



## REVISIÓN

# Impact of Hydrogen Peroxide Tooth Whitening on *Candida albicans* Colonization

## Impacto del Blanqueamiento Dental con Peróxido de Hidrógeno en la Colonización de *Candida albicans*

Marina Laura Kees<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Abierta Interamericana, Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud, Carrera de Odontología. Buenos Aires, Argentina.

**Citar como:** Kees ML. Impact of Hydrogen Peroxide Tooth Whitening on *Candida albicans* Colonization. Health Leadership and Quality of Life. 2023; 2:289. <https://doi.org/10.56294/hl2023289>

Enviado: 12-05-2023

Revisado: 27-07-2023

Aceptado: 17-10-2023

Publicado: 18-10-2023

Editor: PhD. Prof. Neela Satheesh 

### ABSTRACT

**Introduction:** *Candida albicans* is a fungus that is part of the oral microflora in 30-50 % of the population. Its ability to alternate between different morphological forms, such as yeasts, pseudohyphae and hyphae, gives it a remarkable biological plasticity. This study evaluated the impact of tooth whitening with 35 % hydrogen peroxide on the adherence of *C. albicans* to tooth enamel, exploring the factors that influence its colonization and virulence.

**Development:** it was observed that *C. albicans* uses specific adhesins and components of its cell wall to adhere to surfaces such as dental enamel. This process, together with the formation of biofilms, increases its resistance to treatment and protection against the immune system. The action of hydrogen peroxide, although effective as an oxidizing agent, can modify the enamel surface, favoring the adherence of *C. albicans* and the interaction with bacteria such as *Streptococcus mutans*. These interactions enhance the formation of mixed biofilms, which represents a significant risk to oral health.

**Conclusions:** the study concluded that tooth whitening with hydrogen peroxide can facilitate colonization of *C. albicans* due to changes in tooth enamel composition. Furthermore, it reaffirmed the importance of this fungus as an opportunistic pathogen and highlighted the need to implement preventive strategies in esthetic dental treatments. These strategies include the use of remineralizing agents and the strengthening of hygiene protocols to minimize associated risks. Future research will be key to better understand these interactions and develop more effective therapeutic approaches.

**Keywords:** *Candida Albicans*; Tooth Whitening; Hydrogen Peroxide; Enamel Colonization; Biofilms.

### RESUMEN

**Introducción:** *Candida albicans* es un hongo que forma parte de la microflora bucal en el 30-50 % de la población. Su capacidad de alternar entre diferentes formas morfológicas, como levaduras, pseudohifas e hifas, le confiere una notable plasticidad biológica. Este estudio evaluó el impacto del blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno al 35 % en la adherencia de *C. albicans* al esmalte dental, explorando los factores que influyen en su colonización y virulencia.

**Desarrollo:** Se observó que *C. albicans* utiliza adhesinas específicas y componentes de su pared celular para adherirse a superficies como el esmalte dental. Este proceso, junto con la formación de biopelículas, incrementa su resistencia a tratamientos y la protección frente al sistema inmunológico. La acción del peróxido de hidrógeno, aunque efectiva como agente oxidante, puede modificar la superficie del esmalte, favoreciendo la adherencia de *C. albicans* y la interacción con bacterias como *Streptococcus mutans*. Estas interacciones potencian la formación de biopelículas mixtas, lo que representa un riesgo significativo para la salud bucal.

**Conclusiones:** el estudio concluyó que el blanqueamiento dental con peróxido de hidrógeno puede facilitar la colonización de *C. albicans* debido a cambios en la composición del esmalte dental. Además, reafirmó

la importancia de este hongo como agente patógeno oportunista y destacó la necesidad de implementar estrategias preventivas en tratamientos dentales estéticos. Estas estrategias incluyen el uso de agentes remineralizantes y el fortalecimiento de protocolos de higiene para minimizar riesgos asociados. La investigación futura será clave para comprender mejor estas interacciones y desarrollar enfoques terapéuticos más efectivos.

**Palabras clave:** *Candida Albicans*; Blanqueamiento Dental; Peróxido De Hidrógeno; Colonización Del Esmalte; Biopelículas.

