⁶⁾. De este modo, se procedió a preparar 40 bloques de esmalte

dental de 3x3 mm y 2 mm de espesor, mediante cortes con discos de diamante redondo (*KG Sorensen*; Barueri-SP, Brasil) en las caras vestibulares. A continuación, se prepararon bases de acrílico de curado rápido (*Vitacryl*), usando un molde plástico circunferencial, de 1 cm de diámetro por 1 cm de espesor. Para identificar los grupos se emplearon distintos colores de acrílico (rojo para el Grupo A y azul para el Grupo B), y se colocó una etiqueta codificada en la parte inferior de cada base. Las muestras fueron introducidas en el acrílico con la superficie a evaluar sobresaliendo por la parte superior; el paralelismo se verificó mediante una platina de vidrio. Seguidamente se procedió a pulir las superficies con discos *Sof-Lex XT (3M*; Chile) y agua a presión.

La cara vestibular de los especímenes se expuso al agente clareador de acuerdo al siguiente protocolo: Grupo A: se aplicó el agente *Opalescence PF “Ultradent”* al 35%, en una sesión de treinta minutos por 3 días para cada muestra; Grupo B se aplicó el agente *Opalescence PF “Ultradent”* al 15%, en una sesión de 4 horas por 3 días para cada muestra. Después de su aplicación, las superficies fueron lavadas con agua destilada a presión por 15 segundos.

La microdureza superficial del esmalte fue evaluada antes y después de exponer los especímenes a los agentes clareadores, mediante el análisis de Vickers. Se empleó un microdurómetro LG–HV–1000, MITUTOYO – 200 mm (Laboratorio HTL CERTIFICATE), programado para aplicar una carga de 50 g durante 10-15 segundos.

Los datos obtenidos se registraron inicialmente en una base de datos Microsoft Excel. El análisis univariado se realizó por medio de medidas de tendencia central y dispersión. El análisis inferencial se realizó mediante la prueba t de Student, con un nivel de significancia de 5%, previo análisis de normalidad. El procesado de datos se realizó mediante el programa SPSS versión 25.

RESULTADOS

La tabla 1 presenta la comparación de la microdureza obtenida con ambos clareadores al inicio y final del experimento, encontrándose que no existe diferencia en ambas mediciones (p:0,160 y p:0,584 respectivamente).

Tabla 1. Comparación de la microdureza obtenida con ambos clareadores, al inicio y final del experimento

	n	Media	Desviación estándar	Valor mínimo	Valor máximo	p*
Inicial						
Opalescence 15%	30	334,59	38,15	243,7	396,0	0,160
Opalescence 35%	30	320,61	37,92	207,3	370,6	
Final						
Opalescence 15%	30	294,63	40,03	193,0	368,3	0,584
Opalescence 35%	30	289,32	34,51	174,1	348,3	

p* : Prueba t de Student

La tabla 2 presenta la comparación de la microdureza inicial y final del experimento obtenida con cada agente clareador,

encontrándose que, en ambos casos, la microdureza inicial fue significativamente mayor que la microdureza final ($p < 0,001$).

Tabla 2. Comparación de la microdureza inicial y final del experimento, obtenida con cada agente clareador

	n	Media	Desviación estándar	p*
Opalescence 15%				
Inicial	30	334,59	38,15	<0,001
Final	30	294,63	40,03	
Opalescence 35%				
Inicial	30	320,61	37,92	<0,001
Final	30	289,32	34,51	

DISCUSIÓN

El estudio encontró que ambas concentraciones de peróxido de carbamida (15% y 35%) provocaron una disminución similar en la microdureza superficial del esmalte. Al respecto, estudios previos coinciden que la aplicación del peróxido de hidrógeno a distintas concentraciones - 25%, 30%, 35% y 40% - puede tener efectos secundarios, como disminuir la microdureza y aumentar la rugosidad superficial del esmalte ^(25,27-29), así como una disminución del contenido mineral y de calcio ⁽³⁰⁾, independientemente de la concentración con que sea aplicado. Asimismo, Torres *et al.* (2021) ⁽³¹⁾ encontraron que las concentraciones más altas de peróxido

