

Recibido:  
26-VIII-2019

Aceptado:  
8-XI-2019

Publicado en línea:  
22-XI-2019

Influencia del nivel de pH de geles blanqueadores en la rugosidad superficial del esmalte bovino

Influence of pH Value of Bleaching Gels on Surface Roughness of Bovine Enamel

Jocelyn G. Lugo-Varillas DDS<sup>1</sup>; Pedro L. Tinedo-López DDS, MSc<sup>2</sup>; Gustavo Watanabe Oshiro DDS, MSc<sup>3</sup>; Alberth Correa Medina DDS, MSc, PhD<sup>4</sup>; Evelyn Álvarez Vidigal DDS, MSc, PhD<sup>5</sup>; Mónica Hermoza Novoa DDS, MSc<sup>6</sup>

1. Departamento de Odontología Estética y Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú; Estudiante de maestría, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
2. Profesor Asistente en el Departamento de Periodoncia, Facultad de Odontología, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú; Estudiante de doctorado en periodoncia, Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil.
3. Coordinador Especialidad en Odontología Estética y Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú. Estudiante de doctorado, Universidad Federal de Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, Brasil.
4. Profesor Asistente, Especialidad en Odontología Estética y Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
5. Profesora Asistente en el Departamento de Odontología Pediátrica, Facultad de Odontología, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú.
6. Coordinadora del Programa de Maestría en Odontología Estética y Restauradora, Facultad de Odontología, Universidad Científica del Sur, Lima, Perú. Profesora Asistente, Escuela de Pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima, Perú.

Autor para correspondencia: Dra. Jocelyn G. Lugo-Varillas - [jocelyn.lugo.varillas@gmail.com](mailto:jocelyn.lugo.varillas@gmail.com)

**RESUMEN:** **Objetivo:** El propósito de este estudio fue evaluar la influencia de los niveles de pH de tres geles de blanqueamiento de consultorio en la rugosidad superficial del esmalte bovino, después del protocolo del blanqueamiento. **Materiales y métodos:** Se obtuvo 36 muestras de esmalte bovino, las cuales fueron cortadas y divididas en tres grupos (n=15): peróxido de hidrógeno 40% (Opalescence Boost 40%), peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP AutoMixx) y peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP Blue), recibiendo una aplicación de 40 minutos de blanqueamiento. Los valores del promedio del pH fueron determinados utilizando un pHmetro durante la aplicación inicial y final del gel. Un rugosímetro fue utilizado para evaluar la rugosidad superficial (Ra) antes y después del blanqueamiento. Los datos fueron analizados con la prueba de Friedmann y Wilcoxon (diferencia entre grupos); la prueba Kruskal Wallis y U de Mann (diferencia en cada grupo), así como prueba de Pearson o Spearman para la correlación. **Resultados:** Hay un aumento en los valores del pH del inicio al final del blanqueamiento en todos los grupos, excepto para el grupo peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP

Automixx). Para los resultados de rugosidad superficial existe un aumento en todos los grupos. No se encontró correlación entre niveles de pH de los geles blanqueadores y la rugosidad superficial del esmalte después del blanqueamiento. Conclusiones: Los geles blanqueadores de peróxido de hidrógeno con altas concentraciones que presenten un pH alto o bajo podrían causar alteraciones de la superficie del esmalte dental, como el aumento en la rugosidad superficial.

**PALABRAS CLAVES:** Blanqueamiento de dientes; Blanqueadores dentales; Peróxido de hidrógeno; Acidificación; Alcalinización; Erosión de los dientes; Esmalte dental.

**ABSTRACT:** Objective: The purpose of this study was to evaluate the influence of the pH levels of three in-office bleaching gels on the surface roughness of bovine enamel, after the bleaching protocol. Materials and methods: 36 samples of bovine enamel were obtained, which were cut and divided into three groups (n=12): 40%hydrogen peroxide (Opalescence Boost40%), 35% hydrogen peroxide (Whiteness HP AutoMixx) and 35% hydrogen peroxide (Whiteness HP Blue), receiving a 40-minute application of bleaching. The average pH values were determined using a pH meter during the initial and final application of the gel. A roughness meter was used to assess surface roughness (Ra) before and after bleaching. Data were analyzed with the Friedmann and wilcoxon test (difference between groups); the Kruskall Wallis and U Mann test (difference in each group), as well as Pearson or Spearman test for correlation. Results: There is an increase in pH values from the beginning to the end of bleaching in all groups, except for the 35% hydrogen peroxide group (Whiteness HP Automixx). For surface roughness results there is an increase in all groups. No correlation was found between pH values of the bleaching gels and the surface roughness of the enamel after bleaching. Conclusions: Hydrogen peroxide bleaching gels with high concentrations that have a high or low pH could cause alterations in the surface of the tooth enamel, such as increase in surface roughness.