## INTRODUCCIÓN

La *Candida albicans* es un miembro frecuente de la microflora bucal, aislándose entre el 30 al 50 % de la población.<sup>(1,2,3)</sup>

*Candida albicans* suele presentarse como una célula oval levaduriforme de 2 a 4 micras, con paredes finas; sin embargo, en tejidos infectados también se han identificado formas filamentosas de longitud variable, con extremos redondos de 3 a 5 micras de diámetro y pseudohifas.<sup>(4,5,6,7,8)</sup> Entonces puede crecer en al menos tres morfologías diferentes: levadura, pseudohifas e hifas.<sup>(9)</sup> Existen otras formas morfológicas durante el cambio de colonias; por ejemplo, las células de la fase opaca son oblongas, en lugar de la forma ovalada de las células de levadura. Las pseudohifas y las hifas son alargadas y, a veces, no se puede distinguirlas, ya que ambas son “formas filamentosas” del hongo.<sup>(10)</sup> Las levaduras o blastosporas son microorganismos eucarióticos, las cuales se reproducen asexualmente por un proceso específico de división celular conocido como gemación. Este proceso de división implica la producción de nuevo material celular proveniente de la superficie de la blastospora.<sup>(11,12)</sup>

## Objetivo

Determinar el impacto del tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35 % en la adherencia de *Candida albicans* al esmalte dental, analizando los factores biológicos y morfológicos que influyen en su colonización, con el propósito de contribuir al entendimiento de las interacciones entre los tratamientos de blanqueamiento dental y la virulencia de este hongo oportunista.

## DESARROLLO

La cavidad bucal posee muchos nichos para la colonización por parte de esta especie, incluyendo entre otras células epiteliales, prótesis dental y células bacterianas de la flora bucal residente.<sup>(13,14,15)</sup> Para colonizar, los hongos primero debe adherirse ya sea a la células, tejidos o la superficies de biomateriales que son cubiertas con una película acondicionante de glicoproteínas, que en el caso de la cavidad bucal proviene de la saliva primordialmente o de los diferentes tipos de bacterias.<sup>(16,17,18)</sup> En este sentido, se ha sugerido que en los mecanismos de adherencia están involucradas interacciones entre los ligandos de *Candida* y los receptores de las células hospederas. Su pared celular es una estructura dinámica y fluida que cambia constantemente su composición. Se compone principalmente de polisacáridos (mananos fosforilados, glucanos y quitinas), polipéptidos y proteínas. Los residuos de manano se unen a la pared celular a través de O- y N -glicosilación y la estructura de estos puede variar si las condiciones cambian de pH y temperatura.<sup>(19)</sup> Los  $\beta$ -glucanos están en la pared pero más internamente que los mananos. Las paredes celulares de los lípidos están representadas principalmente por fosfolípidos y esteroides, y por ergosterol.<sup>(20,21)</sup> Estos lípidos proporcionan el sitio de acción para la síntesis de enzimas involucradas en el desarrollo de la estructura/forma de la pared celular (morfogénesis) y son el objetivo de muchos antifúngicos. Los polipéptidos y las proteínas, al unirse a los polisacáridos de la pared celular, crean muchas diferencias interespecies e intraespecies con respecto a las propiedades hidrofóbicas, la capacidad de adhesión (a las células huésped u otras superficies) y la estructura antigénica. Por lo tanto, la expresión de los componentes macromoleculares de la pared celular también varía dentro de la misma célula para darles diferentes funciones en diferentes partes. La adhesión a la célula huésped se produce entonces principalmente con adhesinas (ALS1, ALS5, HWP1 e INT1 son las más importantes), proteínas de membrana que se unen con fibrinógeno o lamininas de la matriz extracelular de la membrana celular. La adhesión a la superficie celular ocurre con cargas electrostáticas y fuerzas de Van der Waals.<sup>(22,23)</sup> La hidrofobicidad de la membrana celular fúngica contribuye de manera importante a la adhesión a sustratos inertes y esta característica podría ser conferida por la glicosilación de las manoproteínas de superficie. Los mananos presentes en la superficie contribuyen a la virulencia al otorgar hidrofobicidad, cambiar la capacidad de adherencia a la célula huésped y suprimir la respuesta inmunitaria. La pared celular tiene tres tipos de moléculas para la adhesión: (a) una glicoproteína que pertenece a la familia de las 2 integrinas, (b) una porción de proteína de una glicoproteína y (c) una porción de polisacárido de una manoproteína.<sup>(24,25,26)</sup>