de hidrógeno (35% y 40%) mejoran la eficacia del clareamiento, pero también aumentan su penetración a través de la estructura dental, lo que podría aumentar el riesgo de daño pulpar. Además del peróxido de hidrógeno, existen en el mercado agentes clareadores como el peróxido de carbamida, cuyo efecto también ha sido objeto de estudio. Al respecto, Owda y Sancakli (2021) ⁽³²⁾ compararon el efecto del peróxido de hidrógeno al 35% y del peróxido de carbamida al 16% y al 22% sobre esmalte previamente desmineralizado, encontrando que los niveles de microdureza, desmineralización y clareamiento fueron similares. Mansouri y Khzam (2017) ⁽³³⁾ compararon el efecto del peróxido de hidrógeno al 30% durante 30 minutos y del peróxido de carbamida al 10%

durante 8 horas, encontrando que ninguno de los agentes afectó significativamente la microdureza del esmalte. Dey, *et al.* (2016) ⁽³⁴⁾ compararon el efecto del peróxido de hidrógeno al 25% y al 35% y del peróxido de carbamida al 10%, llegando a las mismas conclusiones.

Estos resultados no coinciden por lo reportado por Llena, *et al.* (2017) ⁽³⁵⁾ quienes observaron que el peróxido de hidrógeno produce mayores cambios morfológicos en el esmalte y una mayor disminución en los niveles de calcio y fósforo superficiales, en comparación con el peróxido de carbamida. Asimismo, Ameli, *et al.* (2020) ⁽³⁶⁾ compararon el efecto del peróxido de hidrógeno al 15% y al 40% y del peróxido de carbamida al 15%, encontrando que la microdureza del esmalte se redujo al cabo de una semana (en mayor medida en el grupo tratado con peróxido de hidrógeno al 40%); sin embargo, aumentó hacia la octava semana hasta alcanzar el valor de referencia. También encontraron que la disminución de la microdureza del esmalte es temporal, y sugieren que los dientes sean sumergidos en un medio que contenga calcio y fosforo para aumentar su microdureza.

Cvikl *et al.* (2016) ⁽³⁷⁾ y Mushashe *et al.* (2018) ⁽³⁸⁾ coinciden en señalar que la disminución de la microdureza es mayor en los tratamientos caseros que en los realizados en el consultorio, debido a que utilizan menores concentraciones aplicadas por períodos más prolongados. Ello no coincide con los resultados de nuestro estudio, donde reportamos que ambas concentraciones – 15% y 35% -provocaron una disminución similar de la microdureza.

Sin embargo, Sasaki *et al.* (2009) ⁽²⁰⁾ compararon el efecto del peróxido de hidrógeno al 7,5% y del peróxido de carbamida al 10%, encontrando que ambos agentes clareadores pueden tener efecto sobre la morfología superficial del esmalte, aunque no se observaron cambios en su microdureza.

La diferencia entre nuestros resultados y los estudios anteriores podría deberse al uso de distintas concentraciones o tiempos de aplicación del agente. Otro factor que puede intervenir en este tipo de estudios experimentales es el medio de almacenamiento; al respecto, Ribeiro *et al.* (2019) ⁽²²⁾ observaron que los dientes almacenados en saliva artificial presentan una mayor masa de esmalte que los almacenados en agua, tras ser expuestos a agentes clareadores en estudios *in vitro*.

La aplicación de auxiliares de limpieza (p. ej. colutorios o dentífricos clareadores) también

puede influir sobre las propiedades del esmalte. Al respecto, Favaro, *et al.* (2019) ⁽³⁹⁾ compararon la eficacia de dos agentes clareadores (*Opalescence Boost HP 38%* y *Opalescence 10% CP*) y dos colutorios (*Listerine Whitening* y *Colgate Plax Whitening*), empleados solos y en combinación, encontrando que los colutorios produjeron mayor efecto clareador cuando se utilizaron después de los tratamientos aclaradores, aunque con efectos sobre el esmalte: todos los grupos, provocaron una disminución significativa de la microdureza, excepto *Listerine Whitening*; también se observó que todos los grupos provocaron un aumento de la rugosidad, excepto *Opalescence Boost HP 38%*.