**KEYWORDS:** Tooth bleaching; Tooth bleaching agents; Hydrogen peroxide; pH; Tooth erosion; Tooth enamel".

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, existe una alta demanda de tratamientos estéticos conservadores, entre ellos el blanqueamiento dental, el cual es una reacción de óxido reducción que actúa sobre sustancias cromógenas (pigmentos) liberando oxígeno reactivo, aniones y radicales libres. Estos últimos al entrar en contacto con moléculas cromógenas rompen la unión molecular y reducen el tamaño del cromógeno, provocando un efecto óptico, debido que la absorción

de la luz por el cromógeno se ve reducido (1). El perhidroxilo, es uno de los radicales libres que se libera y es considerado el más potente, se produce en mayor cantidad en un medio alcalino de 9,5 a 10,8 (2-5). Este efecto óptico no solo se debe a la oxidación del cromógeno, sino que también a una deshidratación dental y desmineralización del esmalte.

El valor del pH corresponde a la medida de equilibrio de la concentración de iones de

hidrógeno en una solución y refleja el grado de acidez y alcalinidad. En un estudio (6), encontraron que el aumento de la temperatura en los geles blanqueadores aumentaba la concentración de iones de hidrógeno, provocando una disminución en el pH del medio. Varios estudios han observado la desmineralización de la estructura dentaria con soluciones que presentan un pH crítico de 5.5 y 6.5 (7-10). Otros estudios demuestran que un pH bajo y altas concentraciones de ácido causan alteraciones en el esmalte (11,12).

Por otro lado, la rugosidad superficial está definida como irregularidades de una superficie. Diferentes estudios han observado que la rugosidad superficial del esmalte humano se ve afectada por sustancias con pH ácido como sustancias carbonatadas e incluso por geles blanqueadores. (3,4,12-14).

Existe una gran variedad de geles blanqueadores a base de peróxido de hidrógeno con diferentes concentraciones y protocolos, entre los principales tenemos: el peróxido de carbamida y el peróxido de hidrógeno propiamente dicho; este último varía en concentraciones de 25 a 40% (15). Su descomposición va depender de la concentración, tiempo de exposición, frecuencia de exposición, temperatura y el pH (6,16).

Para ampliar la vida útil del gel blanqueador los fabricantes recomiendan mantenerlo con un pH ácido, sin embargo, para favorecer el efecto del blanqueamiento el medio debe ser alcalino. De esta manera, se formará mayor cantidad de iones perhidroxilos los cuales se forman con pH de 9,5 a 10,8 (17), entre otros factores. Idealmente, los geles blanqueadores deben tener un pH neutro y mantenerse durante la aplicación, para minimizar daños potenciales a la estructura dentaria y por ende disminuir sensibilidad dentaria (12,17). Sin embargo, Price y col. (18) reportaron que el rango de variabilidad de los valores de pH de veintiséis

productos blanqueadores comerciales varía de 3,67 a 11,13.

