



Facultad de Ciencias de la Salud

Tema:

Estudio de la influencia de los agentes pigmentantes en la estabilidad, durabilidad y estética de las incrustaciones de cerómero y resina para restauraciones dentales:

Revisión de literatura.

Trabajo de titulación para la obtención del Título de Odontólogo

Presentado por:

Any Daniela Benavides Calderón

Tutor:

Dra. Ana del Carmen Armas

Quito, julio de 2026

Declaración de aceptación de norma ética y derechos

El presente documento se ciñe a las normas éticas y reglamentarias de la Universidad Hemisferios. Así, declaro que lo contenido en este ha sido redactado con entera sujeción al respeto de los derechos de autor, citando adecuadamente las fuentes. Por tal motivo, autorizo a la Biblioteca a que haga pública su disponibilidad para lectura dentro de la institución, a la vez que autorizo el uso comercial de mi obra a la Universidad Hemisferios, siempre y cuando se me reconozca el cuarenta por ciento (40%) de los beneficios económicos resultantes de esta explotación.

Además, me comprometo a hacer constar, por todos los medios de publicación, difusión y distribución, que mi obra fue producida en el ámbito académico de la Universidad Hemisferios.

De comprobarse que no cumplí con las estipulaciones éticas, incurriendo en caso de plagio, me someto a las determinaciones que la propia Universidad plantee.



Any Daniela Benavides Calderón

C.I. 172336655-3

Dedicatoria

A mis padres, por su amor incondicional, su apoyo constante y los valores que me han guiado a lo largo de mi vida. Gracias por creer en mí y acompañarme en cada paso de este camino

A mis abuelitos, por su cariño, sus consejos y el ejemplo de esfuerzo y perseverancia que siempre me han brindado.

A mis hermanos y mi familia, por ser mi refugio en los días difíciles y mi alegría en los días de triunfo.

A mis profesores, por compartir sus conocimientos su experiencia y su dedicación durante mi formación académica. Sus enseñanzas han contribuido significativamente a mi crecimiento profesional y personal.

Con gratitud y aprecio dedico este logro a todos ustedes.

Índice

Declaración de aceptación de norma ética y derechos	2
Dedicatoria	3
Índice.....	4
Índice de figuras.....	5
Resumen.....	6
Abstract	7
Introducción	9
Materiales y Métodos.....	10
Resultados	13
Composición Química y Tipos de Pigmentos	13
Efectos del tabaco en tejidos periodontales.....	14
Estabilidad del Color y Durabilidad.....	14
Percepción Estética de los Pacientes	15
Impacto de los Pigmentos en las Propiedades Mecánicas.....	16
Desafíos y Áreas de Investigación Futura.....	17
Discusión.....	18
Conclusión.....	20
Referencias	21

Índice de figuras

Figura 1. Flujo de diagrama prisma	12
--	----

Estudio de la influencia de los agentes pigmentantes en la estabilidad, durabilidad y estética de las incrustaciones de cerómero y resina para restauraciones dentales: Revisión de literatura.

Any Daniela Benavides Calderón

adbenavidesc@estudiantes.uhemisferios.edu.ec

Resumen

Introducción: Los materiales restauradores dentales han evolucionado para mejorar la función y estética de las restauraciones, destacando cerómeros y resinas compuestas utilizadas en incrustaciones dentales. La estabilidad del color es una propiedad clave que influye en la apariencia de las restauraciones y puede verse afectada por agentes pigmentantes presentes en alimentos, bebidas y hábitos cotidianos que interactúan con la superficie y estructura de los materiales. **Objetivo:** Analizar la influencia de los agentes pigmentantes en la estabilidad del color de las incrustaciones de cerómero y resinas utilizadas en restauraciones dentales, evaluando su comportamiento frente a diferentes sustancias pigmentantes y su impacto en la estética de los materiales, considerando estudios publicados entre 2020 y 2026 que incluyeran cambios cromáticos, propiedades de los materiales y métodos de evaluación de la estabilidad del color. **Materiales y Métodos:** Se realizó una búsqueda sistemática en PubMed utilizando palabras clave en inglés combinadas con operadores booleanos para identificar estudios relevantes, aplicando criterios de inclusión y exclusión que permitieron seleccionar 26 de 98 artículos. Se incluyeron ensayos in vitro, clínicos, comparativos y revisiones sistemáticas, excluyendo artículos duplicados, incompletos o centrados en otros materiales. **Resultados:** La estabilidad del color depende de la composición química, tipo y concentración de pigmentos, grado de polimerización y propiedades mecánicas. La interacción con agentes pigmentantes del medio oral puede modificar la apariencia, durabilidad y percepción visual de las restauraciones, mientras que

uniformidad, brillo y translucidez influyen en la satisfacción del paciente. Conclusión: Los factores químicos, pigmentos y exposición a agentes pigmentantes determinan la estabilidad y durabilidad de las incrustaciones, aportando información relevante para la selección y planificación clínica de restauraciones dentales estéticas y funcionales.