Se destaca como factor de virulencia, la formación de biopelículas que se desarrollan en la superficie de

los objetos (catéteres, etc.). La formación de biopelículas puede ocurrir en una primera fase en la que las células se adhieren a la superficie del cuerpo extraño y forman una capa de células y aumentan la síntesis y producción de proteínas de la pared hifa; luego se produce un crecimiento celular activo, se produce una matriz extracelular y se forman hifas que estabilizan el biofilm.<sup>(27)</sup> La hifa es la etapa final, ya que en algunas condiciones permanecerá como una forma de levadura debido a la presencia de moléculas de detección de quórum, como el farnesol, para permitir la diseminación de *Candida albicans*. La biopelícula brinda protección a las células de levadura contra el sistema inmunológico del huésped y resistencia a los medicamentos. Estudios sobre interacciones entre *S. mutans* y *C. albicans* explica que las exoenzimas conocidas como glucosiltransferasas (GtfB) de la bacteria también pueden unirse directamente a la superficie de *C. albicans*, lo que le permite adherirse a las superficies dentales y dar lugar a la formación de biopelículas mixtas; además, se ha demostrado que GtfB aumenta la expresión de los genes HWP1, ALS1 y ALS3 que codifican importantes adhesinas en *C. albicans*.<sup>(28,29,30,31)</sup>

Las colonias de *Candida* crecen “in vitro” en condiciones de aerobiosis en medios de cultivo a pH con rango entre 2,5 y 7,5 y temperatura que oscila entre 20°C y 38°C.<sup>(32)</sup> Las especies de *Candida* crecen bien en medios de cultivo con agar, peptona, dextrosa, maltosa o sacarosa. Las colonias muy pequeñas aparecen en un lapso de 24 a 36 horas en Agar Sabouraud y miden de 1,5 a 2 mm de diámetro después de 5 a 7 días, son lisas, suaves, húmedas y de color y aspecto cremoso, con aspecto de levadura, de consistencia blanda y rápidamente proyectan filamentos hasta la profundidad del agar. Las colonias son típicamente blancas por completo, pero adquieren un color crema o requemado al continuar envejeciendo. Para aislarlas de las muestras clínicas que siempre llevan bacterias se agregan antimicrobianos como el Cloranfenicol al medio simple. Después de 4-5 días se percibe un olor característico de levadura. Otros medios de cultivo en los cuales puede crecer *C. albicans* son: Pagano-Levin, en el cual las colonias se observan de color crema, Albicans ID (Biomérieux), donde las colonias se observan de color azul y CHROMagar® *Candida* (CHROMagar), observándose las colonias de esta especie de color verde.

Como se expuso anteriormente *C. albicans* posee elementos necesarios para adherirse y comenzar la colonización, pero hay poco conocimiento sobre como el blanqueamiento dental interviene en la colonización de *Candida*. Es por ello que este estudio tiene como objetivo determinar si el blanqueamiento dental con peróxido de hidrogeno al 35 % aumenta la adherencia de *C. albicans* a la superficie del esmalte.<sup>(33,34,35)</sup>

El impacto de *Candida albicans* en la gestión de los servicios de salud es un tema de creciente relevancia, debido a la complejidad de su biología, la resistencia a tratamientos y su capacidad de causar infecciones graves, especialmente en poblaciones vulnerables. Como miembro frecuente de la microflora humana, este hongo puede ser un comensal inofensivo en condiciones normales, pero también puede actuar como un patógeno oportunista bajo ciertas circunstancias.<sup>(36,37)</sup>

### ***Candida albicans*: Características y Factores de Virulencia**

*C. albicans* es un hongo eucariótico que pertenece a la familia Cryptococcaceae. Se encuentra regularmente en la cavidad bucal y otros tejidos mucosos, colonizando del 30 al 50 % de la población sana. Su capacidad de adaptación morfológica le permite alternar entre formas levaduriformes y filamentosas (seudohifas e hifas), lo que incrementa su potencial patógeno. Las hifas, en particular, juegan un papel crítico en la invasión de tejidos y la formación de biopelículas.<sup>(38,39,40,41)</sup>

La formación de biopelículas es un factor de virulencia clave que plantea serios retos en la atención sanitaria. Estas estructuras multicelulares, que se desarrollan sobre superficies inertes como catéteres y prótesis dentales, protegen a las células del hongo contra el sistema inmunológico del huésped y los antifúngicos.<sup>(42,43)</sup> La resistencia asociada a las biopelículas incrementa la dificultad de erradicar infecciones, especialmente en entornos hospitalarios donde la presencia de dispositivos médicos invasivos es común.<sup>(44)</sup>

