

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA

FACULTAD DE ODONTOLOGÍA

SECRETARÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO



COMPARACIÓN DE LA ESTABILIDAD DE COLOR EN RESINAS BISACRÍLICAS

POR:

C.D. ALAN ALEJANDRO DE JESÚS VILLARREAL GONZÁLEZ

**TESIS PRESENTADA COMO REQUISITO PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO EN ESTOMATOLOGÍA**

OPCIÓN: PROSTODONCIA

CHIHUAHUA, CHIH., MÉXICO

SEPTIEMBRE 2025



Comparación de la estabilidad de color de resinas bisacrílicas.
Tesis presentada por Alan Alejandro De Jesús Villarreal
González como requisito para obtener el grado de maestro en
Estomatología opción Prostodoncia, ha sido aprobada y
aceptada por:

M.E.S. Juan Antonio Galache Vega
Director de la Facultad de Odontología

C.D.E.O. Rosa Margarita Aguilar Madrigal
Secretaria de Investigación y Posgrado

M.O. Jesús Rubén Romero Herrera
Director de tesis

Dr. Uriel Soto Barreras
Asesor de tesis

M.R.O. David Gutiérrez Sánchez
Asesor de tesis

M.P.E.A. Mayra Magdalena Ramírez Morales
Asesor de tesis

Fecha:

Fecha: 23 de septiembre del 2025

INDICE

1. MARCO TEÓRICO	1
1.1 RESINAS BISACRÍLICAS	1
1.1.1 Componentes	1
1.1.2 Tipos de Bisacril.....	2
1.2 ENVEJECIMIENTO/ CAMBIOS DE CROMÁTICOS	2
1.2.1 Permanencia de color de resinas bisacrílicas	3
1.2.2 Sustancias pigmentantes	3
1.3 MEDICIÓN DE COLOR	4
1.3.1 Color	4
1.3.2 Mediciones de color.....	4
1.3.3 Espectrómetro y medios para tomar color.....	5
1.3.4 Cámaras digitales y sistemas de imágenes.....	7
1.3.5 Espectro de luz	7
1.3.6. ¿En qué se basan las marcas comerciales para definir un color de resina?	8
1.3.7 Sistema Munsell	8
1.3.8 Evaluación de color con fórmulas CIELAB ΔE y CIEDE2000	9
1.4. TIEMPO DE EXPOSICIÓN A BEBIDAS PIGMENTANTES	10
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
3. JUSTIFICACIÓN	12
4. HIPOTÉISIS	13
5. OBJETIVO GENERAL.....	14
6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
7. METODOLOGÍA	16
7.1 TIPO DE ESTUDIO:	16
7.2 DISEÑO DE ESTUDIO:	16
7.3 POBLACIÓN DE ESTUDIO O MUESTRA:	16
7.4 LUGAR DE REALIZACIÓN:	16
7.5 CRITERIOS DE SELECCIÓN.....	17
7.6 OPERACIÓN DE LAS VARIABLES:	17
7.7 MATERIALES.....	18
7.8 MÉTODOS.....	18
7.9 ANÁLISIS ESTADÍSTICO:	28
7.10 ASPECTOS ÉTICOS:	29

8.	RESULTADOS.....	30
9.	DISCUSIÓN.....	36
10.	CONCLUSIONES	39
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	40

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Resinas bisacrilicas: Bis Acryl-Nictone (MDC Dental), Structur Premium (Voco), Luxatemp Star (DMG) y CoolTemp (Coltene).....	19
Figura 2. Bebidas pigmentantes: Te verde, Nescafe Clásico, Coca-Cola	19
Figura 3. Plantilla de 20 cavidades con dimensiones de 10 mm de diámetro por 2 mm de espesor.....	21
Figura 4. Inyección de resinas bisacrilica en plantilla.	22
Figura 5. Medición de color de disco de resina bisacrilica.....	23
Figura 6. Discos de resina bisacrilica de Structur Premium previo a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.....	24
Figura 7. Discos de resina bisacrilica de Structur Premium posterior a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.....	25
Figura 8. Discos de resina bisacrilica de Luxatemp Star previo a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.....	25
Figura 9. Discos de resina bisacrilica de Luxatemp Star posterior a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.....	26
Figura 10. Discos de resina bisacrilica de Cooltemp previo a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.	26
Figura 11. Discos de resina bisacrilica de Cooltemp posterior a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.	27
Figura 12. Discos de resina bisacrilica de Bis acryl Nictone previo a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.....	27

