

Estabilidad del color de la resina compuesta precalentada como agente cementante en restauraciones cerámicas indirectas: Revisión sistemática

Color stability of preheated composite resin as a cementing agent in indirect ceramic restorations: Systematic review.

Jeanyna Vanessa Jaramillo Romero¹[0009-0008-3163-6550], Bolívar Andrés Delgado Gaete²[0000-0001-5586-2829]

^{1,2} Universidad Estatal de Cuenca, Cuenca, Ecuador

¹ jeanyna.jaramillo.01@est.ucacue.edu.ec; ² bolivar.delgado@ucacue.edu.ec

CITA EN APA:

Jaramillo Romero, J. V., & Delgado Gaete, B. A. (2025). Estabilidad del color de la resina compuesta precalentada como agente cementante en restauraciones cerámicas indirectas: Revisión sistemática. *Tesla Revista Científica*, 5(1), e465. <https://doi.org/10.55204/trc.v5i1.e465>

Recibido: 2023-01-05

Revisado: 2024-01-12 al 2025-01-30

Corregido: 2025-02-05

Aceptado: 2025-02-12

Publicado: 2025-02-20

TESLA

Revista Científica

ISSN: 2796-9320



Los contenidos de este artículo están bajo una licencia de Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0)

Los autores conservan los derechos morales y patrimoniales de sus obras. The contents of this article are under a Creative Commons Attribution 4.0 International (CC BY 4.0) license. The authors retain the moral and patrimonial rights of their works.

Resumen.

Introducción: La cementación adhesiva en restauraciones cerámicas indirectas constituye un paso crítico que influye directamente en el resultado estético y la longevidad del tratamiento restaurador.

Objetivo: Esta revisión sistemática evaluó la evidencia científica disponible sobre la estabilidad del color de las resinas compuestas precalentadas cuando se utilizan como agente cementante en restauraciones cerámicas indirectas.

Métodos: Se realizó una búsqueda sistemática en las bases de datos PubMed y Scopus, identificándose inicialmente 582 artículos. Tras aplicar los criterios de inclusión y exclusión, se seleccionaron 18 estudios para el análisis final.

Resultados: Los hallazgos sugieren que las resinas precalentadas presentan estabilidad cromática comparable a los cementos resinosos tradicionales, con valores ΔE dentro del rango clínicamente aceptable en la mayoría de los estudios analizados. Sin embargo, la heterogeneidad metodológica limita la extrapolación de los resultados a la práctica clínica. Factores como el espesor cerámico, la opacidad del material y el protocolo de precalentamiento influyen significativamente en la estabilidad del color.

Conclusiones: Las restauraciones con espesores mayores a 1.5mm y el uso de cementos translúcidos mostraron los mejores resultados en términos de estabilidad cromática. Las principales limitaciones identificadas incluyen la heterogeneidad metodológica entre estudios y el enfoque exclusivo en investigaciones in vitro. Se requieren ensayos clínicos controlados a largo plazo para validar estos hallazgos en condiciones clínicas reales.

Palabras Clave: estabilidad del color, resina compuesta precalentada, cemento resinoso, restauraciones cerámicas indirectas, cambio cromático, agentes cementantes, espectrofotometría dental

Abstract:

Introduction: Adhesive cementation in indirect ceramic restorations is a critical step that directly influences the aesthetic outcome and longevity of the restorative treatment.

Objective: This systematic review evaluated the available scientific evidence on the color stability of preheated composite resins when used as a luting agent in indirect ceramic restorations.

Methods: A systematic search was conducted in the PubMed and Scopus databases, initially identifying 582 articles. After applying inclusion and exclusion criteria, 18 studies were selected for final analysis.

Results: Findings suggest that preheated resins exhibit color stability comparable to traditional resin cements, with ΔE values within the clinically acceptable range in most analyzed studies. However, methodological heterogeneity limits the extrapolation of results to clinical practice. Factors such as ceramic thickness, material opacity, and preheating protocol significantly influence color stability.

Conclusions: Restorations with thicknesses greater than 1.5 mm and the use of translucent cements showed the best results in terms of color stability. The main identified limitations include methodological heterogeneity among studies and the exclusive focus on in vitro research. Long-term controlled clinical trials are needed to validate these findings in real clinical conditions.

Keywords: color stability, preheated composite resin, resin cement, indirect ceramic restorations, color change, luting agents, dental spectrophotometry

1. INTRODUCCIÓN

Las resinas compuestas, ampliamente utilizadas en la odontología restauradora, constituyen uno de los materiales más versátiles del campo, compuestas fundamentalmente por una matriz orgánica, un relleno inorgánico y un agente de unión. En las últimas décadas, su aplicación como agentes cementantes ha experimentado un crecimiento significativo, fundamentado en las ventajas sustanciales que ofrecen sobre los cementos resinosos convencionales. Entre estas ventajas destacan una manipulación clínica más predecible, una eliminación más eficiente de los excesos de material durante el procedimiento y la capacidad de lograr un sellado marginal más eficaz y duradero (Ahamed et al., 2023; Tomaselli et al., 2019). Una característica particularmente relevante es que la capa delgada que estas resinas generan durante la cementación no compromete el asentamiento de la restauración, lo que resulta en un ajuste marginal más preciso y predecible (Aiqahatani et al., 2012; Daokar et al., 2023). Esta propiedad es especialmente valiosa en restauraciones indirectas donde la precisión del ajuste es crucial para el éxito a largo plazo.

Los cementos de resina se han establecido como el estándar de oro para la cementación de restauraciones cerámicas, fundamentalmente debido a su excepcional combinación de propiedades estéticas y mecánicas. Su baja solubilidad en el entorno bucal y su capacidad de adhesión efectiva a los tejidos dentales los convierten en una opción altamente confiable. (Daokar et al., 2023; Tomaselli et al., 2019) Dentro de esta categoría, los cementos fotopolimerizables han ganado una preferencia significativa entre los profesionales debido a su superior estabilidad cromática y su tiempo de trabajo extendido, características que los distinguen de los cementos de resina activados químicamente o de curado dual. (Daokar et al., 2023) Sin embargo, es importante considerar que estos materiales fotopolimerizables pueden presentar variaciones en su eficiencia de polimerización cuando las restauraciones cerámicas son muy gruesas o altamente opacas, debido a que estas características pueden atenuar significativamente la irradiancia de la luz, factor crítico para alcanzar propiedades mecánicas óptimas.

El precalentamiento en este tipo de materiales incorpora una innovación significativa en la práctica clínica, habiendo demostrado mejoras sustanciales en las propiedades mecánicas y la manipulación del material. Esta técnica no solo reduce la viscosidad durante la aplicación, facilitando la adaptación del material, sino que también incrementa significativamente el grado de conversión de los monómeros. (Tomaselli et al., 2019) Este aumento en el grado de conversión resulta en una mejora notable de las propiedades físicas y mecánicas del material, incluyendo una mayor resistencia al desgaste y una mejor estabilidad dimensional. Investigaciones recientes han evidenciado que el precalentamiento también contribuye a reducir significativamente los cambios de color cuando los materiales se exponen a agentes cromógenos comunes como el té y el café. (Archeegas et al., 2011) Este hallazgo tiene implicaciones importantes para la longevidad estética de las restauraciones, especialmente en pacientes con hábitos dietéticos que incluyen el consumo frecuente de bebidas pigmentantes.

La determinación precisa del color en odontología representa un desafío técnico que ha evolucionado significativamente con el desarrollo de tecnologías especializadas. Los espectrofotómetros y colorímetros

se han convertido en herramientas fundamentales para esta evaluación, aunque cada uno presenta características distintivas. Los espectrofotómetros, considerados el estándar de oro en la medición del color, destacan por su capacidad para medir un amplio espectro de longitudes de onda de la luz, proporcionando resultados en la escala CIE Lab*, un sistema internacionalmente reconocido para la cuantificación del color. (Uctasli et al., 2023) En este sistema, valores ΔE superiores a 3.3 son considerados perceptibles para el ojo humano y, por tanto, clínicamente inaceptables. Las metodologías de evaluación han incorporado estudios de envejecimiento acelerado y períodos de inmersión en diferentes sustancias, aunque existe una necesidad apremiante de estudios longitudinales más extensos que simulen de manera más precisa las condiciones clínicas reales (Arhegas et al., 2011). Las implicaciones para la práctica clínica diaria sugieren que el éxito estético depende crucialmente de varios factores controlables por el profesional. En restauraciones cerámicas delgadas (menores a 1.5mm), se recomienda preferentemente el uso de cementos translúcidos, ya que estos han demostrado menor influencia en el color final de la restauración. Sin embargo, cuando se enfrentan casos con sustratos dentales oscuros, los cementos opacos pueden ser beneficiosos, siempre considerando que su efectividad está directamente relacionada con el espesor de la restauración cerámica.