### **Desafíos en la Gestión de Servicios de Salud**

#### ***Diagnóstico y Tratamiento***

La detección de infecciones por *C. albicans* en sus etapas iniciales es complicada debido a que los síntomas pueden ser inespecíficos. Esto genera retrasos en el tratamiento, lo que puede derivar en complicaciones graves, como candidiasis sistémica.<sup>(45,46)</sup> Las infecciones invasivas están asociadas con altas tasas de mortalidad, llegando a superar el 40 % en algunos casos.<sup>(47)</sup>

Los tratamientos actuales incluyen antifúngicos como los azoles, equinocandinas y polienos, pero el abuso y mal uso de estos medicamentos ha favorecido la aparición de cepas resistentes. La gestión efectiva de estas infecciones requiere un diagnóstico temprano, terapias personalizadas y la investigación continua para el desarrollo de nuevos medicamentos.<sup>(48)</sup>

#### ***Control de Infecciones Nosocomiales***

Las infecciones asociadas a la atención sanitaria (IAAS) representan un importante desafío.<sup>(50)</sup> En los

hospitales, *C. albicans* es una de las principales causas de infecciones fúngicas, especialmente en pacientes inmunocomprometidos, como aquellos sometidos a quimioterapia, receptores de órganos trasplantados y neonatos prematuros.

La prevención de estas infecciones requiere protocolos estrictos de higiene y manejo de dispositivos médicos, así como la capacitación del personal sanitario. Adicionalmente, la implementación de estrategias de vigilancia epidemiológica permite identificar brotes y adoptar medidas correctivas oportunas.<sup>(51)</sup>

### Impacto Económico

El manejo de las infecciones por *C. albicans* genera una carga económica significativa para los sistemas de salud. Los costos incluyen diagnósticos avanzados, tratamientos prolongados y hospitalizaciones extendidas. Además, las tasas elevadas de morbilidad y mortalidad se traducen en pérdidas indirectas relacionadas con la productividad de los pacientes y sus cuidadores.<sup>(11)</sup>

### Investigación y Desarrollo

A pesar de los avances en el conocimiento sobre *C. albicans*, persisten muchas lagunas. Por ejemplo, se necesita profundizar en los mecanismos de resistencia a antifúngicos y en la influencia de factores externos, como el uso de peróxido de hidrógeno en tratamientos dentales, en la colonización de este hongo. La inversión en investigación es crucial para desarrollar terapias innovadoras y estrategias preventivas efectivas.<sup>(24,52,53,54)</sup>

### Estrategias para Mitigar el Impacto

1. Promoción de la Salud y Prevención: La educación de la población sobre medidas preventivas, como el mantenimiento de una buena higiene oral y el adecuado manejo de dispositivos médicos, puede reducir significativamente la incidencia de infecciones por *C. albicans*. Además, el fortalecimiento de los programas de inmunización y la atención temprana de condiciones predisponentes, como la diabetes y el VIH, son fundamentales.

2. Mejoras en el Diagnóstico: Las tecnologías avanzadas, como la espectrometría de masas y la secuenciación genómica, están revolucionando el diagnóstico de infecciones fúngicas. Estas herramientas permiten una identificación rápida y precisa de *C. albicans*, así como la detección de genes de resistencia antifúngica, facilitando la selección de tratamientos más efectivos.

3. Desarrollo de Nuevos Tratamientos: Es imperativo desarrollar nuevos antifúngicos que sean efectivos contra cepas resistentes. Además, la investigación en terapias combinadas y en el uso de compuestos naturales con propiedades antifúngicas podría ofrecer soluciones más seguras y accesibles.

4. Fortalecimiento de la Vigilancia Epidemiológica: La recopilación sistemática de datos sobre infecciones por *C. albicans* permite identificar patrones de resistencia y tendencias epidemiológicas. Estos datos son esenciales para diseñar estrategias de intervención más efectivas y adaptadas a las necesidades locales.

### Perspectivas Futuras

El manejo de *Candida albicans* en los servicios de salud requiere un enfoque multidisciplinario que combine la investigación científica, la educación pública y la implementación de políticas de salud pública. Con el aumento de la resistencia antifúngica y el envejecimiento de la población, es probable que las infecciones por este hongo sigan siendo un desafío significativo en el futuro.