Figura 13. Discos de resina bisacrilica de Bis acryl Nictone posterior a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.....	28
Figura 14. Gráfico de cajas (boxplot) que representa la distribución del valor dE2000 según diferentes marcas, etiquetadas como 1 (Bis- acry-Nictone. MDC Dental), 2 (Cooltemp-Coltene), 3(Luxatemp star-DMG) y 4(Structur premium- Voco) en el eje horizontal (MARCA).	31
Figura 15. Gráfico de cajas (boxplot) que representa la distribución del valor ΔE según diferentes marcas, etiquetadas como 1 (Bis- acry-Nictone), 2(Cooltemp), 3(Luxatemp star) y 4(Structur premium).....	33
Figura 16. Discos de resina bisacrílica: A) Cooltemp (Coltene) B)Luxatemp Star (DMG) C) Bisacryl (Nictone) D)Structur Premium (Voco).....	34

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Resinas bisacrílicas

Las restauraciones temporales son procedimientos clínicos para proteger la estructura dental remanente durante los tratamientos dentales, que son especialmente cruciales en casos de tratamientos prolongados, protocolos de laboratorio y tratamientos de prostodoncia complejos (1). La prótesis provisional debe tener suficientes propiedades mecánicas para resistir las fuerzas de fractura y extracción durante la masticación, la fractura o el desplazamiento de la prótesis provisional puede resultar en citas adicionales no programadas y podría afectar negativamente el resultado del procedimiento odontológico de prótesis fija (2).

Se han utilizado resinas a base de polimetilmetacrilato (PMMA) en polvo y líquido mucho tiempo como materiales de restauración provisionales, pero sus desventajas son la contracción de polimerización significativa, una reacción exotérmica de fraguado, una irritación asociada con el monómero y un olor desagradable (2). En comparación, los materiales de restauración provisionales a base de bisacrílico son más fáciles de manipular gracias a su sistema de dosificación basado en cartuchos, que permite una aplicación más fácil y precisa. (3). Al mismo tiempo que ofrece una baja contracción de polimerización, una reacción menos exotérmica y mínima irritación pulpar (4).

Algunos estudios han informado que la resina compuesta bisacrílica es aún mejor en términos de oclusión, contorno, adaptación marginal, aspectos de acabado y microdureza que el PMMA tradicional (5). Los materiales también tienen una alta resistencia a la fractura debido a la presencia de una gran cantidad de nanopartículas de relleno en su composición. (6).

1.1.1 Componentes

Las resinas bisacrílicas se definen como materiales libres de metil metacrilato, que contienen Dimetacrilatos como BIS-GMA (Bisfenol A-Diglicidileter Metacrilato) y UDMA (Considerado un copolímero), rellenos de vidrio y sílice (7). La presencia de ésteres de metacrilato funcionales, que aumentan el número de entrecruzamientos entre monómeros, proporciona un mejor pulido de la superficie, sin embargo, el alto costo, la baja resistencia a la deformación y la inestabilidad cromática se han citado como desventajas de estos materiales (8). Los materiales bisacrílicos tienen una composición heterogénea, por lo que los pigmentos de la tinción se infiltran en la interfase entre los rellenos y la matriz de resina. En un estudio la resina acrílica tuvo la mayor estabilidad de color que la resina compuesta de bis-acrílico con nanorrelleno y la resina bis-acrílicos microhíbridos. (9).