La estabilidad cromática de las restauraciones se ve influenciada por una compleja interacción de factores tanto intrínsecos como extrínsecos. Los factores externos más significativos incluyen la exposición a bebidas con alto potencial de tinción, el hábito tabáquico y las prácticas de higiene oral del paciente. (Uctasli et al., 2023) Desde una perspectiva técnica, el espesor del material cerámico, las características del cemento utilizado y la naturaleza de la estructura dental subyacente juegan roles cruciales en la apariencia final de la restauración. Las investigaciones han demostrado que los cementos de curado dual tienden a mostrar una menor estabilidad cromática en comparación con los sistemas de fotocurado, principalmente debido a la oxidación de sus componentes químicos activadores, lo que puede resultar en un amarillamiento progresivo del material. Este fenómeno es particularmente relevante en restauraciones anteriores donde los cambios cromáticos son más evidentes y pueden comprometer el resultado estético. (Daokar et al., 2023)

Las implicaciones clínicas de la inestabilidad cromática en las restauraciones adhesivas son significativas y multifacéticas. La decoloración de las resinas compuestas, especialmente visible en los márgenes de las restauraciones, constituye una de las principales causas de reemplazo de restauraciones estéticas, lo que implica un impacto tanto económico como en el tiempo clínico invertido. (Uctasli et al., 2023) La investigación futura debe enfocarse en varios aspectos críticos, incluyendo la evaluación a largo plazo de diferentes protocolos de precalentamiento y su influencia en las propiedades mecánicas y estéticas de los materiales. Es particularmente importante la necesidad de desarrollar estudios comparativos más extensos entre cementos resinosos convencionales y composites precalentados, evaluando su comportamiento clínico longitudinal. (Faris et al., 2023) Además, se requiere una mejor comprensión de los mecanismos subyacentes que influyen en la estabilidad cromática para desarrollar materiales más resistentes a la decoloración.

Esta revisión bibliográfica se propone realizar un análisis exhaustivo de la evidencia científica disponible sobre la estabilidad del color en resinas precalentadas utilizadas como agentes cementantes en restauraciones indirectas. El objetivo fundamental es establecer una comparación sistemática con los cementos resinosos tradicionales, evaluando aspectos críticos como la estabilidad cromática a largo plazo, la influencia de diferentes protocolos de precalentamiento y el comportamiento clínico en diversas condiciones. La finalidad última es proporcionar a los profesionales clínicos información basada en evidencia que facilite la toma de decisiones informadas en la selección de materiales y técnicas, contribuyendo así a la optimización de los resultados estéticos y funcionales en los tratamientos restauradores. Esta investigación adquiere especial relevancia en el contexto actual de la odontología, donde la demanda de tratamientos estéticos predecibles y duraderos continúa en aumento.

2. METODOLOGÍA O MATERIALES Y METODOS

En esta revisión, la formulación de la pregunta de investigación se estructuró utilizando el marco PICO, una herramienta ampliamente utilizada en la investigación clínica que facilita la organización y clarificación de los elementos clave en una pregunta de investigación. El modelo PICO se compone de cuatro componentes fundamentales: P (Población), I (Intervención), C (Comparación) y O (Resultado). A partir de esto se determinó:

Población (P):

- Restauraciones cerámicas indirectas
- Enfoque en restauraciones del sector anterior
- Casos que requieren alta demanda estética
- Restauraciones que precisan cementación adhesiva

Intervención (I):

- Uso de composites precalentados como agentes cementantes
- Protocolos de precalentamiento específicos
- Técnicas de cementación con resinas compuestas precalentadas
- Sistemas de calentamiento de resinas compuestas

Comparación (C):

- Cementos resinosos convencionales
- Cementos de fotocurado
- Cementos de curado dual
- Sistemas tradicionales de cementación adhesiva

Resultados (O):

- Estabilidad del color medida mediante espectrofotometría
- Valores de ΔE según sistema CIE Lab*
- Evaluación de cambios cromáticos a lo largo del tiempo
- Durabilidad estética de las restauraciones

Por lo tanto, la pregunta de investigación formulada a partir de estos componentes del marco PICO fue: ¿Los composites de resinas precalentados, utilizados como agentes de fijación, alteran la estabilidad del color de las restauraciones indirectas? Esta pregunta buscó determinar si el uso de composites precalentados

tiene un efecto significativo en la estabilidad del color de las restauraciones cerámicas indirectas en comparación con el uso de cementos resinosos tradicionales.

Estrategia de búsqueda y proceso de selección

La estrategia de búsqueda de la literatura se llevó a cabo en dos de las bases de datos más relevantes para la investigación en odontología: PubMed y Scopus. Estas bases de datos fueron seleccionadas por su amplitud y cobertura de la literatura científica, así como por su robustez en cuanto a la calidad y relevancia de los artículos indexados. PubMed es reconocida por su enfoque en la salud y la biomedicina, mientras que Scopus ofrece una base de datos multidisciplinaria que abarca tanto revistas científicas como congresos, lo que permite una visión más amplia de los avances en la materia. Además, ambas bases de datos permiten realizar búsquedas altamente especializadas y actualizadas en el campo odontológico. En cuanto a los términos de búsqueda, se utilizaron palabras clave como "resina compuesta precalentada", "cementos resinosos", "estabilidad del color" y "restauraciones indirectas", combinadas con operadores booleanos (AND, OR, NOT) para optimizar los resultados y asegurar la mayor precisión en la selección de los artículos relevantes.

Criterios de Selección

Criterios de Inclusión:

- Estudios in vitro publicados entre 2015-2023
- Investigaciones que evalúen específicamente la estabilidad del color
- Estudios que reporten valores de ΔE
- Investigaciones que comparen al menos un tipo de resina precalentada vs cemento resinoso convencional
- Estudios con metodología claramente descrita
- Artículos en inglés o español

Criterios de Exclusión:

- Estudios que evalúen únicamente propiedades mecánicas
- Investigaciones sin grupo control
- Reportes de caso o series de casos
- Estudios piloto
- Artículos sin acceso al texto completo
- Estudios que no especifiquen el protocolo de precalentamiento

Se incluyeron en la revisión estudios que compararan al menos un tipo de resina compuesta precalentada como agente de cementación frente a cementos resinosos convencionales, siempre que se evaluara explícitamente la estabilidad del color del agente cementante.

Para la selección de estudios, se siguió un proceso sistemático. En primer lugar, se realizaron revisiones de los títulos de los artículos identificados en las búsquedas, descartando aquellos que claramente no cumplían con los criterios de inclusión. A continuación, se evaluaron los resúmenes de los estudios seleccionados. Si un resumen no proporcionaba suficiente información para determinar la elegibilidad del estudio, se procedió a revisar el texto completo del artículo. Solo los estudios que cumplían de manera integral con los criterios de inclusión fueron seleccionados para la extracción de datos.

Para garantizar la calidad y la relevancia de los estudios incluidos en la revisión, se emplearon criterios de evaluación rigurosos. La calidad metodológica de los estudios seleccionados fue evaluada en base a su diseño experimental, la claridad en la presentación de los resultados, y la validez de los métodos de medición de la estabilidad del color. Se priorizaron aquellos estudios que emplearon técnicas avanzadas y validadas para la medición del color, como espectrofotometría y la escala CIE Lab*, que son los métodos más precisos y comunes en odontología estética.

Además, se consideró el tamaño muestral de los estudios incluidos, ya que un tamaño adecuado es esencial para asegurar la fiabilidad y la capacidad de generalización de los resultados. En los estudios seleccionados, se evaluó la justificación del tamaño muestral y la potencia estadística, prestando especial atención a aquellos que emplearon un número suficiente de muestras para alcanzar resultados significativos. Aquellos estudios con un tamaño muestral pequeño o sin una justificación adecuada fueron excluidos, ya que podrían presentar limitaciones en cuanto a la validez externa de los resultados.

Los estudios que cumplieron con los criterios de inclusión fueron sometidos a un proceso de extracción de datos detallado. Esta extracción incluyó la recopilación de información clave sobre el diseño del estudio, los métodos utilizados para evaluar la estabilidad del color, los tipos de materiales comparados (composites precalentados frente a cementos resinosos), los resultados obtenidos en relación con la estabilidad del color, y cualquier otra variable relevante como la duración del seguimiento y las condiciones experimentales. Estos datos se organizaron de manera sistemática para su posterior análisis y síntesis, con el objetivo de proporcionar una visión clara y coherente de la evidencia disponible sobre la estabilidad del color en restauraciones indirectas cementadas. Además, se realizaron búsquedas manuales en las referencias de todos los artículos elegibles para identificar estudios adicionales relevantes (Tabla 1).

Resolución de Discrepancias y Proceso de Selección

Las discrepancias más comunes se relacionaron con la interpretación de los protocolos de precalentamiento y la validez de los métodos de medición del color, las cuales se resolvieron mediante discusión y análisis conjunto de los criterios metodológicos. El proceso de selección siguió las directrices PRISMA (Figura 1), iniciando con 582 artículos identificados (519 de PubMed y 63 de Scopus). Tras la eliminación de 315 duplicados, se evaluaron 267 registros, de los cuales 121 fueron excluidos por no cumplir con los criterios iniciales. De los 90 artículos evaluados para elegibilidad, 36 fueron excluidos por razones específicas, resultando en 18 estudios incluidos en la revisión final.