Palabras clave: pigmentación, cerómero, resina compuesta, estabilidad del color, propiedades mecánicas, odontología restaurativa, estética dental..

Abstract

Introduction: Dental restorative materials have evolved to improve the function and aesthetics of restorations, with ceromers and composite resins used in dental inlays being particularly noteworthy. Color stability is a key property that influences the appearance of restorations and can be affected by pigmenting agents present in food, beverages, and daily habits that interact with the surface and structure of the materials. **Objective:** To analyze the influence of pigmenting agents on the color stability of ceromer and resin inlays used in dental restorations, evaluating their behavior in the presence of different pigmenting substances and their impact on the aesthetics of the materials. **Studies published between 2020 and 2026** that included chromatic changes, material properties, and methods for evaluating color stability were considered. **Materials and Methods:** A systematic search was conducted in PubMed using English keywords combined with Boolean operators to identify relevant studies. Inclusion and exclusion criteria were applied, resulting in the selection of 26 of 98 articles. In vitro, clinical, comparative, and systematic reviews were included, excluding duplicate, incomplete, or articles focused on other materials. **Results:** Color stability depends on the chemical composition, type and concentration of pigments, degree of polymerization, and mechanical properties. Interaction with pigmenting agents in the oral environment can modify the appearance, durability, and visual perception of restorations,

while uniformity, gloss, and translucency influence patient satisfaction. Conclusion:

Chemical factors, pigments, and exposure to pigmenting agents determine the stability and durability of inlays, providing relevant information for the selection and clinical planning of esthetic and functional dental restorations.

Key words: pigmentation, ceromer, composite resin, color stability, mechanical properties, restorative dentistry, dental aesthetics.

Introducción

Los materiales restauradores dentales han evolucionado con el objetivo de mejorar la función y la estética de las restauraciones utilizadas en la práctica odontológica. (Trigo et al., 2022) Entre los materiales más utilizados en odontología restauradora se encuentran los cerómeros y las resinas compuestas empleadas en diferentes procedimientos clínicos. (Matsumoto et al., 2022) Estos materiales se aplican con frecuencia en restauraciones indirectas como incrustaciones dentales destinadas a recuperar la estructura perdida del diente. (Giachetti et al., 2024) Las restauraciones indirectas buscan reproducir la forma anatómica, función y apariencia natural de las piezas dentarias tratadas. (Kuhad, 2023)

La selección del material restaurador depende de diversas propiedades físicas, mecánicas y estéticas relacionadas con su desempeño clínico. (Bachiega et al., 2023) Una de las propiedades más relevantes en estos materiales restauradores es la estabilidad del color a lo largo del tiempo. (Alqutaibi et al., 2023) La estabilidad cromática influye directamente en la apariencia estética de las restauraciones dentales colocadas en la cavidad oral. (Mu et al., 2025) El color de los materiales restauradores puede verse modificado por diferentes factores presentes en el medio oral. (Gupta et al., 2024)

Entre estos factores se encuentran los agentes pigmentantes presentes en alimentos, bebidas y hábitos cotidianos. (Araújo et al., 2023) Los agentes pigmentantes pueden interactuar con la superficie y la estructura de los materiales restauradores utilizados en odontología. (Santos et al., 2021) Esta interacción puede generar cambios cromáticos que afectan la apariencia estética de cerómeros y resinas dentales. (Srot et al., 2024) El estudio de estos cambios permite comprender el comportamiento de los materiales restauradores frente a procesos de pigmentación. (Oliveira et al., 2025)

Frente a lo expuesto, la presente revisión literaria tiene como objetivo analizar la influencia de los agentes pigmentantes en la estabilidad del color de las incrustaciones de cerómero y resinas utilizadas en restauraciones dentales, evaluando su comportamiento frente a diferentes sustancias pigmentantes y su impacto en la estética de los materiales restauradores. Para ello, se consideran estudios que analizan los cambios cromáticos, las propiedades de los materiales y los métodos de evaluación de la estabilidad del color, con base en investigaciones publicadas entre 2020 y 2026.

Materiales y Métodos

La presente revisión de literatura se realizó con el propósito de analizar la influencia de los agentes pigmentantes en la estabilidad del color, durabilidad y estética de las incrustaciones de cerómero y resinas utilizadas en restauraciones dentales. Para alcanzar este objetivo, se llevó a cabo una búsqueda sistemática de artículos científicos publicados entre los años 2020 y 2026 exclusivamente en la base de datos PubMed, con el fin de identificar estudios relevantes relacionados con la pigmentación y estabilidad cromática de materiales restauradores dentales.