Durante la aplicación clínica, los geles blanqueadores luego de ser activados, presentan cambios en los niveles de pH que dependen de muchos factores entre ellos la descomposición del principio activo, peróxido de hidrógeno, el tipo de oxígeno cíclico y radicales libres formados (16). Se ha encontrado que un pH bajo de los geles blanqueadores puede provocar cambios en la morfología superficial del esmalte (16,19-22), entre ellos la rugosidad superficial (3,16,19,20). Otros estudios han observado que un pH alto de los geles blanqueadores no causa alteraciones en la morfología y composición química del esmalte (16,20). El pH neutro puede minimizar los efectos de deterioro e incluso disminuye el riesgo e intensidad de sensibilidad dentaria (17,20,22,23). Sin embargo, los estudios antes mencionados no han evaluado la estabilidad del pH en diferentes tiempos clínicos, así como la influencia del pH de los geles blanqueadores con la rugosidad superficial del esmalte luego del blanqueamiento. Por ello el propósito de este estudio es evaluar la influencia de los niveles de pH de tres geles blanqueadores y la rugosidad superficial del esmalte bovino después del blanqueamiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Después de obtener la aprobación del comité de ética de la Universidad Científica del sur, con el número de registro de aprobación 151-2018-POS99, en base a los antecedentes (9,14,16,20,22,23) se obtuvo el número de tamaño muestral para la investigación, 12 muestras por grupo. Entre los criterios de inclusión que se tuvo en cuenta fueron Incisivos mandibulares bovinos sin grietas, sin erosiones y sin lesiones cariosas; el animal donador bovino fue menor de 5 años y se usó peróxido de hidrógeno de alta concentración (40%, 35%).

## PREPARACIÓN DE MUESTRAS

Fueron seleccionados 36 incisivos bovinos almacenados en Timol (0,2%, pH7), donde estuvieron completamente sumergidos, luego ellos fueron cortados en forma rectangular, usando un disco diamantado de baja velocidad (mdc dental). Después, fueron sumergidos en un bloque de resina acrílica 15x15x10mm. Cada superficie vestibular del esmalte fue pulida en húmedo con papel de lija de carburo de silicio de 400, 600, 1200. Las muestras fueron almacenadas previamente por siete días en agua desionizada a 37°C. (Fig. 1) Las muestras se dividieron en tres grupos de 12 muestras cada uno, según los geles blanqueadores a ser aplicados.

## PROTOCOLO DE BLANQUEAMIENTO

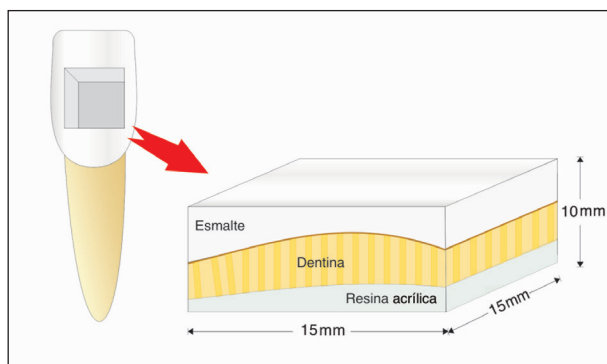
Los grupos de estudio fueron divididos de acuerdo a los geles blanqueadores que se

aplicó, Grupo 1: gel de peróxido de hidrógeno al 40% (Opalescence Boost), Grupo 2: peróxido de hidrógeno al 35% (Whiteness HP AUTOMIXX) y Grupo 3: peróxido de hidrógeno al 35% (Whiteness HP Blue) (Tabla 1).

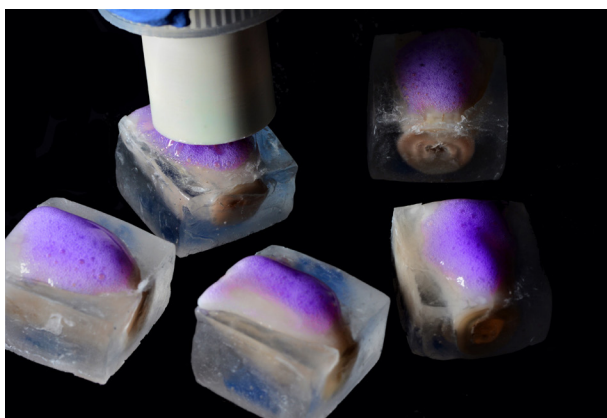
El gel blanqueador correspondiente al grupo fue aplicado sobre las muestras durante 40 minutos, sin aplicación de luz.