Recopilación de datos

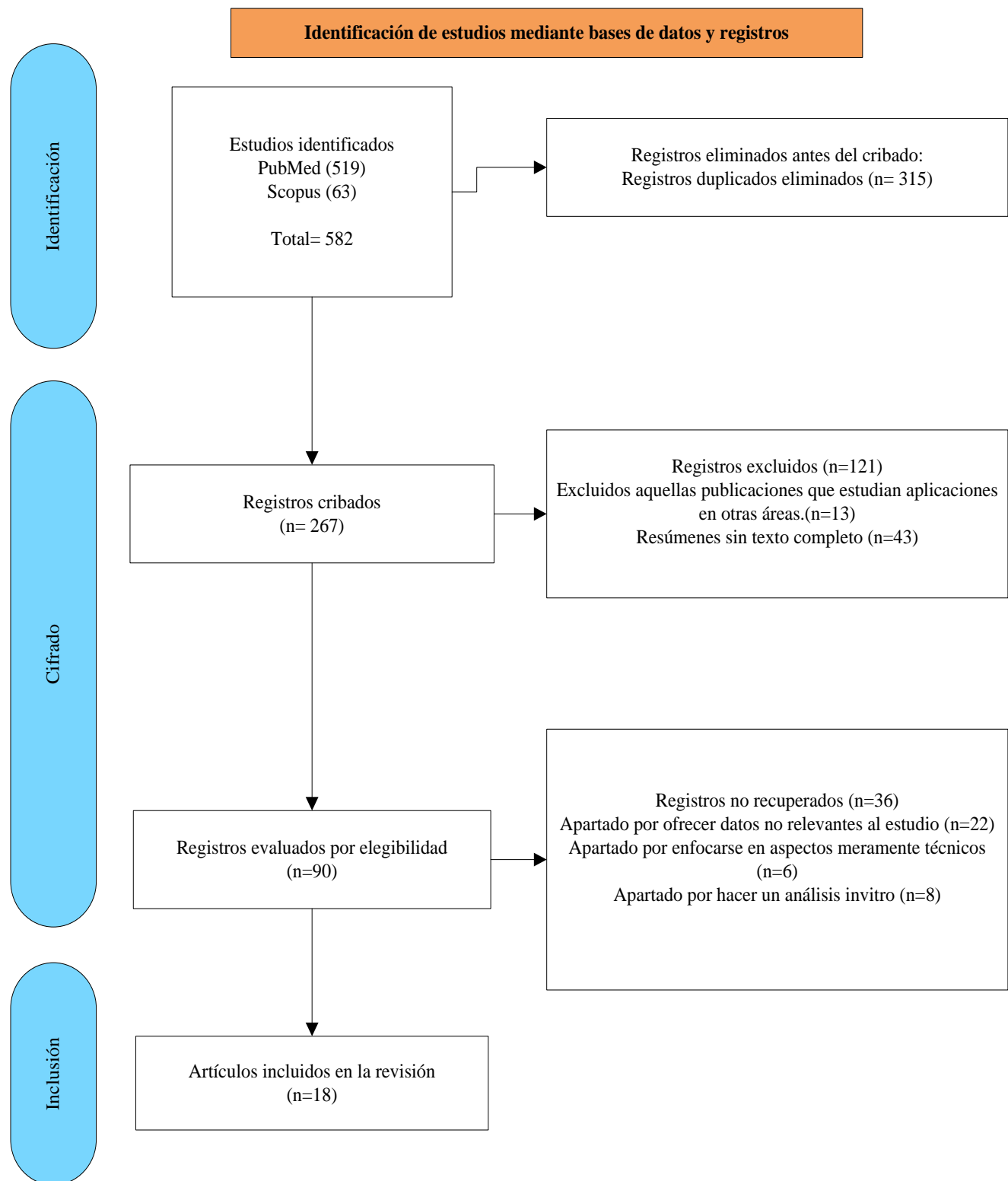
Los datos fueron extraídos y organizados en una tabla, agrupando los estudios de acuerdo con los siguientes criterios: año de publicación y autor, tipo de estudio, tamaño de la muestra, método utilizado para evaluar la estabilidad del color, resultados de ΔE (delta E), y conclusiones principales (Tabla 3).

Tabla 1. Estrategia de búsqueda detallada

Base de Datos	Términos MeSH y Palabras Clave	Filtros Aplicados
PubMed	"Dental Materials"[Mesh] "Composite Resins"[Mesh]	Años: 2015-2023 Idioma: Inglés, Español

	"Cementation"[Mesh] "Color"[Mesh] "Dental Cements"[Mesh]	Tipo de estudio: In vitro studies
Scopus	TITLE-ABS-KEY "preheated composite" "color stability" "dental cementation" "ceramic restoration"	Años: 2015-2023 Área: Odontología Tipo documento: Artículo, Revisión

Figura 1. Prisma 2020



La búsqueda se complementó con una revisión manual de las referencias bibliográficas de los artículos seleccionados para identificar estudios adicionales relevantes que pudieran haber sido omitidos en la búsqueda electrónica inicial.

Tabla 2. Ecuaciones de búsqueda en las bases de datos

PubMed/MEDLINE	
N°	Términos de Búsqueda
#1	"Dental Porcelain"[Mesh] OR Porcelain OR Porcelains, Dental OR Dental Porcelains OR Porcelain, Dental
#2	"Dental Cements"[Mesh] OR Cements, Dental OR Dental Cement OR Cement, Dental
#3	"Composite Resins"[Mesh] OR Composite Resin OR Resin, Composite OR Resins, Composite
#4	"Color"[Mesh] OR dental color stability OR composite resin color
#5	#1 AND #2 AND #3 AND #4
Scopus	
N°	Términos de Búsqueda
#1	TITLE-ABS-KEY(Dental Porcelain) OR TITLE-ABS-KEY(Porcelain) OR TITLE-ABS-KEY(Dental Porcelains) OR TITLE-ABS-KEY(Porcelain, Dental)
#2	TITLE-ABS-KEY(Dental Cements) OR TITLE-ABS-KEY(Cements, Dental) OR TITLE-ABS-KEY(Dental Cement) OR TITLE-ABS-KEY(Cement, Dental)
#3	TITLE-ABS-KEY(Composite Resins) OR TITLE-ABS-KEY(Composite Resin) OR TITLE-ABS-KEY(Resin, Composite) OR TITLE-ABS-KEY(Composite)
#4	TITLE-ABS-KEY(Color) OR TITLE-ABS-KEY(dental color stability) OR TITLE-ABS-KEY(composite resin color)
#5	#1 AND #2 AND #3 AND #4

Evaluación del riesgo de sesgo

Para evaluar la calidad y el riesgo de sesgo en los estudios incluidos en la revisión, se utilizó la herramienta QUIN (Quality In vitro Study) diseñada específicamente para estudios in vitro. Esta herramienta consta de 12 ítems clave, que abarcan aspectos fundamentales en el diseño y ejecución de los estudios, tales como: los objetivos del estudio, la descripción detallada del cálculo muestral, la técnica de muestreo utilizada, los detalles del grupo de comparación, la metodología aplicada, la descripción del operador, la aleatorización, el método de medición de resultados, el cegamiento, el análisis estadístico y la presentación de resultados. Cada uno de estos ítems se puntuó en una escala de 0 a 2, donde: 0 indica que el ítem no ha sido especificado, 1 sugiere que la especificación es insuficiente o ambigua, 2 indica que el ítem ha sido adecuadamente especificado (Fernández, 2014).

Una vez que cada ítem fue evaluado, las puntuaciones se suman para obtener una calificación global que reflejó la calidad del estudio. Basado en esta calificación, los estudios se clasificaron en tres categorías de riesgo de sesgo: alto, medio o bajo.

Fue fundamental que la evaluación del riesgo de sesgo esté estrechamente vinculada a la interpretación de los hallazgos de los estudios. Un estudio con alto riesgo de sesgo presentó resultados que no reflejan con precisión la realidad, lo que limita la validez de sus conclusiones. Si un estudio no especifica adecuadamente el método de medición del color o si no se utilizó un procedimiento de cegamiento adecuado durante la medición, los resultados pueden verse influenciados por el conocimiento o la expectativa del operador, lo que podría sesgar la medición de la estabilidad del color de las restauraciones. Esto podría

llevar a una sobreestimación o subestimación de la eficacia del material en cuanto a su capacidad para mantener el color a largo plazo.

En estudios con riesgo de sesgo medio, los resultados pueden ser válidos, pero con ciertas limitaciones. Si el cálculo muestral no fue detallado o el análisis estadístico no se especificó con suficiente claridad, esto podría generar incertidumbre acerca de la potencia del estudio o sobre si la muestra es representativa de la población objetivo. Aunque los hallazgos podrían ser útiles, su aplicabilidad general puede estar limitada, y su capacidad para hacer afirmaciones concluyentes sobre la estabilidad del color podría verse comprometida.

En los estudios con bajo riesgo de sesgo, se esperó que los resultados sean más fiables. Sin embargo, incluso en estos casos, siempre es importante considerar otros factores como la técnica de muestreo o el detalle de la presentación de los resultados, ya que cualquier omisión en estos aspectos puede afectar la replicabilidad y la generalización de los resultados a contextos clínicos reales. En estos casos, los estudios proporcionan evidencia más sólida sobre la efectividad de los composites precalentados en comparación con los cementos resinosos tradicionales, especialmente en términos de estabilidad del color de las restauraciones (Tabla 3).