El desarrollo de herramientas diagnósticas más precisas, terapias innovadoras y estrategias preventivas efectivas será crucial para mitigar el impacto de *C. albicans*. Además, la colaboración internacional en la investigación y el intercambio de información epidemiológica podrán acelerar los avances en este ámbito.

En conclusión, el impacto de *Candida albicans* en la gestión de los servicios de salud es amplio y multifacético. Desde los desafíos clínicos y económicos hasta las oportunidades para la innovación, esta problemática requiere una atención constante y un compromiso colectivo para garantizar una atención sanitaria más eficaz y equitativa.

### CONCLUSIONES

La investigación realizada sobre *Candida albicans* y su relación con el uso de peróxido de hidrógeno al 35 % en el esmalte dental ha permitido arrojar luz sobre la complejidad biológica de este hongo oportunista y los factores que intervienen en su colonización. Como miembro habitual de la microflora bucal, *C. albicans* posee una notable plasticidad morfológica y funcional que le permite adaptarse a distintos entornos y condiciones, aumentando su potencial patógeno bajo ciertas circunstancias.

Uno de los hallazgos más relevantes es la capacidad de *C. albicans* para adherirse al esmalte dental, un proceso facilitado por su pared celular dinámica, rica en polisacáridos y proteínas adhesinas como ALS1, ALS3 y HWP1. Este mecanismo, combinado con su capacidad para formar biopelículas resistentes a agentes externos, representa un desafío significativo en la prevención y manejo de infecciones relacionadas con tratamientos dentales como el blanqueamiento.

El estudio destaca cómo el peróxido de hidrógeno, comúnmente utilizado en procedimientos estéticos, puede influir en la colonización de *C. albicans*. Si bien su acción oxidativa es efectiva en la desinfección, también puede alterar la composición del esmalte dental, creando microentornos favorables para la adherencia del hongo. Estos cambios pueden potenciar la formación de biopelículas mixtas con bacterias como *Streptococcus mutans*, incrementando el riesgo de infecciones bucodentales.

Por otro lado, la investigación reafirma la relevancia clínica de *C. albicans* como agente patógeno, especialmente en individuos inmunocomprometidos. Su capacidad para evadir respuestas inmunes y resistir tratamientos antifúngicos, especialmente en el contexto de biopelículas, subraya la necesidad de desarrollar enfoques terapéuticos más efectivos y personalizados.

En términos de implicaciones prácticas, se plantea la importancia de incorporar estrategias preventivas durante y después de los tratamientos dentales estéticos para minimizar la colonización por *C. albicans*. Esto incluye el uso de agentes remineralizantes, protocolos de higiene estrictos y productos que contrarresten los efectos adversos del peróxido de hidrógeno.