## MEDICIÓN DEL PH DE LOS GELES BLANQUEADORES

Para analizar los niveles de pH de los geles blanqueadores se usó el pHmetro (Pasco Extech). Antes de empezar con las lecturas de cada grupo se procedió a calibrar el equipo en dos soluciones estándar. Las lecturas del pH del gel blanqueador se realizaron al inicio, a los 20 y 40 minutos, después de estar en contacto con el esmalte. (Fig.2)



**Fig.1.** Esquema del espécimen obtenido.



**Fig.2.** Evaluación del pH del gel peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP Blue).

**Tabla 1.** Productos, composición, régimen de aplicación.

Productos	Composición	Régimen de aplicación	Lote
Opalescence Boost 40% (Ultradent, Products Inc., South Jordan, UT, USA)	Peróxido de hidrógeno 40%, 1.1% fluoruro de sodio, 3% de nitrato de potasio, agente espesante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mezclar las jeringas como mínimo unas 50 veces (25 en cada dirección/hacia cada lado).</li> <li>• Presione el gel mezclado hacia la jeringa roja.</li> <li>• Coloque una capa de gel de 0,5-1mm de espesor sobre las caras vestibulares de los dientes.</li> <li>• Permita que el gel permanezca sobre el diente 20 minutos</li> <li>• Aspire el gel de los dientes. No exceder de 3 aplicaciones por consulta.</li> </ul>	BG9J5 2020SET30
Whiteness HP AUTOMIXX (FGM Dental Products, Joinville, SC, Brasil)	Peróxido de hidrógeno 35%, espesantes, neutralizante, compuesto de Calcio, glicol, colorante, carga inorgánica y agua desionizada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con la puntera automezcladora acoplada a la jeringa presione el émbolo hasta que las fases sean mezcladas.</li> <li>• Aplicar el gel directamente en los dientes. El gel deberá ser</li> <li>• dejado en contacto con los dientes por hasta 50 minutos.</li> <li>• Al final aspire el gel con cánula fina de succión.</li> </ul>	270418 2020APR
Whiteness HP Blue 35% (FGM Dental Products, Joinville, SC, Brasil)	Peróxido de hidrógeno 35%, espesantes, pigmento inerte violeta, agentes neutralizantes, gluconato de calcio, glicol, agua desionizada.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conecta ambas jeringas de forma segura a la vez.</li> <li>• Mezcle el contenido de ambas fases presionando los émbolos de las jeringas alternativamente en direcciones opuestas hasta ocho veces.</li> <li>• Presione todo el contenido mezclado en una de las jeringas y aplique el producto a la superficie del diente.</li> <li>• Deje el gel blanqueador en la superficie del diente durante 40 minutos y luego retírelo con un aspirador.</li> </ul>	61118 2020NOV

## MEDICIÓN DE RUGOSIDAD SUPERFICIAL

Las muestras de cada grupo fueron llevadas para el análisis de rugosidad superficial (el promedio de rugosidad superficial [Ra;µm]), antes y después del blanqueamiento. Las medidas de las muestras se realizaron usando un rugosímetro (Mitutoyo SJ-201), las lecturas obtenidas fueron de la superficie lisa de la cara vestibular del incisivo bovino antes y después del blanqueamiento.

Tres medidas fueron recibidas por muestra sobre una longitud transversal de LT=5mm, con

un valor de cuttoff de 0,250mm y una velocidad de medición de 0,1mm/s.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Fue realizado con el paquete estadístico SPSS versión 23 y Microsoft Office Excel 2016. Los resultados de pH y rugosidad superficial fueron presentados con el promedio y desviación estándar. Se realizó la Prueba de Shapiro-Wilk, prueba de normalidad ( $p > 0.05$ ). Los datos de pH y la rugosidad superficial fueron analizados con la P. de Friedmann y P. de Wilcoxon para comparar

entre grupos de tiempo. La prueba de Kruskal Wallis y prueba de U de Mann para la comparación en cada grupo de geles blanqueadores.

Finalmente, se uso la Prueba de Shapiro, de acuerdo a la normalidad se aplicó la Prueba de Spearman o Pearson, para la correlación entre el nivel de pH de los geles blanqueadores y la rugosidad superficial inicial y final. En todas las pruebas estadísticas se usó un nivel de significancia del 5% ( $p < 0.05$ ).

## RESULTADOS

### VALORES DE PH

Los datos de pH (promedio y DS) fueron registrados al inicio, a los 20 minutos y a los 40 minutos del blanqueamiento en cada grupo de los geles blanqueadores, estos son presentados en la Tabla 2. La Prueba Friedman demostró diferencia estadísticamente significativa en valor de pH entre los grupos ( $p < 0,05$ ).