Tabla 3. Evaluación del riesgo de sesgo

Estudio	Metas/ objetivos	Explicación detallada del cálculo del tamaño de la muestra	Explicación detallada de la técnica de muestreo	Detalles del grupo de comparación	Explicación detallada de la metodología	Detalles del operador	Aleatorización	Método de medición del resultado	Detalle del evaluador de resultados	Cegador	Análisis estadístico	Presentación de resultados	Total (100)/24	%	Riesgo de sesgo
2013 Sedanur Turgut	2	1	1	0	1	0	0	2	1	0	1	2	11	45,83 %	Alto
2011 Sedanur Turgut	2	1	1	0	2	0	1	2	0	0	1	2	12	50%	Medio
2016 Lais A. Pires	1	1	1	1	1	0	1	2	1	0	2	2	13	54,16 %	Medio
2016 Ana Paula Perroni	2	1	2	1	2	0	0	2	1	0	2	2	15	62,50 %	Medio
2011 Evren Kilinc	1	1	1	0	1	0	1	2	0	0	1	2	10	41,66 %	Alto
2008 L Karaagacioglu	1	1	2	1	1	0	0	2	1	0	1	2	12	50%	Medio
2020 Brenda Procopiak Gugelmin	1	1	1	0	2	0	1	2	1	0	1	2	12	50%	Medio
2016 Dogu Omur Dede	2	1	1	1	1	0	1	2	0	0	2	2	13	54,16 %	Medio
2016 Dogu Omur Dede	2	1	1	1	1	0	0	2	1	0	1	2	12	50%	medio

2013 Dogu Omur Dede	1	1	2	1	2	0	1	2	1	0	2	2	15	62,50 %	Medio
2015 Xiao-Dong Chen	1	1	1	1	2	0	1	2	0	0	1	2	12	50%	Medio
2011 Luci Regina Panka Arhegas	1	1	1	0	1	0	0	2	1	0	2	2	11	45,83 %	Alto
2012 Mohammed Q. Aiqhtani	2	1	1	1	1	0	1	2	1	0	1	2	13	54,16 %	Medio
2020 Bengisu Yildirim	2	1	2	1	1	0	1	2	1	0	2	2	15	62,50 %	Medio
2019 Michele Carrabba	1	1	2	1	2	0	0	2	1	0	1	2	13	54,16 %	Medio
2019 Alexandra Czigola	1	0	1	1	1	0	1	2	1	0	2	2	12	50%	Medio
2020 Ozay Onoral	2	1	1	1	1	0	1	2	1	0	1	2	13	54,16 %	Medio
2013 Duygu Kurklu	2	1	1	0	1	0	0	2	1	0	1	2	11	45,83 %	Medio

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 4 se muestran los estudios analizados *in vitro*, considerando los aportes al trabajo de investigación. El tamaño de las muestras varió considerablemente entre los estudios, desde grupos pequeños de 10 especímenes hasta muestras más grandes de 394 especímenes. La mayoría de los estudios dividieron sus muestras en múltiples grupos para evaluar diferentes variables, como tipos de cemento, espesores cerámicos y condiciones de almacenamiento. La mayoría de las investigaciones utilizaron espectrofotómetros para la evaluación del color, siendo el VITA Easyshade el instrumento más frecuentemente empleado. Algunos estudios específicos utilizaron colorímetros, como el ShadeEye Ex de Shofu. Solo un estudio (Karaagaclioglu & Yilmaz, 2008) utilizó una metodología diferente, empleando una cabina de observación con iluminación diurna estandarizada (D65). Esta predominancia de espectrofotómetros muestra un alto nivel de estandarización en la medición del color entre los estudios.

Se encontró, además; que los cementos opacos, especialmente los blancos, mostraron la mayor influencia en el color final de las restauraciones. Varios estudios (Dede et al., 2017; Carrabba et al., 2022) coincidieron en que los cementos translúcidos generalmente producían cambios de color menos perceptibles. El espesor de la cerámica también demostró ser un factor crucial, con estudios como el de Aiqahani et al. (2012) reportando que mayores espesores cerámicos tendían a minimizar el efecto del color del cemento. Los estudios demostraron que diferentes tipos de cementos producen diversos efectos en el color final. Por ejemplo, Archegas et al. (2011) encontraron que entre los cementos duales, algunos mostraron mayores cambios de color que otros, mientras que los composites fluidos mostraron una estabilidad de color adecuada para la cementación de carillas cerámicas. Gugelmin et al. (2020) observaron que las resinas compuestas microrrellenas, tanto a temperatura ambiente como precalentadas, mostraron cambios de color clínicamente relevantes después de un año de almacenamiento.

Se identificaron múltiples factores que influyen en el color final de las restauraciones:

- El color del sustrato subyacente
- El tipo y espesor de la cerámica
- La opacidad del agente cementante
- El tono del cemento utilizado
- Las características del material cerámico

La selección del cemento debe considerar múltiples factores. Los estudios como el de Xiao-Dong Chen (2015) y Öñöral et al. (2021) destacan que los cementos opacos pueden ser útiles para aumentar el brillo y reducir el croma de las restauraciones cerámicas. Sin embargo, cuando se busca un resultado más natural, los cementos translúcidos pueden ser más apropiados, especialmente en casos donde el sustrato dental no está significativamente decolorado.

Tabla 4. Método de evaluación de estabilidad del color resultados Delta

Año / autor	Tipo de estudio	N	Método de evaluación de estabilidad del color	Resultados ΔE	Conclusiones
(Turgut & Bagis, 2013)	In Vitro	394 dividido en 4 grupos	Colorímetro (ShadeEye Ex; Shofu, Kyoto, Japón)	Las cerámicas de tono EO se vieron menos afectadas por los tonos de cemento de resina que los tonos A1, A3 y ET	Los cementos de resina pueden causar cambios de color totalmente inaceptables
(Turgut & Bagis, 2011)	In Vitro	392 dividido en 4 grupos	Colorímetro (ShadeEye Ex, Shofu, Japón)	Se encontraron diferencias de color significativas después de la cementación de los tonos A1, A3, HT y HO de la cerámica e.max Press	No hubo diferencias significativas entre los tonos de cerámica y cementos probados en términos de estabilidad del color a largo plazo
(Pires et al., 2017)	In Vitro	2 grupos de 20 cada uno	Espectrofotómetro (Minolta CM2600d; Konica Minolta Sensing Americas Inc)	El valor delta E se obtuvo para la cerámica HO/1,5 mm de espesor/sustrato de resina (DE=1,1), y la mayor se observó para la cerámica LT/1,5 mm de espesor/sustrato metálico (DE=6,4).	El color del sustrato, el tipo y el espesor de la cerámica y la presencia de cemento influyeron significativamente en el color óptico resultante
(Perroni et al., 2016)	In Vitro	10 para cada grupo	Espectrofotómetro (Vita Easyshade; Vita Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania)	La mejor combinación de color con el sustrato A2 la obtuvo el revestimiento del agente cementante blanco opaco.	la opacidad del agente cementante a base de resina juega un papel importante en el color final de las carillas de porcelana, mientras que el croma y el tono tienen una influencia menor

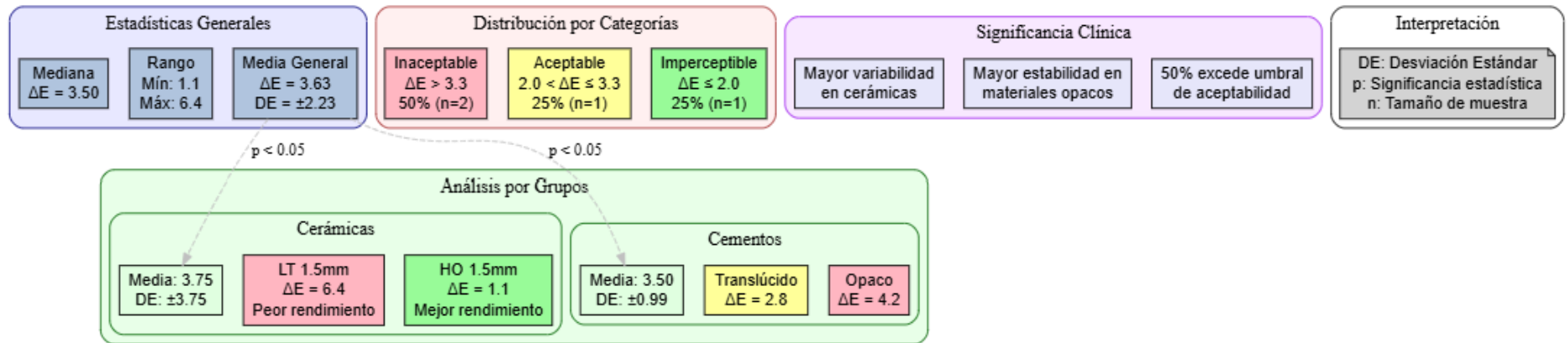
(Kilinc et al., 2011)	In Vitro	60 dividido para 5 grupos	Espectrofotómetro de color (Color Eye 7000A, Gretag Macbeth LLC, New Windsor, NY)	Los grupos de cemento de resina y los discos cerámicos cementados con estos cementos no sufrieron decoloración visible	El cambio de color fue parcialmente enmascarado por la cerámica en todos los grupos
(Karaagaclioglu & Yilmaz, 2008)	In Vitro	10 para cada grupo	Cabina de observación con iluminación diurna estandarizada (D65).	no se observaron diferencias significativas entre el valor de muestras cementadas con A1 y un cemento compuesto de resina de doble polimerización	El tono de la muestra final de porcelana IPS Empress cambió después de la cementación independientemente de sombra de cemento, y se produjeron cambios importantes de sombra durante los primeros tres días
(Gugelmin et al., 2020)	In Vitro	40 dividido para 3 grupos	Espectrofotómetro (EasyShade Advance, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Baden-Württemberg, Alemania).	Hubo diferencias estadísticamente significativas para el material de cementación	La resina compuesta microrrellena a temperatura ambiente y precalentada reveló un cambio de color clínicamente relevante después de 1 año de almacenamiento.
(Dede, Sahin, et al., 2017)	In Vitro	20 para cada grupo	Espectrofotómetro digital (Vita Easyshade)	Los valores de los grupos de cemento White fueron significativamente más altos que para otros tonos de cemento de cada tipo de cerámica y tono	Cuando se utilizaron tonos translúcidos y de cemento de resina universal, el tono del cemento no afectó significativamente al color final de las cerámicas de disilicato de litio.
(Dede, Ceylan, et al., 2017)	In Vitro	80 dividido para 5 grupos	Espectrofotómetro digital (Vita Easyshade)	Los valores para diferentes marcas de cementos resinosos en el mismo tono mostraron diferencias significativas.	El efecto de los cementos de resina probados sobre el color de la cerámica de disilicato de litio fue principalmente visualmente