Jurema *et al.* (2018) ⁽⁸⁾ compararon el efecto de distintas técnicas de clareamiento sobre el color y la microdureza del esmalte. Las técnicas evaluadas fueron: peróxido de carbamida 10% y agua desionizada; peróxido de carbamida 10% y enjuague bucal clareador (*Listerine Whitening*); peróxido de carbamida 10% y cepillado mecánico; peróxido de carbamida 10% y dentífrico convencional (*Colgate*), peróxido de carbamida con dentífrico clareador (*ColgateW*, *OralBW* o *CloseUpW*). Se encontró que el mayor nivel de clareamiento se dio con los grupos tratados con peróxido de carbamida y *CloseUpW*. También se observó que, después del clareamiento, los dientes tratados con *Colgate* presentaron un aumento significativo en la microdureza. El estudio concluye que la asociación del peróxido de carbamida al 10% con agentes clareadores de venta libre - enjuague bucal (*Listerine Whitening*) y dentífricos (*ColgateW*, *OralBW* y *CloseupW*) - no incrementó significativamente el efecto clareador ni afectó la microdureza del esmalte. Con la finalidad de revertir los efectos negativos del clareamiento – desmineralización, pérdida de iones de calcio y fosforo, y disminución de la microdureza del esmalte- se ha propuesto la adición de diversos agentes al peróxido de hidrógeno, tales como el tetrafluoruro de titanio (TiF₄) ⁽⁴⁰⁾, la nano-hidroxiapatita ⁽⁴¹⁾ y el fluoruro de sodio ⁽¹⁾, los cuales podrían contribuir a mantener la microdureza e integridad del esmalte.

Cavalli *et al.* (2018) ⁽⁴²⁾ encontraron que la combinación del peróxido de hidrógeno con flúor o calcio redujeron la pérdida de minerales tanto para las superficies de esmalte sanas como para las desmineralizadas, aunque no pudieron revertir la desmineralización de la subsuperficie. Por el contrario, Mushashe *et al.* (2018) ⁽³⁸⁾ reportaron que la adición de calcio al peróxido

de hidrógeno no afectó significativamente la microdureza del esmalte.

Ortíz *et al.* (2016)⁽¹⁾ y Kutuk *et al.* (2019)⁽⁴³⁾ han reportado que el uso de agentes remineralizantes permite revertir la disminución de la microdureza del esmalte producida por el clareamiento; en sus estudios emplearon el *Flor-Opal* (NaF al 1.1%), *GC Tooth Mousse CPP-ACP* (fosfopéptido de caseína – fosfato de calcio amorfo), *UltraEZ 3%* (nitrato de potasio + 0,11% fluoruro) y *Signal Professional Sensitive Phase 1* 30% (suspensión de nanohidroxiapatita).

Hay que precisar que el presente estudio no evaluó el efecto de otras variables que podrían influir en el nivel de mineralización del esmalte (p. ej. la saliva). Asimismo, el uso de distintos agentes, concentraciones y tiempos de evaluación dificulta la comparación de resultados entre los estudios. También es importante tener en cuenta que se emplearon muestras de esmalte bovino. Al respecto, se sabe que la estructura histológica del esmalte humano es similar a la del bovino, por lo que este tipo de dientes suelen emplearse como sustitutos para experimentos *in vitro*. Esta similitud se aprecia en sus propiedades físicas y químicas, en sus características de desmineralización y remineralización, en su luminiscencia, en los índices de refracción, de pulido y en la radiodensidad⁽⁴⁴⁻⁴⁶⁾. Los dientes bovinos tienen como principal ventaja el ofrecer una mayor superficie de estudio y en mejores condiciones que la que se suele observar en dientes humanos, además de la facilidad para su adquisición^(44,45,47). La dureza del esmalte humano es significativamente mayor que la de bovinos más jóvenes (20 y 30 meses), pero similar a la de los de mayor edad (38 y 48 meses), por lo que se aconseja emplear dientes de estas edades⁽⁴⁸⁾.