La estrategia de búsqueda se realizó utilizando palabras clave en inglés relacionadas con el tema, tales como “ceromer”, “indirect composite resin”, “color stability”, “pigmentation”, “staining”, “dental restoration” y “dental materials”. Estas palabras clave se combinaron mediante operadores booleanos para optimizar los resultados de búsqueda en la base de datos. La ecuación empleada fue la siguiente: ("ceromer" OR "ceromer restoration" OR "indirect composite resin") AND ("color stability" OR "pigmentation" OR "staining") AND ("dental restoration" OR "dental materials").

En cuanto a los criterios de inclusión, se consideraron artículos científicos disponibles en texto completo, publicados en inglés o español, que abordaran directamente la estabilidad del color, pigmentación o cambios estéticos en cerómeros y resinas compuestas utilizadas en restauraciones dentales. Se incluyeron estudios experimentales *in vitro*, ensayos clínicos, estudios comparativos y revisiones sistemáticas relacionadas con el comportamiento de estos materiales frente a agentes pigmentantes.

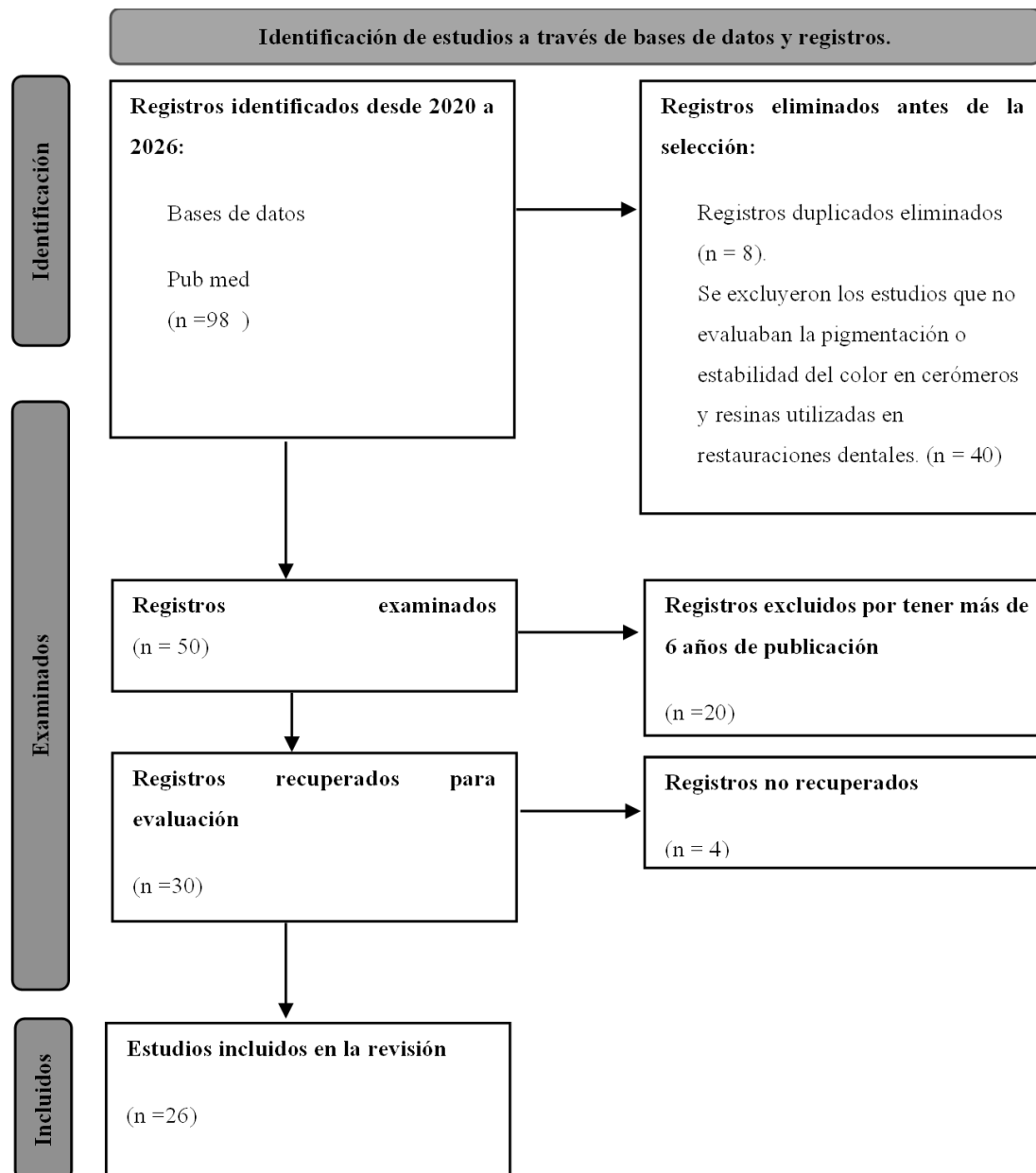
Por otro lado, se excluyeron artículos duplicados, estudios que no abordaban directamente la pigmentación o estabilidad cromática de los materiales analizados, publicaciones incompletas, cartas al editor, opiniones de expertos y estudios con metodología insuficientemente descrita. Asimismo, se descartaron investigaciones centradas en otros materiales restauradores que no correspondieran a cerómeros o resinas compuestas.