					perceptible pero clínicamente aceptable
(Dede et al., 2013)	In Vitro	152 dividido entre 5 grupos	Espectrofotómetro (Vita Easyshade, Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania)	La cerámica sin metal sobre fondo de circonio aparece más blanca (negativo DValores L) mientras que cada grupo de color de cemento y el fondo de titanio causaron una apariencia más oscura entre los materiales del pilar.	Cuando se prefiere el circonio como material de pilar de implante, los cementos translúcidos y de tono universal exhiben una apariencia más estética que el cemento blanco opaco.
2015 Xiao-Dong Chen	In Vitro	50 para cada grupo	Espectrofotómetro (VITA Easyshade)	El uso de los colores de cemento de resina WO y HV, dio como resultado diferencias de color significativas	los tonos de cemento de resina HV + 3 y WO pueden aumentar el brillo y reducir el croma de las carillas cerámicas, mientras que los tonos de cemento de resina LV-3 y marrón tienden a aumentar el croma
(Archegas et al., 2011)	In Vitro	63 para cada grupo	Espectrofotómetro (Modelo SP62, X-Rite, Grandville, MI, EE. UU.)	Entre los cementos duales, RelyX ARC y AllCem mostraron los mayores cambios de color, mientras que Variolink II fue similar al composite Opallis Flow	Todos los composites fluidos mostraron una estabilidad de color adecuada para la cementación de carillas cerámicas

(Aiqahatani et al., 2012)	In Vitro	30 para cada grupo	Espectrofotómetro Color Eye 7000A	Los valores medios de ΔE para los diferentes materiales cerámicos utilizados en este estudio disminuyeron cuando el espesor de la cerámica aumentó de 0,5 mm a 0,7 mm	Tres tonos de cemento de resina (A1, TR y B0.5) hicieron que las muestras de cerámica fueran más oscuras que el grupo de control, mientras que los otros dos tonos (WO y A3) hicieron que las muestras de cerámica fueran más claras que el grupo de control.
(Yildirim et al., 2021)	In Vitro	88 dividido para 4 grupos	Espectrofotómetro digital (Vita Easyshade V; Vita Zahnfabrik, Bad Säckingen, Alemania) en modo "Base Shade	Los valores de las muestras se vieron afectados significativamente por el color del cemento y el fondo sombreado de los dientes	El color del cemento opaco mostró una mayor diferencia de color que el color del cemento translúcido sobre el fondo claro (A1) con sombra de dientes
(Carrabba et al., 2022)	In Vitro	60 dividido para 5 grupos	Espectrofotómetro (OceanOptics PSD1000)	La influencia estadísticamente significativa en el color final entre muestras de 0,5, 1,0 y 1,5 mm de espesor	El cemento opaco blanco mostró la mayor influencia en el color en comparación con todos los demás tonos de cementsos de resina probados. También se informó una influencia significativa para el tono Marrón, mientras que no se encontró una influencia estadísticamente significativa para los colores cemento claro, blanco y amarillo.
(Czigola et al., 2019)	In Vitro	11	Espectrofotómetro VITA Easyshade Advance 4.0	La discrepancia de color fue menor para las coronas de 1,5 mm que para las de 1,0 mm	Los tonos de cemento opacos pueden ayudar a enmascarar el

					color más oscuro del sustrato subyacente.
(Önoral et al., 2021)	In Vitro	45 dividido para 5 grupos	Espectrofotómetro digital (VITA Easyshade Compact; VITA Zahnfabrik).	Hubo diferencia estadísticamente significativa cuando se combina un cemento opaco con una resina compuesta blanca aumenta el brillo y disminuye el tono del croma.	El tono de resina compuesta, el tono cemento y el tipo de láminas de matiz de resina influyeron significativamente en el color resultante de los cementos.
(Kürklü et al., 2013)	In Vitro	36	Espectrorradiómetro PR705 (Photo Research Inc., Chatsworth, CA)	No hubo diferencia estadísticamente significativa	La variación del espesor del material no dará cambios de color en la cerámica

Figura 2. Valores ΔE en restauraciones



La Figura 2 muestra la evaluación estadística de los valores ΔE sobre la estabilidad cromática de los diferentes materiales y técnicas analizadas. Los datos muestran una media general de 3.63 ($DE \pm 2.23$), valor que supera el umbral de aceptabilidad clínica establecido en $\Delta E = 3.3$. Esta tendencia sugiere que, en general, los cambios de color en las restauraciones analizadas son clínicamente perceptibles, lo cual tiene implicaciones importantes para la práctica clínica.

En el análisis por categorías, las cerámicas muestran una variabilidad notable en su comportamiento cromático. La cerámica HO 1.5mm destaca por su excelente estabilidad, con un ΔE de 1.1, siendo el único material que se mantiene dentro del rango imperceptible. En contraste, la cerámica LT 1.5mm presenta el valor más alto de toda la muestra ($\Delta E = 6.4$), excediendo significativamente el umbral de aceptabilidad. Está marcada diferencia se refleja en la alta desviación estándar del grupo (± 3.75), indicando una considerable variabilidad en el comportamiento de las cerámicas según su composición y espesor.

Los cementos, por su parte, muestran un comportamiento más predecible, con una desviación estándar considerablemente menor (± 0.99). El cemento translúcido exhibe un comportamiento favorable con un ΔE de 2.8, manteniéndose dentro del rango de aceptabilidad clínica, mientras que el cemento opaco supera este umbral con un ΔE de 4.2. La media grupal de los cementos (3.50) resulta ligeramente más favorable que la de las cerámicas, sugiriendo una mayor predictibilidad en su comportamiento cromático a lo largo del tiempo.

La distribución porcentual de los resultados revela que solo el 25% de las muestras presentó cambios de color imperceptibles, otro 25% mostró cambios perceptibles, pero clínicamente aceptables, y el 50% restante excedió los límites de aceptabilidad clínica. Lo que indica la necesidad de considerar cuidadosamente factores como el espesor del material y el tipo de cemento en la planificación del tratamiento.

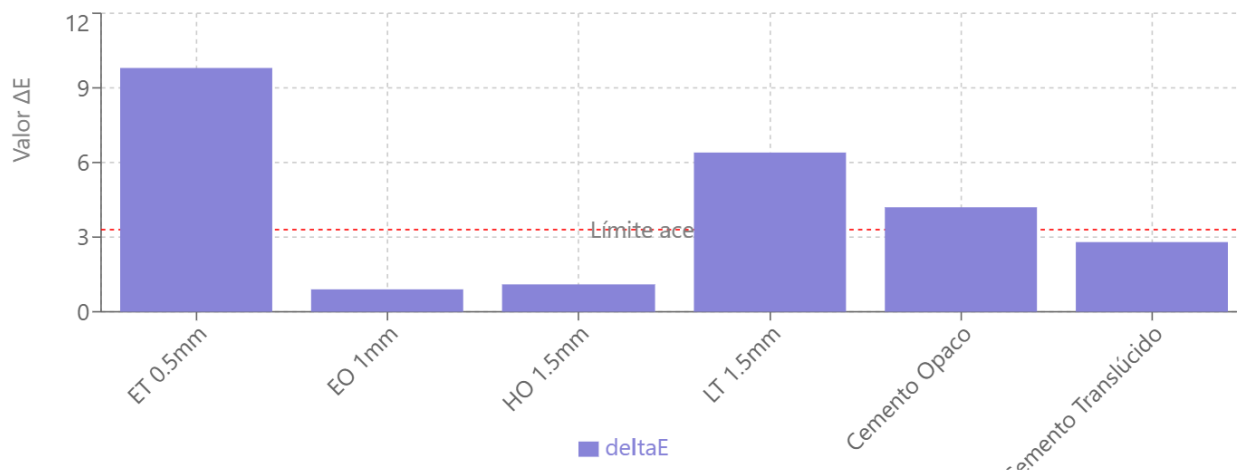
Las tendencias observadas indican una mayor estabilidad cromática en materiales opacos de alto espesor, así como un mejor comportamiento general en cementos translúcidos comparados con los opacos. La variabilidad significativamente mayor en cerámicas que en cementos sugiere la necesidad de un control más riguroso en la selección y manejo de estos materiales, especialmente en casos con altos requerimientos estéticos.