La Prueba de Wilcoxon demostró una tendencia del pH a un aumento estadísticamente significativo con el tiempo, excepto en el grupo peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP Automixx) el cual demostró una disminución significativa ( $p < 0,05$ ).

La Prueba de Kruskal Wallis demostró diferencia estadísticamente significativa en valor de pH en cada grupo ( $p < 0,05$ ).

La Prueba de U de Mann demostró una diferencia estadísticamente significativa del pH de cada gel blanqueador en cada tiempo.

### RUGOSIDAD SUPERFICIAL

Los datos de rugosidad superficial (promedio y DS) del esmalte bovino antes y después del blanqueamiento son presentados en la Tabla 3. La Prueba Friedman demostró diferencia estadísticamente significativa en valor de la rugosidad superficial entre los grupos antes y después del blanqueamiento ( $p < 0,05$ ).

La Prueba de Wilcoxon demostró una tendencia de la rugosidad superficial a un aumento estadísticamente significativo luego del blanqueamiento ( $p < 0,05$ ).

La Prueba de Kruskal Wallis no encontró diferencia estadísticamente significativa en valor de la rugosidad superficial en cada grupo ( $p < 0,05$ ).

La Prueba de U de Mann no demostró una diferencia estadísticamente significativa de la rugosidad superficial en cada gel blanqueador en cada tiempo.

Finalmente, las pruebas de correlación de Pearson y Spearman determinaron que no existe correlación del pH de los geles blanqueadores con la rugosidad superficial de esmalte bovino, en una aplicación de 40 minutos.

**Tabla 2.** Valores promedios y desviación estándar del pH de los agentes blanqueadores.

Grupos	pH inicial media $\pm$ DS T1	pH 20 min media $\pm$ DS T2	pH 40 min media $\pm$ DS T3
Opalescence Boost	7,33 $\pm$ 0,21 Cb	7,43 $\pm$ 0,18 Bb	7,59 $\pm$ 0,19 Ab
Whiteness HP AUTOMIXX	6,87 $\pm$ 0,19 Ac	5,94 $\pm$ 0,16 Bc	5,59 $\pm$ 0,08 Cc
Whiteness HP Blue	8,24 $\pm$ 0,14 Ca	8,28 $\pm$ 0,14 Ba	8,33 $\pm$ 0,18 Aa

Letras mayúsculas diferentes indican diferencia significativa entre los tiempos de blanqueamiento. ( $p < 0,05$ )

Letras minúsculas diferentes indican diferencia significativa entre los grupos. ( $p < 0,05$ )

**Tabla 3.** Valores promedios( $\mu$ M) y desviación estándar( $\mu$ M) de la rugosidad superficial (Ra) del esmalte bovino

Grupos	Rugosidad inicial media $\pm$ DS T1	Rugosidad después del blanqueamiento media $\pm$ DS	Diferencia de rugosidad media $\pm$ DS
Opalescence Boost	0,09 $\pm$ 0,03 Ba	0,13 $\pm$ 0,04 Aa	0,04 $\pm$ 0,01
Whiteness HP AUTOMIXX	0,10 $\pm$ 0,03 Ba	0,15 $\pm$ 0,05 Aa	0,05 $\pm$ 0,02
Whiteness HP Blue	0,11 $\pm$ 0,02 Ba	0,15 $\pm$ 0,04 Aa	0,04 $\pm$ 0,02

Letras mayúsculas diferentes indican diferencia significativa entre los tiempos de blanqueamiento. ( $p < 0,05$ )

Letras minúsculas diferentes indican diferencia significativa entre los grupos. ( $p < 0,05$ )

Ra, promedio de la rugosidad superficial.