En conclusión, este estudio no solo aporta conocimientos esenciales sobre las interacciones entre el blanqueamiento dental y la colonización de *Candida albicans*, sino que también resalta la necesidad de equilibrar los beneficios estéticos con los riesgos microbiológicos asociados. La implementación de estrategias preventivas y la investigación continua serán fundamentales para optimizar la seguridad y eficacia de estos procedimientos.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Mancera CAG, Cornejo PMA, Méndez MR, et al. Efecto del blanqueamiento con peróxido de hidrógeno al 38% sobre la microestructura del esmalte dental. *Oral*. 2011;12(36):687-690..
2. Dahl J, Pallesen U. Tooth bleaching- A critical review of the biological aspects. *Crit Rev Oral Biol Med* 2003;14(4):292-304
3. Vargas-Koudriavtsev T, Durán-Sedó R, Sáenz-Bonilla P, et al. Efecto de agentes de blanqueamiento dental sobre la concentración de fosfato en el esmalte dental por medio de espectroscopia Raman. *Rev Odont Mex*. 2015;19(4):232-239.
4. Baiping Fu, Wiebke Hot-Hanning, Matthias Hanning. Effects of dental Bleaching on micro- and nano-morphological alterations of the enamel surface. *Am J Dent* 2007 Feb; 20 (1) : 35-40.
5. Zanolla, J., Marques, A., da Costa, D. C., de Souza, A. S., & Coutinho, M. Influence of tooth bleaching on dental enamel microhardness: a systematic review and meta-analysis. *Australian dental journal*, (2017). 62(3), 276-282.
6. Wasserman Milhen I, Cardona Silva AM, Fernandez Correa DM, Mejia Ayala JA. Efectividad y estabilidad del blanqueamiento dental, una revisión sistemática. *Rev. salud. bosque*. 8 de agosto de 2015;4 (2):7-18.
7. Tezel H, Özata F. Effect of bleaching agents on calcium loss from the enamel surface. *Quintessence* 2007 April; 38 (4): 339-347.
8. Zeczowski, M. Effect of different storage conditions on the physical properties of bleached enamel: An in vitro. *Elsevier*, (2015). 1154-1161.
9. Hegedüs C, Bistey T, Flóra-Nagy, Keszthelyi G, Jenei A. An atomic force microscopy study on the effect of bleaching agents on enamel surface. *J Dent* 1999; 27:509-515.
10. Sudbery, P., Gow, N., & Berman, J. (2004). The distinct morphogenic states of *Candida albicans*. *Trends in microbiology*, 12(7), 317-324.
11. Barrancos PJ. *Operatoria Dental. Avances clínicos, restauraciones y estética*. 5th ed. PANAMERICANA EM, Panamericana; 2015. Capítulo 34. Pág. 975
12. Mata de Henning M, Perrone M. La Prótesis Odontológica en la Ecología de *Candida Albicans* en Cavidad Bucal. *Acta odontol. venez* [Internet]. 2001 Dic ; 39 ( 3 ): 18-24.
13. Di Cosola M, Cazzolla AP, Charitos IA, Ballini A, Inchingolo F, Santacroce L. *Candida albicans* and Oral

Carcinogenesis. Una breve reseña. *Journal of Fungi* . 2021;7(6):476.

14. Hwang G, Marsh G, Gao L, Waugh R, Koo H. Binding Force Dynamics of Streptococcus mutans-glucosyltransferase B to Candida albicans. *Journal of Dental Research*. 2015;94(9):310-317.

15. Montelongo-Jauregui D, Lopez-Ribot J. Candida Interactions with the Oral Bacterial Microbiota. *Journal of Fungi* .2018;4(4):122.

16. Elba Inés Cardozo-Germán Pardi. Algunas consideraciones sobre Candida Albicans como agente etiológico de candidiasis bucal. *Acta odontol. venez* . 2002 ; 40( 1 ): 9-17.

17. Petkova Gueorguieva de Rodríguez M. Efectos clínicos y estructurales del blanqueamiento dental. *Odon. Sanmarquina*. 2005.;8(2):34-6.

18. Shamel, M., Al-Ankily, M. M., & Bakr, M. M. Influence of different types of whitening tooth pastes on the tooth color, enamel surface roughness and enamel morphology of human teeth. (2019). *F1000Research*, 8, 1764.

19. Monterubbianesi, R., Tosco, V., Bellezze, T., Giuliani, G., Özcan, M., Putignano, A., & Orsini, G. A Comparative Evaluation of Nanohydroxyapatite-Enriched Hydrogen Peroxide Home Bleaching System on Color, Hardness and Microstructure of Dental Enamel. *Materials Basel, Switzerland*. 2021, 14, 3072.

20. Goldstein RE, Lancaster J. Survey of patient attitudes toward current esthetic procedures. *J Prosthet Dent*. 1984; 2:775. Colon P. Improving the appearance for severely flouesed teeth. *JADA* 1993; 89:1329-1331.

21. Alkahtani, R., Stone, S., German, M., & Waterhouse, P. A review on dental whitening. *Journal of dentistry*, (2020). 100, 103423.

22. Pardi Germán. “Determinantes de Patogenicidad de Candida Albicans”. *Acta odontol. venez* . 2002 ; 40( 2 ): 185-192.

23. Panizo M. M, Reviákina V. Candida albicans y su efecto patógeno sobre las mucosas. *Rev. Soc. Ven. Microbiol*. 2001; 21( 2 ): 38-45.

24. Joiner A. The bleaching of teeth: a review of the literature. *Journal of Dent* 2006; 34:412-419

25. Siciliano, Ana & Santos, Stefany & Quezada, Ruth & Escobar, Wendy & Aguirre, Guillermo & Aguirre, Katleen & Rivas Cartagena, Francisco & Turcios, Jenniffer. (2022). Bio-Banco de Órganos Dentales de la Facultad de Odontología, Universidad de El Salvador. *Revista Minerva*. 5. 91-103. 10.5377/revminerva.v5i3.15823.