El estudio concluye que ambos agentes clareadores a base de peróxido de carbamida provocaron una disminución de la microdureza superficial del esmalte, siendo el efecto similar para ambas concentraciones.

Es importante que los profesionales de salud conozcan los efectos adversos de los agentes clareadores, con la finalidad de elegir la mejor alternativa de tratamiento. Para ello se recomienda realizar estudios que evalúen el efecto del peróxido de carbamida sobre la microdureza del esmalte en distintos intervalos de tiempo; asimismo, estudios que comparen el efecto del peróxido de carbamida y del peróxido de hidrógeno sobre el esmalte. También se recomienda el uso de productos

remineralizadores, con la finalidad de contrarrestar los efectos secundarios de los agentes clareadores.

Roles de contribuciones según CRediT

Conceptualización: JRBC. Metodología: JRBC. Investigación: JRBC. Recursos: JRBC. Redacción – Borrador original: JRBC.

Fuente de financiamiento: Autofinanciado.

Conflictos de interés: El autor declaró no tener conflicto de interés.

REFERENCIAS

1. Ortíz M, Zavala NV, Patiño N, Martínez GA, Ramírez JH. Efecto del blanqueamiento y el remineralizante sobre la microdureza y micromorfología del esmalte dental. *Revista ADM*. 2016;73(2):81-87.
2. Bernal AP, Chavez G. Microfiltración marginal post clareamiento con peróxido de hidrógeno y peróxido de carbamida en obturaciones con resina compuesta. *Kiru*. 2011,8(2):59-62.
3. Henostroza G, editor. *Estética en odontología restauradora*. 1ª ed. Madrid: Ripano Editorial Médica; 2006.
4. Villlereal E, Saravia M, Flores D. *Blanqueamiento dental: Técnica y Clínica*. Lima, Perú: Lima Cronos Color; 2000.
5. Schmidseeder J. *Atlas de odontología estética*. Barcelona: Masson, S.A.; 1999.
6. Lia RF, Garrido TR, Piola FA, Magalhães AC, Soares JF, Ishikiriyama SK. Do different bleaching protocols affect the enamel microhardness? *Eur J Dent* 2015;9(1):25-30.
7. Farawati FAL, Hsu SM, O'Neill E, Neal D, Clark A, Esquivel-Upshaw J. Effect of carbamide peroxide bleaching on enamel characteristics and susceptibility to further discoloration. *J Prosthet Dent*. 2019;21(2):340-346.
8. Jurema AL, Claudino ES, Torres CR, Bresciani E, Caneppele TM. Effect of over-the-counter whitening products associated or not with 10% carbamide peroxide on color change and microhardness: *In vitro* study. *JCDP*. 2018;19(4):359-366.
9. Zanolla J, Marques A, da Costa DC, de Souza AS, Coutinho M. Influence of tooth bleaching on dental enamel microhardness: a systematic review and meta-analysis. *Aust Dent L*. 2017; 62:276–282.
10. Carey CM. Tooth whitening: What we now know. *J Evid Based Dent Pract*. 2014; 14:70-76.
11. Taboada O, Cortes L, Cortes R. Eficacia del tratamiento combinado de peróxido de carbamida al 35% y 10% como material blanqueador en fluorosis dental. Reporte de un caso. *Revista ADM*. 2002;59(3):81-86.
12. Crispin BJ, editor. *Contemporary esthetic dentistry: practice fundamentals*. Japan: Quintessence Publishing Co, Ltd.; 1994.
13. Fleites Y, González K, Rico M, Pacheco M, Del Toro L. Prevalencia de los defectos del desarrollo