## DISCUSIÓN

Los geles de blanqueamiento de peróxido de hidrógeno, de alta concentración son ampliamente usados en el blanqueamiento del consultorio. (1) Cuando entran en contacto con la estructura dentaria en un determinado tiempo clínico pueden presentar variación en el pH, como la disminución de este, con ello provocar daños potenciales a la estructura dentaria e influir en la calidad de la superficie del esmalte, como la rugosidad superficial. Un aumento de la rugosidad superficial puede reducir la microdureza, aumentar el desgaste y alterar el color. Asimismo, la variación del pH puede aumentar el riesgo de sensibilidad dentaria,

uno de los efectos adversos más comunes luego del blanqueamiento (3,12,14,15,17,18,20,21). Por ello, el propósito de este estudio es evaluar la influencia de los niveles de pH de tres geles blanqueadores y la rugosidad superficial del esmalte bovino después de un blanqueamiento de 40 minutos.

De acuerdo a los resultados de la investigación la hipótesis nula, no existe influencia de los niveles de pH de tres geles blanqueadores con la rugosidad superficial del esmalte bovino, fue aceptada.

Se emplearon dientes bovinos debido a que es ampliamente aceptado en estudios in

vitro, a pesar de no existir un consenso sobre si su composición y estructura son similares a los dientes humanos (24-27).

A pesar de la aleatorización de las muestras para la preparación de estas y la aplicación de los geles blanqueadores según su protocolo, factores como la edad del animal bovino y su dieta pueden contribuir a la variabilidad, por ello se escogió muestras de animales menores de 5 años, para reducir menos esta variabilidad.

Por otro lado, la evaluación en laboratorio sobre la estabilidad del pH de los geles blanqueadores y la influencia de esta en la rugosidad superficial del esmalte, puede llevarnos a inferir un comportamiento clínico. Existen algunos estudios (2,4,9,11,13,16,20,23) donde evalúan la estabilidad del pH y la influencia en la estructura dentaria, así como en la disminución del riesgo de sensibilidad dentaria (17).

En nuestro estudio en los resultados de pH, se encontró en los grupos de geles de peróxido de Hidrógeno 40% (Opalescence Boost 40%) y Peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP Blue) un aumento significativo del pH luego de 40 minutos de aplicación, en comparación con el peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP AutoMixx).

Ambos grupos peróxido de Hidrógeno 40% (Opalescence Boost 40%) y Peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP Blue), permanecen por arriba del nivel del pH crítico para la disolución de la estructura dentaria, pH5.5-6.5 (10,17). Por lo tanto, el pH de ambos grupos en una aplicación de blanqueamiento es poco probable que cause cambios morfológicos en la superficie del esmalte. Estos resultados de aumento de pH pueden deberse al contenido de la composición de los geles blanqueadores. El 3% de nitrato de potasio que contiene el peróxido de hidrógeno 40% (Opalescence Boost 40%), y al gluconato de calcio que contiene el peróxido de hidrógeno (Whiteness

HP Blue), podría elevar el pH en un tiempo clínico de 40 minutos.

Asimismo, Trentino en el 2015, observó que el peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP Blue) aumento el pH luego de una aplicación de 40 minutos, así como el peróxido de hidrógeno 35% (whitegold office).

Por otro lado, algunos estudios (9,16), observaron que otros geles de peróxido de hidrógeno al 35% disminuyeron el pH luego de una aplicación de 45 minutos.

Otro factor importante que ya se describe en la literatura y se confirma con este estudio es el aumento de la rugosidad superficial luego de la aplicación de los geles de peróxido de hidrógeno de alta concentración (5,13). En este estudio se observó un aumento de la rugosidad superficial en todos los grupos (Opalescence Boost 40%, Whiteness HP Blue, Whiteness HP AutoMixx) luego de una aplicación de 40 minutos. Similar al estudio de Soares *y col.* en el 2015, donde observaron un aumento de rugosidad superficial en dos grupos de geles ácidos peróxido de hidrógeno 35% (Total Blanc Office, Lase Peroxide Sensy). Asimismo, Mondelli *y col.* en el 2009 encontraron un aumento de la rugosidad superficial luego del blanqueamiento con un gel ácido peróxido de hidrógeno 35% (Lase Peroxide HP) con luz y cepillado.