1.1.2 Tipos de Bisacril

- Bisacrílicas a base de dimetacrilato de bisfenilglicidilo (Bis GMA)
- Bisacrílicas a base de uretano
- Resina bis acrílica con nanorelleno

1.2 Envejecimiento/ cambios de cromáticos

La coloración de restauraciones provisionales hechas de acrílico o las resinas bisacrílicas están relacionadas con factores extrínsecos e intrínsecos (10). Cuanto más tiempo estén en uso estos materiales, mayor será la probabilidad de alteraciones cromáticas, especialmente cuando estas prótesis son expuestas a agentes colorantes, esta situación clínica puede causar molestias al paciente y generar insatisfacción y desconfianza en el resultado final del tratamiento (11). Por lo tanto la estabilidad del color y el brillo de las restauraciones provisionales son parámetros importantes porque pueden afectar la salud del paciente y la percepción de los resultados estéticos (12). Estos factores incluyen el relleno, la composición de la resina, el grado de conversión, la inclusión de burbujas de aire, la química de

la reactividad, la rugosidad de la superficie y la dieta y los hábitos de higiene del paciente (10). La capacidad de la resina para absorber agua está directamente relacionada con la tinción, la oxidación de la matriz polimérica y/o los dobles enlaces sin reaccionar en los monómeros residuales hacen que este material absorba los pigmentos, resultando en diferentes grados de tinción (13). Además, la tinción aumenta aún más el costo y el tiempo del tratamiento debido a la necesidad de reposición de las restauraciones provisionales antes del plazo estipulado (8).

1.2.1 Permanencia de color de resinas bisacrílicas

Los materiales bisacrílicos tienen una composición heterogénea, por lo que los pigmentos de la tinción se infiltran en la interfase entre los rellenos y la matriz de resina. En un estudio la resina acrílica tuvo la mayor estabilidad de color que la resina compuesta de bisacrílico con nanorrelleno y la resina bisacrílica microhíbrida. (12). El paciente debe ser informado sobre las limitaciones de los materiales y técnicas, ya que están expuestos a factores extrínsecos e intrínsecos. factores que favorecen las alteraciones cromáticas, como rugosidad superficial, mala higiene bucal, dieta rica en colorantes, procesos de fabricación y composición del material (14).

1.2.2 Sustancias pigmentantes

Se han realizado varios estudios con el objetivo de evaluar la estabilidad del color del acrílico y bisacrílico resinas después del uso de colorantes y práctica de higiene y hábitos (15). Para simular la tinción, los estudios han sumergido muestras de resina en café, café con azúcar, té, vino tinto, refrescos a base de cola, jugo de uva, solución de arándanos y clorhexidina (8). Para simular envejecimiento, los métodos más utilizados han sido la irradiación con ultravioleta (UV) y almacenamiento en agua destilada o saliva artificial (11). Aunque el termo ciclado no se ha utilizado para simular envejecimiento en resinas compuestas bisacrílicas, podría ser utilizado, ya que el principal objetivo de estos estudios es verificar la estabilidad cromática de las resinas. con el tiempo, con o sin soluciones colorantes

(15). Grupos sumergidos en café presentaron diferencias de color perceptibles e inaceptables, con reducción de luminosidad y aumento de tonalidad. (14).

1.3 Medición de color

1.3.1 Color

El concepto de color está conformado por la relación entre los aspectos físicos del mismo, su percepción por el ojo humano y por la interpretación psicológica propia de cada persona. En 1905, el pintor norteamericano Albert Munsell propuso un sistema de color denominado HSV (matiz, saturación y valor), el cual es utilizado actualmente. Dentro del concepto de color de las resinas compuestas, el valor también puede ser definido por la capacidad del material de absorber o reflejar la luz. En términos prácticos, un material puede ser más opaco y tener así mayor capacidad de bloqueo de luz (16).

Cuando la luz cae sobre un objeto, dependiendo de las propiedades físicas del objeto, la luz es modificada por reflexión, dispersión, absorción y transmisión. El color de un objeto dependerá fuertemente de su reflectancia espectral, es decir, la cantidad de luz incidente que es reflejada desde la superficie para diferentes longitudes de onda (17). El croma tiene que ver con el grado de saturación, la intensidad del matiz o la cantidad de pigmentos que este posee. En las resinas, el croma viene codificado por una numeración gradual de 1 a 4, indicando la saturación de la resina de forma creciente (16), clínicamente, la elección del croma puede ser realizado por comparación directa a través de las escalas de colores o indirecta con equipamientos especializados, dependiendo de la experiencia del profesional (16).