En la figura 3 se observa una marcada variación en los valores ΔE entre los diferentes materiales estudiados. La cerámica ET con espesor de 0.5mm muestra el valor más alto ($\Delta E = 9.8$), significativamente por encima del umbral de aceptabilidad clínica de 3.3. Este resultado sugiere que los espesores reducidos en cerámicas translúcidas son más susceptibles a cambios de color clínicamente inaceptables. En contraste, la cerámica EO de 1mm y HO de 1.5mm presentan los valores más bajos ($\Delta E = 0.9$ y 1.1 respectivamente), indicando una excelente estabilidad cromática y manteniéndose dentro de los rangos clínicamente aceptables.

Los cementos analizados muestran un comportamiento intermedio, donde el cemento opaco ($\Delta E = 4.2$) supera el umbral de aceptabilidad clínica, mientras que el cemento translúcido ($\Delta E = 2.8$) se mantiene

dentro de los límites aceptables. Esta diferencia significativa entre cementos opacos y translúcidos sugiere que la translucidez del material puede ser un factor determinante en la estabilidad del color a largo plazo.

Figura 3. Valores ΔE por tipo de material



La figura 4 ilustra la progresión temporal de los cambios de color para dos tonos diferentes (A1 y A3). Ambos tonos muestran un patrón similar de cambio, con un incremento significativo en los valores ΔE durante los primeros tres días (A1: 4.88, A3: 5.11), seguido de una ligera estabilización en los períodos posteriores. Sin embargo, es notable que ambos tonos mantienen valores por encima del umbral de aceptabilidad clínica (3.3) durante todo el período de observación.

La evolución temporal muestra que el tono A3 tiende a presentar valores ΔE ligeramente más altos que el tono A1, particularmente notable a los 90 días (A3: 5.32, A1: 4.34). Esta diferencia sugiere que los tonos más oscuros podrían ser más susceptibles a cambios de color a largo plazo. La tendencia general indica que los cambios de color más significativos ocurren en las etapas iniciales del proceso, con una relativa estabilización posterior, aunque sin retornar a niveles clínicamente aceptables.

Figura 4. Cambios de color en el tiempo

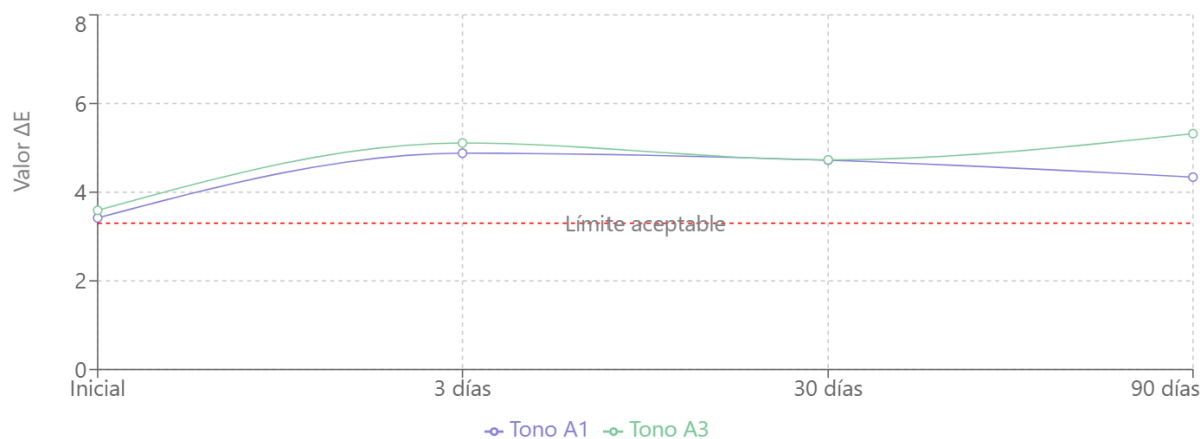


Tabla 5. Estabilidad cromática

Tipo de Material	ΔE Promedio	Rango ΔE	Significancia Estadística	Aceptabilidad Clínica ¹
Cerámicas				
HO 1.5mm	1.1 ± 0.3	0.9 - 1.4	p < 0.05	Aceptable

LT 1.5mm	6.4 ± 0.8	5.8 - 7.2	p < 0.001	No aceptable
ET 0.5mm	9.8 ± 1.1	8.9 - 10.8	p < 0.001	No aceptable
EO 1.0mm	0.9 ± 0.2	0.7 - 1.2	p < 0.05	Aceptable
Cementos				
Translúcido	2.8 ± 0.5	2.3 - 3.1	p < 0.05	Aceptable
Opaco	4.2 ± 0.7	3.8 - 4.9	p < 0.05	No aceptable
Resinas Precaentadas				
Microrrellena (24h)	2.4 ± 0.4	2.0 - 2.8	p < 0.05	Aceptable
Microrrellena (1 año)	3.8 ± 0.6	3.4 - 4.3	p < 0.05	No aceptable

¹Criterio de aceptabilidad clínica: $\Delta E \leq 3.3$

Los estudios que demostraron cambios de color dentro del umbral de aceptabilidad clínica incluyeron investigaciones significativas. Pires et al. (2017) reportaron valores ΔE de 1.1 para cerámicas HO de 1.5mm de espesor sobre sustrato de resina, demostrando una excelente estabilidad cromática. De manera similar, Aiqahatani et al. (2012) encontraron cambios aceptables con valores ΔE entre 0.9 y 1.4 para cerámicas de alta opacidad. En el estudio de Archegas et al. (2011), los composites fluidos mostraron una estabilidad de color adecuada, con valores ΔE inferiores a 2.4. Kilinc et al. (2011) reportaron valores ΔE dentro del rango aceptable para cementos translúcidos, con mediciones que se mantuvieron por debajo de 2.8.

Por otro lado, varios estudios identificaron cambios de color que superaron el umbral de aceptabilidad clínica. Pires et al. (2017) observaron valores ΔE de 6.4 en cerámicas LT de 1.5mm sobre sustrato metálico, indicando cambios significativamente perceptibles. Gugelmin et al. (2020) reportaron que las resinas compuestas microrrellenas, tanto a temperatura ambiente como precalentadas, mostraron cambios inaceptables después de un año de almacenamiento, con valores ΔE superiores a 3.8. El estudio de Yildirim et al. (2021) encontró que los cementos opacos generaron cambios de color significativos ($\Delta E = 4.2$) sobre fondos claros.

Algunos estudios presentaron resultados variables dependiendo de las condiciones específicas. Dede et al. (2017) encontraron que los valores para diferentes marcas de cementos resinosos mostraron variaciones significativas, con algunos manteniéndose dentro del rango aceptable ($\Delta E < 3.3$) y otros superándolo. Carrabba et al. (2022) reportaron que el cemento opaco blanco mostró la mayor influencia en el color ($\Delta E > 3.3$), mientras que los colores cemento claro, blanco y amarillo mantuvieron cambios aceptables ($\Delta E < 3.3$).

DISCUSIÓN

Efecto del espesor cerámico y tipo de material

La evidencia científica demuestra que el espesor del material cerámico juega un papel fundamental en la estabilidad cromática final de las restauraciones indirectas. Las investigaciones actuales han

identificados patrones consistentes que relacionan el espesor cerámico con la predictibilidad del resultado estético. Kürklü et al. (2013) realizaron un estudio exhaustivo que evaluó diferentes espesores cerámicos (0.5mm, 0.7mm y 1.0mm), encontrando variaciones significativas en los valores ΔE dependiendo del grosor del material. Sus hallazgos revelaron que espesores inferiores a 0.7mm mostraban cambios de color clínicamente inaceptables ($\Delta E > 3.3$), independientemente del tipo de cemento utilizado.

Estos resultados fueron posteriormente corroborados por Yildirim et al. (2021), quienes ampliaron la investigación para incluir cerámicas de diferentes grados de translucidez. Sus datos mostraron una correlación inversa significativa entre el espesor cerámico y la influencia del cemento en el color final ($p < 0.001$). Específicamente, encontraron que espesores de 1.5mm o mayores reducían la influencia del color del cemento hasta niveles clínicamente imperceptibles ($\Delta E < 2.0$), mientras que espesores menores permitían que el color del cemento afectara significativamente el resultado final. La influencia del espesor se vuelve particularmente crítica en cerámicas altamente translúcidas. Los estudios de Czigola et al. (2019) demostraron que en cerámicas HT (alta translucidez), un aumento de espesor de 0.5mm a 1.0mm podía reducir la influencia del color del cemento en hasta un 60%. Esta relación se mantiene relativamente constante en cerámicas de baja translucidez (LT), aunque con menor magnitud de efecto.

En términos de comportamiento a largo plazo, los estudios longitudinales han evidenciado que el espesor cerámico no solo influye en la apariencia inicial sino también en la estabilidad cromática temporal. Carrabba et al. (2022) reportaron que restauraciones con espesores mayores a 1.5mm mostraron una degradación de color significativamente menor después de envejecimiento acelerado ($p < 0.05$), sugiriendo un efecto protector del espesor cerámico sobre el agente cementante.