26. Gonzáles Pita LC, Úsuga Vacca MV, Torres Rodríguez C, Delgado Mejía E. Biobanco de dientes humanos para investigación en odontología. *Acta Odontol. Colomb*. 2014; 4 :9-21.

27. Medina, S., Mejía, C., & Moreno, F. Comportamiento in vitro del colágeno de la unión amelodentinaria en premolares humanos sometidos a altas temperaturas. *Salutem Scientia*. 2015, 15: 44-48.

28. Rubio Leticia, Sioli José Manuel, Santos Ignacio, Fonseca Gabriel M, Martin-de-las-Heras Stella. Alteraciones Morfológicas en Dientes Sometidos a Altas Temperaturas con Interés Forense. *Int. J. Morphol*. 2016 ; 34: 719-728.

29. Hosoya N, Honda K, Iino F, Arai T. Changes in enamel surface roughness and adhesion of Streptococcus mutans to enamel after vital bleaching. *J Dent*. 2003; 31: 543-548.

30. Anggausuma k, Ptatiwi D, Widyarman A. The effect of carbamide peroxide on surface enamel structural chances and Streptococcus mutans attachment. *Sci Dent J*. 2020; 4: 6-10.

31. Al-Jubori SH, Al-Sabawi, Taha MY. Study of the Adherence of St. mutans on Bleached and Fluoridated Tooth Surfaces (An In Vitro Study). *Al-Rafidain Dent J*. 2013; 13: 116-121.

32. Romero AJM, Romero AC. Adherencia del Streptococcus mutans en Dientes Permanentes Humanos

Sometidos a Dos Agentes Blanqueadores. *Kiru*. 2009; 6: 39-45.

33. Briso A, Silva U, Souza M, Rahal V, Júnioe E, Cintra L. A clinical randomize study on the influence of dental whitening on *Streptococcus mutans* population. *Aust Dent J*. 2017;0:1-5

34. Attia R, Kamel M. Changes in Surface roughness of bleached enamel by using diferentes remineralizing agents. *Tanta Dent J*. 2016; 13:179-186

35. Zheng C, Pan J, Wang Z, Wang Y. Effects of hydrogen peroxide-containing bleaching on the growth of *Streptococcus mutans* biofilm on enamel disc surface. *Journal of Peking University (Health Sciences)*. 2014; 46: 30-34.

36. Ittatirut S, Matangkasombut O, Thanyasrisung P. In-Office Bleaching Gel with 35% Hydrogen Peroxide Enhanced Biofilm Formation of Early Colonizing Streptococci on Human Enamel. *J Dent*. 2014; 42: 1480-1486.

37. Briso A, Silva U, Souza M, Rahal V, Júnioe E, Cintra L. A clinical randomize study on the influence of dental whitening on *Streptococcus mutans* population. *Aust Dent J*. 2017;0:1-5.

38. Viana de Sousa, T., Carolina Jordão, C., Augusto Abreu-Pereira, C., Gorayb Pereira, AL, Barbugli, PA, Klein, MI y Pavarina, AC. El peróxido de hidrógeno mejora la eficacia de la terapia fotodinámica contra las biopelículas de *Candida albicans*. *Bioincrustación* (2023). 39: 94-109.

39. Brosh, T., Strouthou, S. y Sarne, O. Efectos de las superficies bucales y linguales, procedimientos de acondicionamiento del esmalte y duración del almacenamiento en las características de desprendimiento de los brackets. *J Dent*. 2004. 33, 99-105.

40. Suttinee Ittatirut, Oranart Matangkasombut, Panida Thanyasrisung, In-office bleaching gel with 35% hydrogen peroxide enhanced biofilm formation of early colonizing streptococci on human enamel, *Journal of Dentistry*, Volume 42, Issue 11, 2014, Pages 1480-1486.

41. Napimoga, M. H., de Oliveira, R., Reis, A. F., Gonçalves, R. B., & Giannini, M. In vitro antimicrobial activity of peroxide-based bleaching agents. *Quintessence international* 2007, 38: 329-333.

42. Oliveira, D. P., Gomes, B. P., Zaia, A. A., Souza-Filho, F. J., & Ferraz, C. C.. In vitro assessment of a gel base containing 2% chlorhexidine as a sodium perborate's vehicle for intracoronal bleaching of discolored teeth. *Journal of endodontics*, (2006) 32, 672-674.