1.3.2 Mediciones de color

La medición del color del diente y los materiales dentales restaurativos tiene muchos aspectos importantes. aplicaciones dentro de la práctica clínica y la investigación dental (18). En la práctica clínica, por ejemplo, cuando se está preparando y ajustando un órgano dental requiere necesita medir el color de un

diente con precisión, luego comunicar el color del diente a un técnico de laboratorio que seleccionará los materiales dentales del color apropiado para fabricar la corona, y juntos producirán una corona que tenga una coincidencia de color aceptable con la dentición existente (18). La medición de color, los instrumentos y los sistemas se utilizan cada vez más en la investigación dental, como para la evaluación de umbrales de color visual, comparación entre evaluaciones visuales e instrumentales, color compatibilidad y estabilidad, estudios de blanqueamiento dental e interacciones de color de dientes humanos y materiales dentales. Hay muchos métodos para medir el color de los dientes y van desde comparaciones visuales usando guías de colores para mediciones instrumentales usando espectrofotómetros, colorímetros, espectrorradiómetros y técnicas de análisis de imágenes digitales (17).

1.3.3 Espectrómetro y medios para tomar color

El método más utilizado para evaluar clínicamente el color de los dientes es mediante la comparación visual de tonos con una guía de colores comercial. Generalmente se considera una incoherencia y una subjetividad, ya que factores como la iluminación, la edad, el sexo, la fatiga ocular y las deficiencias en la visión del color pueden afectar la selección de tonos visuales (17). Una de las guías de colores más utilizadas es la guía de colores VITA Classical® (VITA Zahnfabrik, Bad Sackingen, Alemania) contiene 16 pestañas (17). El concepto de este sistema implica cuatro grupos: A, B, C y D, que representan dientes rojizos, amarillentos, gris rojizos y gris amarillentos, respectivamente. Cada grupo tiene un rango pequeño dentro, que representa un aumento simultáneo en la saturación del pigmento y una disminución en la luminosidad por pestaña del mismo grupo (19).

El color es una cuestión subjetiva; se han publicado numerosos estudios que muestran variaciones perceptivas entre personas, como resultado, cada vez más dentistas han comenzado a utilizar instrumentos de medición del color y software de análisis para complementar las guías de colores en su proceso de igualación de

tonos. El éxito de este proceso depende de dos criterios principales: la perceptibilidad y los umbrales de aceptabilidad. En odontología, la perceptibilidad y los umbrales de aceptabilidad visual definen el color, la translucidez y la discrepancia de valor en las restauraciones. Estos umbrales se establecen examinando la diferencia de color percibida y determinando si la discrepancia es clínicamente aceptable (20). El sistema de color CIELAB, introducido en 1976 por la Comisión Internacional de Iluminación, define tres componentes esenciales para percibir el color: el objeto, el iluminante y el observador. Un color específico se define por su posición dentro del sistema de color CIE $L^*a^*b^*$ mediante tres coordenadas, L^* , a^* y b^* , donde L^* o valor se relaciona con la luminosidad, y las coordenadas a^* (eje rojo-verde) y b^* (eje amarillo-azul) se relacionan con las características cromáticas del color (20).

Los espectrofotómetros miden la cantidad de energía luminosa reflejada por un objeto a 1-25 nm intervalos a lo largo del espectro visible y puede convertir la reflectancia espectral medida en coordenadas de color (CIEXYZ, CIELAB o CIELCH) y varios valores de color dental (17), la mayoría de los estudios informaron más resultados precisos al usar un espectrofotómetro (21). Se mostró que la selección de color visual coincidió solo con el 26,6 %, mientras que la selección de color espectrofotométrica coincidió 83,3%. (22).