En los resultados de rugosidad también se observó una mayor diferencia de aumento de rugosidad superficial con el peróxido de hidrógeno de 35% (Whiteness HP AutoMixx), que presenta un pH ácido, a comparación de los otros peróxidos con pH neutro. Cvick *y col.* en el 2016, encontraron que la rugosidad superficial se mantuvo luego de la aplicación del gel neutro peróxido de hidrógeno 40% (Opalescence Boost 40%). Mientras Trentino *y col.* en el 2015, observó un mayor aumento de rugosidad superficial en geles ácidos de peróxido de hidrógeno 35% ( Whiteness HP Maxx, Lase



Peroxide Sensy) que los geles neutros de peróxido de hidrógeno 35% (Whitgold Office, Whiteness HP Blue). Del mismo modo, Xu y col. en el 2011 encontraron mayores cambios en la morfología del esmalte con geles ácidos pH 3 y 5 peróxido de hidrógeno 30% a comparación con geles neutros pH 7 y 8 peróxido de hidrógeno 30%. Además, Sun y col. en el 2011, encontraron con el gel ácido peróxido de hidrógeno 30% cambios significativos en estructura dentaria, propiedades mecánicas y morfológicas a comparación del gel neutro peróxido de hidrógeno 30%, donde no encontraron alteraciones.

Con respecto al pH y la influencia sobre la rugosidad superficial del esmalte bovino luego del blanqueamiento no se encontró una correlación. Similar a lo encontrado por Soares y col. (9) quienes reportaron que no encontraron correlación directa entre los valores de pH y el desgaste superficial del esmalte bovino.

Las limitaciones del presente estudio fueron usar solo tres tipos de geles de blanqueamiento y una sola aplicación de cuarenta minutos de blanqueamiento en situaciones de laboratorio

para evaluar la influencia del pH de los geles de blanqueamiento con la rugosidad superficial del esmalte bovino. Por ello se sugiere futuros estudios aumentando otros geles blanqueadores, mayor número de aplicaciones y ensayos clínicos.

## CONCLUSIÓN

Dentro de las limitaciones de este estudio *in vitro*, las siguientes conclusiones pueden ser descritas:

- Hubo una tendencia al aumento del pH en el grupo de peróxido de Hidrógeno 40% (Opalescence Boost 40%) y Peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP Blue), excepto el grupo peróxido de hidrógeno 35% (Whiteness HP AutoMixx), luego de 40 minutos de aplicación.
- Los tres geles blanqueadores son capaces de aumentar el valor de rugosidad superficial después de una aplicación.
- No hay correlación directa entre los niveles de pH de los tres geles de blanqueamiento (Opalescence Boost 40%, Whiteness HP Blue, Whiteness HP Blue) y la rugosidad superficial del esmalte bovino.