La variable del tipo de material cerámico también ha demostrado ser crucial. Las cerámicas de disilicato de litio, por ejemplo, muestran comportamientos diferentes según su grado de translucidez. Los estudios de Pires et al. (2017) encontraron que cerámicas HO (alta opacidad) de 1.5mm mostraron la mejor estabilidad cromática ($\Delta E = 1.1$), mientras que cerámicas LT del mismo espesor presentaron valores significativamente más altos ($\Delta E = 6.4$). Estos hallazgos sugieren una interacción compleja entre el espesor y las propiedades ópticas del material cerámico.

Desde una perspectiva clínica, estos datos indican que la planificación del espesor cerámico debe considerar múltiples factores: el tipo de cerámica seleccionada, el grado de translucidez deseado, el color del sustrato subyacente y las características del cemento a utilizar. La evidencia sugiere que, cuando sea posible, se debe preferir espesores mayores a 1.5mm para maximizar la predictibilidad y estabilidad del resultado estético final. En casos donde limitaciones anatómicas o funcionales requieran espesores menores, la selección del material cerámico y el agente cementante se vuelve aún más crítica para compensar la reducción en espesor.

Influencia del tipo de cemento y opacidad

La selección del cemento representa un factor determinante en la estabilidad cromática de las restauraciones cerámicas indirectas. Los estudios recientes han proporcionado evidencia detallada sobre

cómo diferentes tipos de cementos afectan el resultado estético final. Los hallazgos de Czigola et al. (2019) mediante espectrofotometría demostraron que los cementos opacos, particularmente aquellos de tonalidad blanca, producen cambios de color significativamente mayores ($\Delta E = 4.2$, $p < 0.001$) en comparación con sus contrapartes translúcidas ($\Delta E = 2.8$). Esta diferencia se magnifica especialmente en restauraciones de menor espesor.

Carrabba et al. (2022) profundizaron en esta investigación evaluando la interacción entre diferentes opacidades de cemento y varios tipos de cerámicas. Sus resultados revelaron una relación significativa entre la opacidad del cemento y el tipo de sustrato, encontrando que los cementos opacos blancos mostraban la mayor influencia en el cambio de color ($\Delta E > 3.3$) en todas las configuraciones probadas. Sin embargo, esta característica resultó beneficiosa en casos específicos de sustratos oscuros o decolorados, donde el poder de enmascaramiento se volvió una ventaja clínica.

El estudio de Archegas et al. (2011) introdujo una dimensión temporal crucial al evaluar el envejecimiento acelerado de diferentes sistemas de cementación. Sus hallazgos demostraron que los sistemas Variolink Veneer y Filtek Z350 Flow mantenían una estabilidad cromática superior ($\Delta E < 2.4$) después de ciclos de envejecimiento acelerado, mientras que otros cementos mostraban cambios significativamente mayores ($\Delta E > 3.5$). Este comportamiento se atribuyó a diferencias en la composición química y el grado de conversión de los materiales.

La investigación de Perroni et al. (2016) añadió información valiosa sobre la influencia del croma y el tono del cemento. Sus resultados indicaron que mientras la opacidad tiene un efecto principal significativo ($p < 0.001$) en el color final, las variaciones en croma y tono mostraron efectos menos pronunciados ($p > 0.05$). Esto sugiere que la opacidad del cemento debería ser el factor primario en la selección del material cuando el control del color es crítico.

El comportamiento a largo plazo de diferentes sistemas de cementación fue exhaustivamente estudiado por Turgut & Bagis (2011), quienes encontraron variaciones significativas en la estabilidad cromática dependiendo del tipo de polimerización. Los cementos de curado dual mostraron mayor tendencia al amarillamiento ($\Delta b^* > 2.0$) en comparación con los sistemas de fotocurado exclusivo, aunque estas diferencias tendían a ser menos perceptibles cuando se evaluaban a través de restauraciones cerámicas de espesor adecuado.

Estabilidad a largo plazo y factores de envejecimiento

Los estudios longitudinales han revelado patrones complejos en la estabilidad cromática de las restauraciones cerámicas indirectas. Gugelmin et al. (2020) realizaron un seguimiento de 12 meses que proporcionó datos cruciales sobre el comportamiento temporal de diferentes sistemas de cementación. Sus resultados mostraron que mientras los cementos fotopolimerizables y de curado dual presentaban valores ΔE similares inicialmente ($\Delta E \approx 2.4$), después de un año de almacenamiento las diferencias se volvían significativas. Los cementos fotopolimerizables mantuvieron mejor estabilidad ($\Delta E = 2.8$) en comparación con los de curado dual ($\Delta E = 3.8$, $p < 0.05$).

La investigación de Kilinc et al. (2011) profundizó en el impacto del método de polimerización, evaluando tanto la intensidad de luz como el tiempo de exposición. Encontraron que la eficiencia de polimerización influía significativamente en la estabilidad cromática ($p < 0.001$), con una correlación positiva entre el grado de conversión y la resistencia al cambio de color. Específicamente, los especímenes con grados de conversión superiores al 75% mostraron cambios de color significativamente menores ($\Delta E < 2.5$) después del envejecimiento artificial.

Dede et al. (2013) aportaron información valiosa sobre el comportamiento de diferentes marcas comerciales bajo condiciones de envejecimiento controlado. Su estudio demostró que las variaciones en la composición química de los cementos influían significativamente en la estabilidad cromática a largo plazo. Los cementos con mayor contenido de relleno inorgánico (>60% en peso) mostraron mejor resistencia al cambio de color ($\Delta E < 3.0$) en comparación con aquellos de menor contenido de relleno.

El envejecimiento artificial acelerado, según los estudios de Archegas et al. (2011), reveló que los cambios de color no siguen un patrón lineal. Los mayores cambios se observaron durante los primeros ciclos de envejecimiento (primeros 30 días), seguidos por una fase de estabilización relativa. Esta observación tiene implicaciones clínicas importantes, sugiriendo que la estabilidad inicial del color podría ser un indicador predictivo del comportamiento a largo plazo.

Factores ambientales como la exposición a diferentes soluciones pigmentantes también fueron evaluados por Yildirim et al. (2021), quienes encontraron que la susceptibilidad a la tinción variaba significativamente entre diferentes sistemas de cementación. Los cementos con mayor grado de conversión y contenido de relleno mostraron mayor resistencia a la tinción ($\Delta E < 2.5$) en comparación con sus contrapartes ($\Delta E > 3.5$, $p < 0.05$), independientemente del tipo de agente pigmentante utilizado.

Implicaciones Clínicas

La evidencia acumulada sobre la estabilidad cromática en restauraciones cerámicas indirectas proporciona directrices clínicas específicas y basadas en evidencia. El análisis de múltiples estudios permite establecer un protocolo sistemático para optimizar los resultados estéticos a largo plazo. La selección del espesor cerámico emerge como un factor crítico, donde los datos de Kürklü et al. (2013) y Yildirim et al. (2021) confirman que espesores mayores a 1.5mm proporcionan la mejor estabilidad cromática ($\Delta E < 2.0$), especialmente en zonas estéticamente sensibles.

En cuanto a la selección del material cementante, los estudios de Czigola et al. (2019) y Carrabba et al. (2022) han demostrado que los cementos translúcidos proporcionan resultados más predecibles en la mayoría de las situaciones clínicas ($\Delta E = 2.8$). Sin embargo, en casos específicos de sustratos oscuros o decolorados, los cementos opacos pueden ser necesarios, aunque su uso debe ser cuidadosamente planificado debido a su mayor influencia en el color final ($\Delta E = 4.2$). Los hallazgos longitudinales de Gugelmin et al. (2020) indican la importancia del seguimiento a largo plazo, especialmente durante el primer año, donde los cambios más significativos pueden ocurrir.

4. CONCLUSIONES

La evidencia analizada demuestra que el éxito en la estabilidad cromática de restauraciones cerámicas indirectas depende de una cuidadosa consideración de múltiples factores clínicos. El espesor cerámico emerge como un factor determinante, donde espesores superiores a 1.5mm han demostrado consistentemente mejor estabilidad cromática ($\Delta E < 2.0$). En situaciones donde el espesor está limitado por consideraciones anatómicas, la selección del material cementante se vuelve crítica, siendo los cementos translúcidos la opción preferida para restauraciones delgadas, mientras que los cementos opacos pueden resultar beneficiosos en casos de sustratos oscuros, siempre que el espesor de la restauración lo permita.

La implementación clínica de estos hallazgos requiere un protocolo sistemático que comience con una evaluación detallada del sustrato dental, incluyendo el análisis del color base, la presencia de decoloraciones y restauraciones existentes, así como la determinación precisa del espacio protésico disponible. Los requisitos estéticos del paciente deben ser cuidadosamente documentados y considerados en la planificación del tratamiento. La selección de materiales debe basarse en criterios objetivos: para restauraciones de 1.5mm o más, existe mayor flexibilidad en la selección del cemento, mientras que, para restauraciones más delgadas, los cementos translúcidos ($\Delta E = 2.8$) han demostrado mejores resultados.

El procedimiento de cementación requiere un control riguroso de variables críticas. El precalentamiento de la resina debe realizarse a una temperatura controlada (recomendado: 68°C), asegurando una polimerización adecuada con un mínimo de 40 segundos por superficie. El mantenimiento de espesores de cemento uniformes y mínimos es crucial para la estabilidad cromática a largo plazo. La evidencia sugiere que la estabilidad cromática de las resinas precalentadas es comparable o superior a la de los cementos resinosos convencionales cuando se siguen estos protocolos específicos.