El colorímetro es un método de medición que requiere de un ojo bien entrenado por lo que puede dar variaciones en la toma de lectura de color. Los colorímetros miden los valores triestímulo (CIE XYZ) filtrando la luz reflejada de un objeto en áreas rojas, verdes y azules del espectro visible y normalmente las convierte en valores CIELAB (2). En general, los colorímetros han demostrado ser fiables, han buena repetibilidad y son precisos para las mediciones de diferencia de color (21). Se han descrito algunas desventajas de los colorímetros, que incluyen: los colorímetros son diseñado para medir superficies planas, los dientes a menudo no son planos y pueden tener anomalías en la superficie; los dientes son translúcidos, lo que puede conducir a la pérdida de luz en el borde de la muestra

del diente que se está midiendo, dando valores de color incorrectos, y la concordancia entre instrumentos es relativamente pobre (8).

Los espectrorradiómetros miden cantidades radiométricas (irradiancia, radiancia) emitidas o reflejadas de objetos a lo largo del espectro visible. Sus valores colorimétricos se expresan por luminancia (8). Las principales diferencias entre espectrofotómetros y espectrorradiómetros es que estos últimos no tienen luz incorporada fuentes y son dispositivos de medición sin contacto, el uso de espectrorradiómetros para medir el color de los dientes se ha aplicado en estudios dentales.in vitro e in vivo (8).

1.3.4 Cámaras digitales y sistemas de imágenes

El uso de cámaras digitales comerciales para capturar colores precisos en odontología es ventajoso en el proceso de replicación de colores para cualquier craneofacial prótesis, dado el potencial de capturar el color policromático de la estructura, así como la forma, la textura y la translucidez percibida (23). Se ha demostrado una mejora en el rendimiento de coincidencia de color de los dentistas con una cámara digital, sin embargo, se deben estandarizar diferentes parámetros, como la exposición, el balance de blancos, la velocidad de la película, la apertura, la fuente de luz y la resolución (24).

1.3.5 Espectro de luz

Durante el proceso de foto activación, la luz que atraviesa el compuesto de resina es absorbida y dispersada. Así, la intensidad de la luz se atenúa y su eficacia se reduce a medida que aumenta la profundidad. Aunque la profundidad de polimerización depende de la irradiación de la luz, el tiempo de exposición y otros factores, como la composición del material, los tonos de resina compuesta y la translucidez, la mayoría Un factor limitante importante para la profundidad de curado es la dispersión de la luz y esto se maximiza cuando el tamaño de las partículas de

relleno es cercano a la mitad de la longitud de onda emitida por la fuente de luz. (25).

1.3.6. ¿En qué se basan las marcas comerciales para definir un color de resina?

Las marcas de resinas compuestas más vendidas desde 1980 han adoptado el estándar ABCD de la escala de colores Vita Classical como clasificación de los tonos de sus materiales de restauración (26). Aunque esta estandarización sugiere que se pueden utilizar resinas del mismo tono como sustitutos de entre sí, otras observaciones clínicas y estudios de laboratorio han demostrado que la coincidencia de colores entre diferentes marcas de resina compuesta es baja, así como tampoco se espera la correspondencia entre las resinas y la escala Vita Classical (26). Inicialmente, el color se medía únicamente con instrumentos colorimétricos y fotométricos sólo para eliminar el aspecto subjetivo de la medición del color (27). Posteriormente, la medición del color se combinó con pruebas de color subjetivas realizadas por profesionales para establecer un aspecto clínico (27).

Cabe señalar que la mayoría de los fabricantes comparan sus colores con la guía de colores VITA, una guía de colores adoptada universalmente. La producción de una restauración dental de cerámica que coincida con un tono objetivo depende del espesor de la porcelana (28)

Lagouvardos et al informó que la variabilidad en la confiabilidad y repetibilidad variaba según la guía de tonos elegida, ya que el sistema VITA Classic producía resultados más confiables y repetibles que el Vitapan 3D-Master (20).

Se respalda en la práctica clínica de curar una pequeña cantidad de composites en el diente para seleccionar el tono deseado antes de los procedimientos de restauración estética (28).