## REFERENCIAS

1. Torres C.R., Crastechini E., Feitosa F.A., Pucci C.R., Borges A.B. Influence of pH on the effectiveness of hydrogen peroxide whitening. *Oper Dent*. 2014; 39 (6): E261-8.
2. Jurema A.L., De souza M.Y., Gomes C.R., Borges A.B., Ferraz T.M. Effect of pH on whitening efficacy of 35% hydrogen peroxide and enamel microhardness. *J Esthet Restor Dent*. 2018; 30 (2): E39-44.
3. Kwon S.R., Wertz P.W. Review of the Mechanism of Tooth Whitening. *J Esthet Restor Dent*. 2015; 27 (5): 240-57.
4. Cvinkl 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): E39-47.
5. Dahl J.E., Pallesen V. Tooth bleaching a critical review of the Biological Aspects. *Crit Rev Oral Biol Med*. 2003; 14 (4): 292-304.
6. Freire A., Archegas L.R., de Souza E.M., Vieira S. Effect of storage temperature on pH of in office and at home dental bleaching agents. *Acta Odontol.Latinoam*. 2000; 22 (1): 27-31.
7. Hoppenbrouwers P.M., Driessens F.C., Borggreven J.M. The mineral solubility of human tooth roots. *Arch Oral Biol*. 1987; 32 (5): 319-22.
8. Barron P.B., Carmichael R.P., Marcon M.A., Sandor G.K.B. Dental Erosion in Gastroesophageal Reflux Disease. *Can Dent Assoc*. 2003; 69 (2): 84-9.
9. Soares A., et al. Influence of pH, bleaching agents, and acid etching on surface wear of bovine enamel. *J Appl Oral Sci*. 2016; 24 (1): 24-30.
10. Dawes C. What is the critical pH and why does a tooth dissolve in acid? *J Can Dent Assoc*. 2003;69 (11): 722-4.
11. Hughes J.A., West N.X., Parker D.M., van den Braak M.H., Addy M. Effects of pH and concentration of citric, malic and lactic acids on enamel, in vitro. *J Dent*. 2000; 28 (2): 147-52.
12. Grobler S. R., Majeed A., Moola M. H. The pH of various tooth-whitening products on the South African market. *SADJ*. 2011; 66 (6): 278-81.
13. Barac R., Gasic J., Trutic N., Sunarics S., Popovic J., Djeklc P. Erosive Effect of different Soft Drinks on enamel surface in vitro: application of stylus profilometry. *Med Princ Pract*. 2015; 24: 421-57.
14. Pinto C.F., Oliveira R.d., Cavalli V., Giannini M. Peroxide bleaching agent effects on enamel surface microhardness, roughness and morphology. *Braz Oral Res*. 2004; 18 (4): 306-11.
15. Mohammed Q. Tooth-bleaching procedures and their controversial effects: A literature review. *Saudi Dent J*. 2014; 26 (2): 33-46.
16. Trentino A., et Al. Evaluation of pH levels and surface roughness after bleaching and abrasion tests of eight commercial products. *Photomed Laser Surg*. 2015; 33 (7): 372-7.
17. Loguercio A. D., Servat F., Stanislawczuk R., Mena-Serrano A., Rezende M., Prieto M. V., Cereño V., Rojas M.F., Ortega K., Fernandez E., Reis A. Effect of acidity of in-office bleaching gels on tooth sensitivity and whitening: a two-center double-blind randomized clinical trial. *Clin Oral Investig*. 2017; 21 (9): 2811.
18. Price R.B., Sedarous M., Hiltz G.S. The pH of tooth-whitening products. *J Car Dent Assoc*. 2000; 66.(8): 421-6.
19. Sa Y., Chen D., Liu Y., Wen W., Xu M., Jiang T., Wang Y. Effects of two in-office bleaching agents with different pH values on enamel surface structure and color: an in situ vs. in vitro study. *J Dent*. 2012; 40 Suppl 1: e26-34.
20. Xu B.L., Li Q., Wang Y. Effects of pH values of hydrogen peroxide bleaching agents on enamel surface properties. *Oper Dent*. 2011; 36 (5): 554-62.

21. Mondelli R.F., Azevedo J.F., Francisconi P.A., Ishikiriyama S.K., Mondelli J. Wear and surface roughness of bovine enamel submitted to bleaching. *Eur J Esthet Dent.* 2009; 4 (4): 396-403.
22. Cavalli V., Arrais C.A., Giannini M., Ambrosano G.M. High-concentrated carbamide peroxide bleaching agents effects on enamel surface. *J Oral Rehabil.* 2004; 31 (2): 155-9.
23. Sun L., Liang S., Sa Y., Wang Z., Ma X., Jiang T., Wang Y. Surface alteration of human tooth enamel subjected to acidic and neutral 30% hydrogen peroxide. *J Dent.* 2011; 39 (10): 686-92.
24. Yassen G.H., Platt J.A., Hara A.T. Bovine teeth as substitute for human teeth in dental research: a review of literature. *J Oral Sci.* 2011; 53 (3): 273-82.
25. Nakamichi I., Iwaku M., Fusayama T. Bovine Teeth as Possible Substitutes in the Adhesion Test. *J Dent Res.* 1983; 62 (10): 1076-81.
26. Ortiz-Ruiz A.J., Teruel-Fernández J.D., Alcolea-Rubio L.A., Hernández-Fernández A., Martínez-Beneyto Y., Gispert-Guirado F. Structural differences in enamel and dentin in human, bovine, porcine, and ovine teeth. *Ann Anat.* 2018; 218: 7-17.
27. Laurance-Young P.L., Bozec L., Gracia L., Rees G., Lippert F., Lynch R.J., Knowles J.C. A review of the structure of human and bovine dental hard tissues and their physicochemical behaviour in relation to erosive challenge and remineralisation. *J Dent.* 201; 39 (4): 266-72.



Attribution (BY-NC) - (BY) You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggest the licensor endorses you or your use. (NC) You may not use the material for commercial purposes.