El proceso de selección de los artículos se desarrolló en tres fases: lectura inicial de títulos, revisión de resúmenes y análisis detallado de los textos completos. Este procedimiento fue realizado de manera independiente por dos revisores con el fin de garantizar la objetividad en la selección de los estudios y reducir posibles sesgos metodológicos. En los casos en los que existieron discrepancias, estas fueron resueltas mediante discusión y consenso entre los revisores.

Finalmente, de los 98 artículos identificados inicialmente en la base de datos PubMed, se seleccionaron 26 estudios que cumplieron con los criterios de inclusión y exclusión establecidos. Estos artículos fueron analizados para identificar información relevante sobre el tipo de material restaurador evaluado, los agentes pigmentantes estudiados, los métodos de medición de estabilidad del color y los principales hallazgos relacionados con la durabilidad y estética de las restauraciones.

Figura 1

Flujo de diagrama prisma



Resultados

La estabilidad del color en incrustaciones de cerámico y resina representa un aspecto relevante en el estudio de los materiales restauradores utilizados en odontología, estos materiales pueden estar expuestos a diferentes agentes pigmentantes presentes en el entorno oral, entre estas sustancias se incluyen compuestos presentes en alimentos, bebidas y otros elementos de consumo cotidiano, la interacción entre estos agentes y los materiales restauradores forma parte de la observación de cambios cromáticos en restauraciones dentales. (Rozza et al., 2024)

Composición Química y Tipos de Pigmentos

El cigarrillo representa un hábito extendido que se asocia con diversas modificaciones en la cavidad oral, el humo del tabaco contiene múltiples compuestos químicos que entran en contacto directo con las estructuras bucales, dichas sustancias interactúan con la mucosa, la encía y los tejidos de soporte dental, generando alteraciones en el entorno biológico donde se desarrollan los procesos relacionados con la salud periodontal. (Silva, 2021)

La exposición continua a los componentes derivados del tabaco produce cambios en las estructuras orales, estas variaciones pueden influir en la dinámica de los tejidos gingivales y en los mecanismos biológicos presentes en el ambiente periodontal, la interacción entre estos elementos y las estructuras de soporte dentario forma parte de los aspectos analizados dentro del estudio de la enfermedad periodontal. (Alkattan et al., 2025)

El hábito de fumar se vincula con modificaciones en las condiciones del medio oral, estas alteraciones pueden afectar el equilibrio existente entre los microorganismos presentes en la cavidad bucal y las estructuras periodontales, situación relacionada con los procesos biológicos implicados en el desarrollo y la evolución de la periodontitis. (Huang et al., 2024)

Efectos del tabaco en tejidos periodontales

Los materiales restauradores como cerómeros y resinas compuestas presentan una composición química que combina una matriz polimérica con partículas inorgánicas de relleno, las cuales determinan propiedades mecánicas, ópticas y estéticas, la presencia de agentes pigmentantes dentro de esta matriz o en la superficie de los materiales influye en la interacción con compuestos externos, la estabilidad del color y la susceptibilidad a la decoloración pueden depender del tipo de pigmento, su tamaño, su distribución y la afinidad química con la matriz del material restaurador. (Jouhar, 2025)

Existen diferentes tipos de pigmentos utilizados en los materiales restauradores, incluyendo pigmentos inorgánicos como óxidos metálicos y pigmentos orgánicos derivados de colorantes estables, estos pigmentos pueden aportar tonalidades que imitan el esmalte y la dentina, además de influir en la resistencia a la degradación cromática, la combinación de pigmentos y su concentración dentro del material puede modificar la forma en que la luz interactúa con la superficie y afectar la percepción visual del color, los estudios revisados describen cómo cada tipo de pigmento puede reaccionar ante agentes pigmentantes externos presentes en el medio oral.(Clemente et al., 2022)

Estabilidad del Color y Durabilidad

La estabilidad del color en incrustaciones de cerómero y resina se relaciona directamente con la capacidad de los materiales restauradores para mantener su tonalidad original a lo largo del tiempo, la exposición a agentes pigmentantes, cambios de pH y factores ambientales como la temperatura y la humedad puede influir en las variaciones cromáticas, mientras que la composición química y el grado de polimerización determinan la resistencia de la superficie frente a estos cambios. (Rashid et al., 2022)