- del esmalte en la dentición permanente. *Medicent Electron*. 2019; 23(3): 177-191.
14. Gil-Bona A, Bidlack FB. Tooth enamel and its dynamic protein matrix. *Int J Mol Sci*. 2020; 21(12):4458.
 15. Liñan C, Meneses A, Delgado L. Evaluación *in vitro* del efecto erosivo de tres bebidas carbonatadas sobre la superficie del esmalte dental. *Rev Estomatol Herediana*. 2007;17(2):58-62.
 16. García AM, Monasterio N. Introducción a la ciencia de los materiales y sus propiedades (I). Bilbao: Universidad País Vasco, España; 2018.
 17. Castillo JI. Incidencia sobre la microdureza superficial del esmalte en piezas sometidas a agua de piscinas de Quito con pH ácido, neutro, *in vitro*. [Tesis de Bachiller]. [Quito]: Universidad Central de Ecuador; 2015. 67 p.
 18. García MV, Reyes J. La hidroxiapatita, su importancia en los tejidos mineralizados y su aplicación biomédica. *Tip Rev Espec Cienc Quim Biol*. 2006;9(2):90-95.
 19. Klaric E, Rakic M, Sever I, Milat O, Par M, Tarle Z. Enamel and dentin microhardness and chemical composition after experimental light-activated bleaching. *Oper Dent*. 2015;40(4):132-141.
 20. Sasaki RT, Arcanjo AJ, Flório FM, Basting RT. Micromorphology and microhardness of enamel after treatment with home-use bleaching agents containing 10% carbamide peroxide and 7.5% hydrogen peroxide. *J Appl Oral Sci*. 2009;17(6):611-616.
 21. Ourique SAM, Arrais CAG, Cassoni A, Ota-Tsuzuki C, Rodrigues JA. Effects of different concentrations of carbamide peroxide and bleaching periods on the roughness of dental ceramics. *Braz Oral Res*. 2011;25(5):453-458.
 22. Ribeiro MES, Santos HSB, Baia JCP, Oliveira RP, Souza Júnior MHS, Loreto SC. Influence of prolonged tooth bleaching on enamel mass variation. *Int J Odontostomat*. 2019;13(3):305-309.
 23. Yikilgan İ, Kamak H, Akgul S, Ozcan S, Bala O. Effects of three different bleaching agents on microhardness and roughness of composite sample surfaces finished with different polishing techniques *J Clin Exp Dent*. 2017;9(3):460-465.
 24. Al-Angari SS, Eckert GJ, Sabrah AHA. Color stability, roughness, and microhardness of enamel and composites submitted to staining/ bleaching cycles. *Saudi Dent J*. 2021; 33:215–221.
 25. Sánchez V, Chávez G. Efecto del peróxido de hidrógeno al 25% sobre la microdureza del esmalte dental. *Odontol Sanmarquina*. 2013;16(1):25-28.
 26. Sánchez V. Efecto de dos agentes clareadores en base a peróxido de hidrógeno al 25% sobre la microdureza del esmalte dental [Tesis de Bachiller]. [Lima]: Universidad de San Martín de Porres; 2012. 93 p.
 27. Goyal K, Saha SG, Bhardwaj A, Saha MK, Bhapkar K, Paradkar S. A comparative evaluation of the effect of three different concentrations of in-office bleaching agents on microhardness and surface roughness of enamel – An *in vitro* study. *Dent Res J*. 2021;18:49.
 28. Pimentel de Oliveira R, Pereira Baia JC, Soares Ribeiro ME, da Silva e Souza Junior MH, Cordeiro Loretto S. Influence of time intervals between bleaching procedures on enamel microhardness and surface roughness. *Open Dent J*. 2018;12:555-559.
 29. Borges AB, Zanatta RF, Barros AC, Silva LC, Pucci CR, Torres CR. Effect of hydrogen peroxide concentration on enamel color and microhardness. *Oper Dent*. 2015;40(1):96-101.
 30. Berger S, Soares L, Martin A, Ambrosano G, Tabchoury C, Giannini M. Effects of various hydrogen peroxide bleaching concentrations and number of applications on enamel. *Braz J Oral Sci*. 2014;13(1):22-27.
 31. Torres CRG, Zanatta RF, Godoy MMM, Borges AB. Influence of bleaching gel peroxide concentration on color and penetration through the tooth structure. *J Contemp Dent Pract*. 2021;22(5):479-483.
 32. Owda R, Sancakli HS. Effects of different bleaching agents on the surface topography and the microhardness of artificial carious lesions. *Eur J Dent*. 2021;15(4):687-693.
 33. Mansouri RS, Khzam N. Hydrogen peroxide tooth whitening agent effect on the nanomechanical properties of enamel. *J Res Med Dent Sci*. 2017;5(2):91-101.
 34. Dey S, Pandey V, Kumar A, Awasthi N, Sahu A, Pujari SC. *In vitro* comparison of impact of different bleaching agents on the microhardness of enamel. *J Contemp Dent Pract*. 2016;17(3):258-262.
 35. Llena C, Esteve I, Forner L. Effect of hydrogen and carbamide peroxide in bleaching, enamel morphology, and mineral composition: *In vitro* study. *J Contemp Dent Pract*. 2017;18(7):576-582.
 36. Ameli N, Kianvash Rad N, Nikpour F, Ghorbani R, Mohebi S. Effect of short- and long-term use of home and in-office bleaching with carbamide peroxide and hydrogen peroxide on enamel microhardness. *J Dent Indones*. 2020;27(2): 50-55.
 37. Cviki B, Lussi A, Moritz A, Flury S. Enamel surface changes after exposure to bleaching gels containing carbamide peroxide or hydrogen peroxide. *Oper Dent*. 2016;41(1):39-47.
 38. Mushashe AM, Coelho BS, Garcia PP, Rechia BN, da Cunha LF, Correr GM, *et al*. Effect of different bleaching protocols on whitening efficiency and enamel superficial microhardness. *J Clin Exp Dent*. 2018;10(8):772-775.
 39. Favaro JC, Geha O, Guiraldo RD, Lopes MB, Aranha AMF, *et al*. Evaluation of the effects of whitening mouth rinses combined with conventional tooth bleaching treatments. *Restor Dent Endod*. 2019;44(1):e6.
 40. Lins RBE, Rosalen PL, Lazarini JG, Martins LRM, Cavalli V. Assessment of a novel bleaching agent formula containing 35% hydrogen peroxide and titanium tetrafluoride: An *in vitro* study. *Braz Oral Res*. 2021;35:e066.
 41. Monterubbianesi R, Tosco V, Bellezze T, Giuliani G, Özcan M, Putignano A, *et al*. Comparative evaluation of nanohydroxyapatite-enriched hydrogen peroxide home bleaching system on