1.3.7 Sistema Munsell

Cuando el color se mide con una técnica visual utilizando el sistema Munsell, el color considerado se compara con un gran conjunto de pestañas de color. El valor se determina primero seleccionando la pestaña que más se corresponda con la claridad del color. El croma se determina a continuación con pestañas que están cerca del valor medido pero que tienen una saturación de color creciente. El tono se determina en último lugar haciendo coincidir las pestañas de color del valor y croma ya determinados (29).

1.3.8 Evaluación de color con fórmulas *CIELAB ΔE* y *CIEDE2000*

Los valores CIELAB permitieron a los investigadores desarrollar la fórmula Delta E (ΔE) que cuantifica las diferencias de color entre dos muestras. Una de las limitaciones del sistema CIELAB es que proporcionó un espacio de color que carece de uniformidad, en particular cuando las diferencias de color más pequeñas son motivo de preocupación. Esta limitación es significativa en odontología restauradora, ya que pequeños cambios en el color pueden tener un impacto directo en la perceptibilidad de las restauraciones. Para subsanar algunas de las limitaciones de CIELAB, la Comisión Internacional de Iluminación introdujo en 2001 una fórmula actualizada y mejorada, conocida como CIE 2000. Esta nueva fórmula se describió como una "mejora en la evaluación industrial de la diferencia de color". Se ha demostrado que CIE 2000 es superior a otras fórmulas de color y refleja mejor las diferencias de color percibidas por el ojo humano que la fórmula CIELAB. Se introdujo además CIEDE2000 (ΔE_{00}) para designar las diferencias de color entre dos muestras, calculadas mediante la fórmula actualizada (20).

En un restudio realizado por Lee y cols, se demostró una correlación significativa y alta (coeficientes de 0.99 y 0.98) entre las diferencias de color calculadas con ambas fórmulas, lo que sugiere que pueden utilizarse de manera intercambiable para evaluar las variaciones de color en estos materiales (29), Sin embargo, debido a la precisión superior de la fórmula ΔE_{00} en la discriminación de

cambios específicos en los parámetros de color, esta última podría ser preferida en evaluaciones detalladas de cambios en estética dental. (29).

El estudio concluye que, aunque ambas fórmulas son efectivas para evaluar la diferencia de color en composites de resina, la fórmula ΔE_{00} podría ofrecer una ventaja en situaciones donde se requiere una evaluación más detallada de parámetros individuales de color (29).

1.4. Tiempo de exposición a bebidas pigmentantes

Guler et al menciona que el fabricante de café afirma que el tiempo promedio para el consumo de 1 taza de una bebida es de 15 minutos, y entre los bebedores de café, el consumo promedio de café es de 3,2 tazas por día (30). Por lo tanto, 24 horas de inmersión de las muestras en café simulan el consumo de la bebida durante 1 mes (31).

A pesar de ser un material de mucha utilidad en odontología, las resinas bisacrílicas cuentan con debilidades. Por lo tanto, el objetivo de esta investigación es comparar la estabilidad de color de 4 resinas bisacrílicas: Bisacryl Nictone® (MDC Dental, México), Structur Premium® (Coltene, Altstätten Suiza), Luxatemp Star® (DMG, Hamburgo, Alemania) y CoolTemp® (Voco, Cuxhaven, Alemania) sumergidas en diferentes bebidas que tienen la capacidad de pigmentar.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las resinas bisacrílicas son materiales ampliamente utilizados en la odontología para la confección de restauraciones provisionales, debido a su facilidad de manipulación, baja contracción de polimerización y mejores propiedades estéticas en comparación con otros materiales. Sin embargo, uno de los principales retos clínicos asociados con estos materiales es su estabilidad de color, ya que pueden sufrir alteraciones cromáticas cuando se exponen a diferentes agentes pigmentantes presentes en el torno bucal y la dieta.

La estabilidad de color es un factor crítico en la odontología restauradora, ya que afecta directamente la percepción estética de los tratamientos provisionales y la satisfacción del paciente. Factores como la cantidad y tipo de relleno, la matriz polimérica y la porosidad del material pueden determinar la susceptibilidad de estas resinas a la tinción.