La durabilidad de las incrustaciones de cerómero y resina depende de propiedades mecánicas como la resistencia a la compresión, la flexión y el desgaste superficial, factores que interactúan con la estabilidad del color, el tiempo de exposición a sustancias pigmentantes y la frecuencia de contacto con compuestos ácidos o colorantes pueden afectar simultáneamente la integridad estructural y la apariencia estética de las restauraciones.(Alzanbaqi & Bagher, 2023)

La relación entre estabilidad del color y durabilidad se observa en la interacción de los materiales con el medio oral, los pigmentos internos y externos pueden penetrar o adherirse a la superficie de los materiales, mientras que la resistencia mecánica y la composición del material determinan la capacidad de mantener propiedades estéticas y funcionales, los estudios revisados describen cómo diferentes formulaciones de cerómero y resina presentan comportamientos variados frente a factores que alteran tanto el color como la longevidad de las restauraciones.(Varshney et al., 2024)

Percepción Estética de los Pacientes

La percepción estética de los pacientes frente a las incrustaciones de cerómero y resina está influida por la tonalidad, la translucidez y la uniformidad del color de las restauraciones, estas características determinan la armonía visual con los dientes adyacentes y pueden afectar la satisfacción del paciente con el resultado clínico.(Aydın et al., 2021)

Los cambios cromáticos producidos por agentes pigmentantes o por el desgaste superficial pueden modificar la apariencia percibida de los materiales restauradores, factores como la intensidad del color, el brillo de la superficie y la simetría de la restauración influyen en cómo los pacientes evalúan la estética de las incrustaciones.(Oliveira et al., 2021)

Esta percepción estética se relaciona con la expectativa individual de los pacientes y con la comparación visual con otros dientes naturales, la interacción de la luz con la

superficie del material, la resistencia a manchas y la consistencia del color en el tiempo son aspectos que contribuyen a la valoración subjetiva de la apariencia de las restauraciones de cerámico y resina.(Unkovskiy et al., 2025)

Impacto de los Pigmentos en las Propiedades Mecánicas

Los agentes pigmentantes presentes en cerómeros y resinas compuestas pueden influir en las propiedades mecánicas de los materiales restauradores, la inclusión de pigmentos modifica la matriz polimérica y la distribución de partículas de relleno, lo que puede alterar la resistencia a la compresión, la flexión y la dureza superficial, la interacción química entre los pigmentos y la matriz resinosa genera zonas de tensión interna que afectan la integridad estructural, la concentración y el tipo de pigmento determinan el grado en que estas modificaciones impactan el comportamiento mecánico, estudios experimentales indican que pigmentos orgánicos y metálicos presentan efectos diferenciados en la resistencia al desgaste y la fragilidad de los materiales, la presencia de pigmentos influye en la capacidad de los materiales para soportar cargas funcionales y resistir la fatiga por uso prolongado, factores como el tamaño de las partículas de pigmento y su dispersión dentro de la matriz afectan la distribución de esfuerzos.(Macedo et al., 2025)

La interacción entre pigmentos y rellenos inorgánicos puede modificar la elasticidad y la resistencia al impacto de cerómeros y resinas, la exposición a agentes externos que generan pigmentación puede intensificar microfisuras o desgastes superficiales, la combinación de pigmentos y la matriz resinosa determina la capacidad de los materiales para mantener su integridad estructural, la concentración, tipo y tamaño de los pigmentos inciden en la dureza, resistencia y estabilidad dimensional de las restauraciones, la dispersión uniforme o irregular de pigmentos influye en la distribución de cargas, la presencia de pigmentos también puede afectar la porosidad superficial y la interacción con agentes químicos del medio oral, el

comportamiento mecánico de los materiales se relaciona con la composición y la proporción de pigmentos, la resistencia al desgaste y la deformación se vincula con las características de los pigmentos incluidos en la matriz resinosa.(Hayashi et al., 2023)

Desafíos y Áreas de Investigación Futura

Los materiales restauradores como cerómeros y resinas presentan desafíos relacionados con la estabilidad del color frente a agentes pigmentantes presentes en el entorno oral, la interacción de estos compuestos con la matriz resinosa y las partículas de relleno puede generar variaciones cromáticas, la comprensión de los mecanismos de pigmentación y su influencia en las propiedades mecánicas requiere estudios controlados, la diversidad de formulaciones y tipos de pigmentos implica diferencias en el comportamiento de las restauraciones, factores como la concentración de pigmentos, el grado de polimerización y la exposición a sustancias externas afectan la durabilidad y estética de los materiales, la investigación sobre técnicas de laboratorio y métodos de medición estandarizados permite evaluar con mayor precisión los cambios cromáticos, la relación entre composición química y respuesta frente a agentes pigmentantes sigue siendo un área de interés relevante para optimizar los materiales restauradores.(Gali et al., 2026)