- color, hardness and microstructure of dental enamel. *Materials* 2021;14:3072.
42. Cavalli V, Rosa DAD, Silva DPD, Kury M, Liporoni PCS, Soares LES, *et al.* Effects of experimental bleaching agents on the mineral content of sound and demineralized enamels. *J Appl Oral Sci.* 2018;26:e20170589.
 43. Kutuk ZB, Ergin E, Cakir FY, Gurgan S. Effects of in-office bleaching agent combined with different desensitizing agents on enamel. *J Appl Oral Sci.* 2019;27:e20180233
 44. Teruel JD. Estudio comparativo de la composición y estructura cristalina del esmalte y dentina humano, bovino, ovino y de cerdo [Tesis de Doctor]. [España]: Universidad de Murcia; 2017. 165 p.
 45. Lezcano MR, Navarro López JSA, Gili MA, Zamudio ME. Caracterización histológica de tejidos dentarios bovinos con utilización del micrótopo ISOMET® en la técnica histológica. *Acta Odontol Venez* [Internet]. 2016 [citado el 15 de febrero de 2024];54(1). Disponible en: <https://www.actaodontologica.com/ediciones/2016/1/art-2/#>
 46. Ccahuana VZ, Avelar RP, Borges ALS, Hilgert E, Lafayette NJ, Junho de Araujo JE. Resistencia adhesiva al cizallamiento de la aleación Ag-Pd a dentina de bovino. *Rev Estomatol Herediana.* 2004;14(1-2):39-44.
 47. Yassen G, Platt J, Hara A. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: A review of literature. *J Oral Sci.* 2011;53(3):273-282.
 48. Gutierrez JE. Efecto de los inhaladores antiasmáticos Salbutamol y Budesonida en la microdureza superficial del esmalte dentario - *in vitro* [Tesis de Bachiller]. [Lima]: Universidad Nacional Federico Villareal; 2018.

Juan Raul Casma Becerra
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4426-8493>
Correo: juancasma95@gmail.com