43. Franz-Montan, M., Ramacciato, J. C., Rodrigues, J. A., Marchi, G. M., Rosalen, P. L., & Groppo, F. C. The effect of combined bleaching techniques on oral microbiota. *Indian journal of dental research: official publication of Indian Society for Dental Research*, (2009). 20, 304-307.

44. Philippe Ahariz, M., & Courtois, P. *Candida albicans* susceptibility to lactoperoxidase-generated hypiodite. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, (2010) 2, 69-78.

45. Alkmin, Y. T., Sartorelli, R., Flório, F. M., & Basting, R. T. (2005). Comparative study of the effects of two bleaching agents on oral microbiota. *Operative dentistry*, 30: 417-423.

46. Li, Y., Du, J., Huang, S., Wang, S., Wang, Y., Cai, Z., Lei, L., & Huang, X. Hydrogen peroxide potentiates antimicrobial photodynamic therapy in eliminating *Candida albicans* and *Streptococcus mutans* dual-species biofilm from denture base. *Photodiagnosis and photodynamic therapy*, . (2022). 37: 10-26.

47. Abdelshafy, A. M., Neetoo, H., & Al-Asmari, F. Antimicrobial Activity of Hydrogen Peroxide for Application in Food Safety and COVID-19 Mitigation: An Updated Review. *Journal of food protection*, (2024). 87-89.

48. Ferguson, J.W. et al. Effectiveness of Intracanal Irrigants and Medications against the Yeast *Candida albicans*. *Journal of Endodontics*, Volume 28, Issue 2, 68 - 71

49. Soto, A. F., Mendes, E. M., Arthur, R. A., Negrini, T. C., Lamers, M. L., & Mengatto, C. M. Antimicrobial effect and cytotoxic activity of vinegar-hydrogen peroxide mixture: A possible alternative for denture

disinfection. The Journal of prosthetic dentistry, (2019). 121.

50. Teixeira, É. F., Girundi, A. L. G., Alexandrino, L. D., Morel, L. L., de Almeida, M. V. R., Dos Santos, V. R., Fraga, S., da Silva, W. J., & Mengatto, C. M.. Effects of disinfection with a vinegar-hydrogen peroxide mixture on the surface characteristics of denture acrylic resins. Clinical oral investigations, (2023) 28: 45.

51. Kunz, D., Wirth, J., Sculean, A., & Eick, S. In- vitro-activity of additive application of hydrogen peroxide in antimicrobial photodynamic therapy using LED in the blue spectrum against bacteria and biofilm associated with periodontal disease. Photodiagnosis and photodynamic therapy, (2019). 26, 306-312.

52. Huahua, T., Rudy, J., & Kunin, C. M.. Effect of hydrogen peroxide on growth of Candida, Cryptococcus, and other yeasts in simulated blood culture bottles. Journal of clinical microbiology, (1991) 29(2), 328-332.

53. Jaña PD, Yévenes LI, Rivera AS. Estudio clínico comparativo entre colutorio de p-clorofenol y peróxido de hidrógeno con colutorio de clorhexidina al 0.12% en el crecimiento de placa microbiana y gingivitis. Rev. Clin. Periodoncia Implantol. Rehabil. Oral . 2010 ; 3( 2 ): 65-68.

54. Oliveira D.P, Gomez BP, Zaia AA. Actividad antimicrobiana ex vivo de varios agentes blanqueadores. Revista endodoncia,(2008)41 :1054-1058.

### **FINANCIACIÓN**

Ninguna.

### **CONFLICTO DE INTERESES**

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

### **CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA**

*Conceptualización:* Marina Laura Kees.

*Curación de datos:* Marina Laura Kees.

*Análisis formal:* Marina Laura Kees.

*Investigación:* Marina Laura Kees.

*Metodología:* Marina Laura Kees.

*Administración del proyecto:* Marina Laura Kees.

*Recursos:* Marina Laura Kees.

*Software:* Marina Laura Kees.

*Supervisión:* Marina Laura Kees.

*Validación:* Marina Laura Kees.

*Visualización:* Marina Laura Kees.

*Redacción - borrador original:* Marina Laura Kees.

*Redacción - revisión y edición:* Marina Laura Kees.