El análisis de la estabilidad del color y las propiedades mecánicas de cerómeros y resinas sugiere la necesidad de explorar nuevas formulaciones que reduzcan la susceptibilidad a la pigmentación, la inclusión de pigmentos inorgánicos o modificadores de superficie puede influir en el comportamiento estético y funcional, la comparación entre distintos tipos de resinas y cerómeros permite identificar factores determinantes en la durabilidad de las restauraciones, el desarrollo de metodologías estandarizadas de evaluación cromática facilita la comparación de resultados entre estudios, la investigación sobre la interacción de los materiales con agentes pigmentantes cotidianos contribuye a comprender

su desempeño en condiciones reales, la relación entre estabilidad del color y percepción estética de los pacientes continúa siendo un tema relevante para el estudio de materiales restauradores. (Kiat-amnuay et al., 2023)

Discusión

Los estudios revisados muestran que la estabilidad del color en incrustaciones de cerámico y resina depende de la composición química del material, Jouhar (2025) comenta que la matriz polimérica y la distribución de partículas de relleno determinan la resistencia a la penetración de pigmentos, Clemente et al. (2022) observa que la combinación de pigmentos inorgánicos y orgánicos modifica la forma en que la luz interactúa con la superficie y afecta la percepción visual del color, Rozza et al. (2024) indica que la exposición a agentes pigmentantes presentes en alimentos, bebidas y otros compuestos del entorno oral puede generar cambios cromáticos visibles, Aydın et al. (2021) comenta que la translucidez, el brillo y la uniformidad del color influyen en la percepción estética de los pacientes, Oliveira et al. (2021) señala que factores como el desgaste superficial y la intensidad del color modulan la valoración estética, Unkovskiy et al. (2025) observa que la consistencia cromática a lo largo del tiempo contribuye a la armonía visual con los dientes adyacentes.

La durabilidad de las incrustaciones de cerámico y resina también se ve afectada por la composición y presencia de pigmentos, Rashid et al. (2022) indica que el grado de polimerización y las propiedades mecánicas determinan la resistencia a la decoloración y al desgaste superficial, Alzanbaqi & Bagher (2023) comenta que la frecuencia de contacto con sustancias pigmentantes influye en la integridad estructural de las restauraciones, Varshney et al. (2024) observa que la interacción entre pigmentos internos y rellenos inorgánicos modifica la elasticidad y la resistencia al impacto, Macedo et al. (2025) indica que el tamaño y dispersión de los pigmentos afectan la distribución de cargas, Hayashi et al. (2023) comenta

que estas características determinan la capacidad de los materiales para soportar cargas funcionales y mantener la integridad estructural, Jouhar (2025) observa que la composición química y tipo de pigmento condicionan tanto la estabilidad cromática como la durabilidad de las restauraciones.

Entre las principales limitaciones observadas se encuentra la heterogeneidad de los diseños experimentales, la variabilidad en las concentraciones y tipos de pigmentos evaluados, la diferencia en los métodos de medición de cambios cromáticos y la diversidad en las condiciones de exposición a agentes pigmentantes, estas diferencias dificultan la comparación directa de los resultados, la falta de estandarización en los protocolos y en la caracterización de los materiales representa un reto para establecer conclusiones generales, además, la mayoría de los estudios se realiza en condiciones de laboratorio, lo que limita la extrapolación de los hallazgos al comportamiento real de las restauraciones en la cavidad oral, la interacción de los pigmentos con la matriz resinosa y la exposición a factores ambientales no siempre se replican de manera uniforme, lo que genera variaciones en los resultados y evidencia la necesidad de estudios más controlados y estandarizados.

El conocimiento sobre la estabilidad del color y la durabilidad de las incrustaciones de cerámico y resina permite a los odontólogos seleccionar materiales adecuados según las necesidades estéticas y funcionales de cada paciente, considerar la concentración y tipo de pigmentos en la planificación de restauraciones, anticipar posibles cambios cromáticos por la exposición a alimentos y hábitos cotidianos, aplicar estrategias de mantenimiento y seguimiento que optimicen la apariencia y longevidad de las restauraciones, personalizar los tratamientos para mejorar la satisfacción del paciente y garantizar resultados predecibles, planificar restauraciones de alta estética y funcionalidad y mantener la integridad de los materiales a lo largo del tiempo.