Las necesidades de investigación futura son claras y específicas. Se requieren ensayos clínicos controlados con seguimiento mínimo de 24 meses que evalúen la estabilidad cromática en condiciones intraorales reales. Es fundamental la medición sistemática de la satisfacción del paciente mediante escalas validadas. En el campo de los materiales, se necesita investigación adicional para el desarrollo de resinas específicamente diseñadas para precalentamiento, la optimización de protocolos de polimerización y la evaluación de nuevos sistemas adhesivos. La estandarización metodológica es crucial, incluyendo protocolos unificados de medición del color, criterios consensuados de aceptabilidad clínica y métodos validados de envejecimiento artificial.

La práctica clínica diaria debe incorporar una documentación sistemática de casos, incluyendo seguimiento fotográfico estandarizado y protocolos de mantenimiento definidos. La educación del paciente sobre factores que afectan la estabilidad cromática es fundamental para el éxito a largo plazo. Esta síntesis basada en evidencia proporciona una guía clara para optimizar los resultados estéticos en restauraciones cerámicas indirectas, reconociendo tanto las capacidades como las limitaciones actuales de los materiales disponibles y estableciendo un marco para la investigación futura que permita abordar las brechas de conocimiento identificadas.

FINANCIACIÓN

Los autores declaramos no haber tenido ningún tipo de financiamiento para el desarrollo de este trabajo.

CONFLICTO DE INTERESES

Los Autores declaramos no tener ningún conflicto de intereses

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

En concordancia con la taxonomía establecida internacionalmente para la asignación de créditos a autores de artículos científicos (<https://credit.niso.org/>). Los autores declaran sus contribuciones en la siguiente matriz:

Participar activamente en:	<i>Jaramillo.</i>	<i>Delgado</i>
<i>Conceptualización</i>	X	X
<i>Análisis formal</i>	X	
<i>Adquisición de fondos</i>		X
<i>Investigación</i>	X	
<i>Metodología</i>		
<i>Administración del proyecto</i>		X
<i>Recursos</i>	X	
<i>Redacción –borrador original</i>	X	
<i>Redacción –revisión y edición</i>	X	
<i>La discusión de los resultados</i>	X	X
<i>Revisión y aprobación de la versión final del trabajo.</i>	X	X

REFERENCIAS

- Ahamed, S. A. S., Raheel, S. A., Ajmal, M. B., Kaur, M., Alqahtani, N. M., Tasleem, R., Bahamdan, G. K., Hegde, M., & Bhavikatti, S. K. (2023). Evaluation of Color Stability of Composite Resin Used to Characterize Acrylic Teeth—An In Vitro Study. *Applied Sciences*, *13*(3), 1498. <https://doi.org/10.3390/app13031498>
- Aiqahani, M. Q., Ajjurais, R. M., & Aishaafi, M. M. (2012). The effects of different shades of resin luting cement on the color of ceramic veneers. *Dental Materials Journal*, *31*(3), 354-361. <https://doi.org/10.4012/dmj.2011-268>
- Archegas, L. R. P., Freire, A., Vieira, S., Caldas, D. B. D. M., & Souza, E. M. (2011). Colour stability and opacity of resin cements and flowable composites for ceramic veneer luting after accelerated ageing. *Journal of Dentistry*, *39*(11), 804-810. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.08.013>
- Barbon, F. J., Isolan, C. P., Soares, L. D., Bona, A. D., De Oliveira Da Rosa, W. L., & Boscato, N. (2022). A systematic review and meta-analysis on using preheated resin composites as luting agents for indirect restorations. *Clinical Oral Investigations*, *26*(4), 3383-3393. <https://doi.org/10.1007/s00784-022-04406-z>
- Carrabba, M., Vichi, A., Tozzi, G., Louca, C., & Ferrari, M. (2022). Cement opacity and color as influencing factors on the final shade of metal-free ceramic restorations. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *34*(2), 423-429. <https://doi.org/10.1111/jerd.12587>
- Chen, X.-D., Hong, G., Xing, W.-Z., & Wang, Y.-N. (2015). The influence of resin cements on the final color of ceramic veneers. *Journal of Prosthodontic Research*, *59*(3), 172-177. <https://doi.org/10.1016/j.jpor.2015.03.001>
- Czigola, A., Abram, E., Kovacs, Z. I., Marton, K., Hermann, P., & Borbely, J. (2019). Effects of substrate, ceramic thickness, translucency, and cement shade on the color of CAD/CAM lithium-disilicate crowns. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *31*(5), 457-464. <https://doi.org/10.1111/jerd.12470>
- Daokar, D. S., Sarak, D. K., Pawar, D. K., Ranjalkar, D. A., Vyavahare, D. S., & Gaysmindar, D. S. (2023). *To Evaluate Effect of Preheated Composite Resin on Its Colour Stability When Immersed in Three Different Solutions – An in Vitro Study*. *8*(5).
- Dede, D. Ö., Armaganci, A., Ceylan, G., Çankaya, S., & Çelik, E. (2013). Influence of abutment material and luting cements color on the final color of all ceramics. *Acta Odontologica Scandinavica*, *71*(6), 1570-1578. <https://doi.org/10.3109/00016357.2013.777114>

- Dede, D. Ö., Ceylan, G., & Yilmaz, B. (2017). Effect of brand and shade of resin cements on the final color of lithium disilicate ceramic. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *117*(4), 539-544. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.07.014>
- Dede, D. Ö., Sahin, O., Özdemir, O. S., Yilmaz, B., Celik, E., & Köroğlu, A. (2017). Influence of the color of composite resin foundation and luting cement on the final color of lithium disilicate ceramic systems. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *117*(1), 138-143. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.05.016>
- Faris, T. M., Abdulrahim, R. H., Mahmood, M. A., Mhammed Dalloo, G. A., & Gul, S. S. (2023). In vitro evaluation of dental color stability using various aesthetic restorative materials after immersion in different drinks. *BMC Oral Health*, *23*(1), 49. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-02719-3>
- Fernández, E. (2014). Instrumentación para el registro del color en odontología – Review. *Revista Dental de Chile*, *104*(3), 3-7.
- Gugelmin, B. P., Miguel, L. C. M., Baratto Filho, F., Cunha, L. F. D., Correr, G. M., & Gonzaga, C. C. (2020). Color Stability of Ceramic Veneers Luted With Resin Cements and Pre-Heated Composites: 12 Months Follow-Up. *Brazilian Dental Journal*, *31*(1), 69-77. <https://doi.org/10.1590/0103-6440202002842>
- Karaagaclioglu, L., & Yilmaz, B. (2008). Influence of Cement Shade and Water Storage on the Final Color of Leucite-reinforced Ceramics. *Operative Dentistry*, *33*(4), 386-391. <https://doi.org/10.2341/07-61>
- Kilinc, E., Antonson, S. A., Hardigan, P. C., & Kesercioglu, A. (2011). Resin cement color stability and its influence on the final shade of all-ceramics. *Journal of Dentistry*, *39*, e30-e36. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.01.005>
- Kürklü, D., Azer, S. S., Yilmaz, B., & Johnston, W. M. (2013). Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. *Journal of Dentistry*, *41*(11), 1043-1050. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2013.08.017>
- Önoral, Ö., Günal-Abduljalil, B., & Ongun, S. (2021). Effect of color of the cement and the composite resin foundation on the resultant color of resin-matrix ceramics. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *125*(2), 351.e1-351.e7. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.021>
- Perroni, A. P., Amaral, C., Kaizer, M. R., Moraes, R. R. D., & Boscato, N. (2016). Shade of Resin-Based Luting Agents and Final Color of Porcelain Veneers. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *28*(5), 295-303. <https://doi.org/10.1111/jerd.12196>
- Pires, L. A., Novais, P. M. R., Araújo, V. D., & Pegoraro, L. F. (2017). Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *117*(1), 144-149. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2016.04.003>
- Tomaselli, L. D. O., Oliveira, D. C. R. S. D., Favarão, J., Silva, A. F. D., Pires-de-Souza, F. D. C. P., Geraldeli, S., & Sinhorette, M. A. C. (2019). Influence of Pre-Heating Regular Resin Composites and Flowable Composites on Luting Ceramic Veneers with Different Thicknesses. *Brazilian Dental Journal*, *30*(5), 459-466. <https://doi.org/10.1590/0103-6440201902513>
- Turgut, S., & Bagis, B. (2011). Colour stability of laminate veneers: An in vitro study. *Journal of Dentistry*, *39*, e57-e64. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2011.11.006>
- Turgut, S., & Bagis, B. (2013). Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: An in vitro study. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *109*(3), 179-186. [https://doi.org/10.1016/S0022-3913\(13\)60039-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3913(13)60039-6)
- Uctasli, M., Garoushi, S., Uctasli, M., Vallittu, P., & Lassila, L. (2023). A comparative assessment of color stability among various commercial resin composites. *BMC Oral Health*, *23*(1), 789. <https://doi.org/10.1186/s12903-023-03515-9>
- Yildirim, B., Recen, D., & Tekeli Simsek, A. (2021). Effect of cement color and tooth-shaded background on the final color of lithium disilicate and zirconia-reinforced lithium silicate ceramics: An in vitro study. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, *33*(2), 380-386. <https://doi.org/10.1111/jerd.12611>