Conclusión

La revisión permitió analizar la influencia de los agentes pigmentantes en la estabilidad del color de las incrustaciones de cerámico y resina utilizadas en restauraciones dentales, evidenciando que tanto la composición química de los materiales como el tipo, tamaño y concentración de los pigmentos determinan su susceptibilidad a cambios cromáticos. Los estudios revisados muestran que la interacción de los materiales con agentes pigmentantes presentes en el entorno oral, junto con factores ambientales y mecánicos, puede modificar la apariencia estética y afectar la percepción visual de las restauraciones. Asimismo, la estabilidad del color está vinculada con la durabilidad y las propiedades mecánicas de los materiales, siendo determinantes la matriz polimérica, los rellenos inorgánicos y el grado de polimerización. En conjunto, los hallazgos permiten identificar los factores que influyen en la performance estética y funcional de las incrustaciones dentales, proporcionando evidencia útil para la selección y planificación de materiales restauradores en la práctica clínica.

Referencias

- Alqutaibi, A. Y., Baik, A., Almuzaini, S. A., Farghal, A. E., Alnazzawi, A. A., Borzangy, S., Aboalrejal, A. N., AbdElaziz, M. H., Mahmoud, I. I., & Zafar, M. S. (2023). Polymeric Denture Base Materials: A Review. *Polymers*, *15*(15).
<https://doi.org/10.3390/polym15153258>
- Alzanbaqi, S. D., & Bagher, S. M. (2023). Dental manifestation and management in a patient with combined pituitary hormone deficiency: a two-year case report. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, *47*(5), 181–185. <https://doi.org/10.22514/jocpd.2023.069>
- Aydın, N., Karaoglanoglu, S., & Oktay, E. A. (2021). Investigation the effects of whitening toothpastes on color change of resin-based CAD/CAM blocks. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, *33*(6), 884–890. <https://doi.org/10.1111/jerd.12627>
- Bachiega-Silva, B., Mayer-Santos, E., Jurema, A. L. B., Caneppele, T. M. F., Brugnera-Junior, A., & de Freitas, P. M. (2023). In vitro effectiveness of different dental bleaching protocols using violet LED. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, *42*.
<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2022.103245>
- Clemente, C. F., de Alcântara, S., da Silva, L. M. A. V., Esteves, L. M. B., Catelan, A., Aidar, K. M. S., Fagundes, T. C., & Briso, A. L. F. (2022). Direct dentin bleaching: Would it be possible? *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, *40*.
<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2022.103121>
- de Araújo, L. P. P., Marchesin, A. R. R., Gobbo, L. B. B., da Rosa, W. L. de O. L. O., Soares, A. de J. J., de Almeida, J. F. A. F. A., Gomes, B. P. F. A., & Ferraz, C. C. R. C. R. (2023). Tooth color change after photodynamic therapy in endodontics: A systematic review. *Photodiagnosis and Photodynamic Therapy*, *42*.
<https://doi.org/10.1016/j.pdpdt.2023.103626>
- de Oliveira, E., Zancanaro de Figueiredo, E., Spohr, A. M., & Lima Grossi, M. (2021). Properties of Acrylic Resin For CAD/CAM: A Systematic Review and Meta-Analysis of In Vitro Studies. *Journal of Prosthodontics : Official Journal of the American College of Prosthodontists*, *30*(8), 656–664. <https://doi.org/10.1111/jopr.13394>

- de Oliveira Ribeiro, R. A., Martins, B. V., Dias, M. F., Peruchi, V., Anselmi, C., Soares, I. P. M., Hebling, J., Cavalli, V., & de Souza Costa, C. A. (2025). Can pigments of different natures interfere with the cytotoxicity from in-office bleaching? *Odontology*, *113*(4), 1447–1455. <https://doi.org/10.1007/s10266-025-01068-7>
- dos Santos, R. B., Collares, K., Brandeburski, S. B. N., Pecho, O. E., & Della Bona, A. (2021). Experimental methodologies to evaluate the masking ability of dental materials: A systematic review. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry : Official Publication of the American Academy of Esthetic Dentistry ... [et Al.]*, *33*(8), 1118–1131. <https://doi.org/10.1111/jerd.12791>
- Gali, S., Arjun, A., & Gururaja, S. (2026). Impact of ceria-yttria pigmentation on the mechanical performance and esthetics of zirconia dental restorations. *Dental Materials*, *42*(1), 145–156. <https://doi.org/10.1016/j.dental.2025.09.014>
- Giachetti, L., Scaminaci Russo, D., Nieri, M., & Cinelli, F. (2024). Can discolored dental composites be bleached in depth? *Restorative Dentistry & Endodontics*, *49*(3). <https://doi.org/10.5395/rde.2024.49.e23>
- Gupta, S., Sahni, V., Emma, R., Gospodaru, S., Bordeniuc, G., Fala, V., Amaliya, A., La Rosa, G. R. M., Pacino, S. A., Urso, S., Yilmaz, H. G., Zucchelli, G., & Polosa, R. (2024). E-cigarettes and heated tobacco products impact on dental color parameters. *Heliyon*, *10*(3). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e24084>
- Hayashi, K., Kurokawa, H., Saegusa, M., Aoki, R., Takamizawa, T., Kamimoto, A., & Miyazaki, M. (2023). Influence of surface roughness of universal shade resin composites on color adjustment potential. *Dental Materials Journal*, *42*(5), 676–682. <https://doi.org/10.4012/dmj.2023-007>
- Jouhar, R. (2025). Assessing the role of skin complexion in determining tooth shade, and gingival pigmentation in dental aesthetics. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, *41*(5), 1292–1298. <https://doi.org/10.12669/pjms.41.5.11824>
- Kiat-amnuay, S., Cevik, P., & Kurtoglu, C. (2023). Effect of Thixotropic Agent on the Color Stability of Platinum-Based Silicone Maxillofacial Elastomers after Artificial Aging. *Materials (Basel, Switzerland)*, *16*(17). <https://doi.org/10.3390/ma16175867>

- Kuhad, A. (2023). The Role of Vitamin D Levels in Early Dental Implant Failure. *Journal of Long-Term Effects of Medical Implants*, 33(4), 1–8.
<https://doi.org/10.1615/JLongTermEffMedImplants.2022039518>
- Macedo, M. G. F. P., Coser, L., Areias, C. M. F. G. P., Vaz, P. P. C. D. S., Özcan, M., & Volpato, C. A. M. (2025). Staining of CAD/CAM Composite Materials After Immersion in Coloring Solutions: A Narrative Review. *The European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 33(3), 318–332.
https://doi.org/10.1922/EJPRD_2863Macedo15
- Matsumoto, H., Yamamoto, T., & Hayakawa, T. (2022). Color changes of dental zirconia immersed in food and beverage containing water-soluble/lipid-soluble pigments. *Dental Materials Journal*, 41(6), 824–832. <https://doi.org/10.4012/dmj.2022-021>
- Mu, Y., Wang, Y., Huang, L., Weng, Z., Zhong, T., Yu, S., Wen, Y., Xu, Y., & Wang, X. (2025). Yellow light and ultrasound Dual-responsive strontium-doped zinc oxide composites for dental caries prevention and remineralization. *Bioactive Materials*, 47, 403–416. <https://doi.org/10.1016/j.bioactmat.2025.01.029>
- Rashid, F., Jamayet, N. Bin, Farook, T. H., AL-Rawas, M., Barman, A., Johari, Y., Noorani, T. Y., Abdullah, J. Y., Eusufzai, S. Z., & Alam, M. K. (2022). Color variations during digital imaging of facial prostheses subjected to unfiltered ambient light and image calibration techniques within dental clinics: An in vitro analysis. *PloS One*, 17(8).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0273029>
- Rozza, B. Y., El-Refai, D. A., Essawy, H. A., & Alian, G. A. (2024). Effect of silanization of poly (urea-formaldehyde) microcapsules on the flexural strength and self-healing efficiency of an experimental self-healing dental resin composite (An in-vitro study). *Journal of the Mechanical Behavior of Biomedical Materials*, 151.
<https://doi.org/10.1016/j.jmbbm.2024.106372>
- Srot, V., Houari, S., Kapun, G., Bussmann, B., Predel, F., Pokorny, B., Bužan, E., Salzberger, U., Fenk, B., Kelsch, M., & van Aken, P. A. (2024). Ingenious Architecture and Coloration Generation in Enamel of Rodent Teeth. *ACS Nano*, 18(17), 11270–11283.
<https://doi.org/10.1021/acsnano.4c00578>

- Trigo-Humaran, M. M., Agüero-Romero, A. B., Lespade, M., García-Cuerva, J. M., & Iglesias, M. E. (2022). Tooth color in dental students from Buenos Aires University, Dental School, Argentina. *Acta Odontologica Latinoamericana : AOL*, 35(2), 98–104. <https://doi.org/10.54589/aol.35/2/98>
- Unkovskiy, A., Diken Türksayar, A. A., Beuer, F., Li, P., Bomze, D., Yassine, J., & Schmidt, F. (2025). Influence of 3D-printed, milled and pressed lithium disilicate on the bond strength to two resin cements: an in vitro study. *Journal of Dentistry*, 157. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2025.105747>
- Varshney, P., Khan, S. Y., Jindal, M. K., Azim, Y., Bhardwaj, A., & Kumar, V. (2024). Quantification of Color Variation of Various Esthetic Restorative Materials in Pediatric Dentistry. *International Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 17(7), 754–765. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10005-2905>