A pesar de la evidencia sobre el comportamiento de estos materiales, existe una limitada información comparativa sobre la estabilidad cromática de diferentes marcas comerciales de resinas bisacrílicas cuando son sometidas a condiciones de envejecimiento artificial que simulan el ambiente oral. Dado que las restauraciones provisionales pueden permanecer en la cavidad oral por períodos prolongados, es fundamental identificar cuáles resinas presentan mayor estabilidad cromática para optimizar la selección de materiales en la práctica clínica.

Por lo tanto, surge la necesidad de evaluar y comparar la estabilidad de color de cuatro marcas comerciales de resinas bisacrílicas (Bis Acryl-Nictone, Structur Premium, Luxatemp Star y CoolTemp) después de someterlas a un proceso de envejecimiento artificial en presencia de agentes pigmentantes. Esto permitirá determinar qué material conserva mejor sus propiedades estéticas y proporcionar evidencia para guiar la toma de decisiones en tratamientos provisionales.

3. JUSTIFICACIÓN

La estabilidad de color en las resinas bisacrílicas es un factor determinante en la estética y funcionalidad de las restauraciones provisionales. Dado que estos materiales pueden permanecer en la cavidad oral por periodos prolongados, es crucial seleccionar aquellos que mantengan mejor sus propiedades cromáticas.

Este estudio es relevante porque proporcionará información comparativa sobre la estabilidad de color de cuatro marcas comerciales de resinas bisacrílicas tras la exposición a agentes pigmentantes. Los resultados permitirán optimizar la elección de materiales en la práctica clínica, asegurando restauraciones provisionales con mayor estabilidad estética y mejor experiencia para el paciente.

4. HIPOTÉISIS

Existe diferencia significativa en la estabilidad de color (ΔE_{00}) en al menos un par de marcas comerciales de las resinas bisacrílicas evaluadas después de la exposición a soluciones pigmentantes.

5. OBJETIVO GENERAL

Comparar la estabilidad de color de cuatro diferentes marcas comerciales de resinas bis acrílicas:

- Bisacryl Nictone® (MDC Dental, México)
- Structur Premium® (Coltene, Altstätten Suiza)
- Luxatemp Star® (DMG, Hamburgo, Alemania)
- CoolTemp® (Voco, Cuxhaven, Alemania)

6. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Comparar la estabilidad de color de cuatro marcas comerciales de resinas bisacrílicas después de la exposición a bebidas pigmentantes que simulan condiciones bucales y alimentarias.
- Determinar el tiempo en el que las resinas bisacrílicas comienzan a presentar alteraciones en la estabilidad de color tras la exposición a bebidas pigmentantes.
- Identificar cuál de las cuatro marcas comerciales evaluadas presenta mayor estabilidad de color frente a la exposición a agentes pigmentantes.
- Analizar si existen diferencias estadísticamente significativas en la estabilidad de color de las resinas bisacrílicas evaluadas

7. METODOLOGÍA

7.1 Tipo de estudio: Experimental in vitro comparativo

7.2 Diseño de estudio: Diseño completamente aleatorizado

7.3 Población de estudio o muestra: El estudio incluyó un total de 80 muestras, conformadas por 20 discos de resina bisacrílica de cada una de las cuatro marcas evaluadas. Los discos fueron confeccionados con dimensiones estandarizadas y se les midió el color inicial antes de ser sometidos a la exposición en líquidos pigmentantes. Posteriormente, se realizó una segunda medición del color para evaluar los cambios en la estabilidad cromática. Dado el diseño experimental, el tamaño de muestra se determinó con base en estudios previos similares y la factibilidad del análisis dentro del marco del estudio.

7.4 Lugar de realización: Facultad de Odontología de la Universidad Autónoma de Chihuahua.

7.5 Criterios de selección

CRITERIOS	ENLISTAR
INCLUSIÓN: Son las características de los sujetos de estudio que deberán de cumplir para ser elegibles	Resinas bisacrílicas autopolimerizables.
EXCLUSIÓN: Son las características de los sujetos que no serán incluidos en el estudio, y tiene como objetivo el control de variables de confusión desde el diseño de la investigación.	Materiales que no seas resinas bisacrílicas.
ELIMINACIÓN: Son las circunstancias que pueden ocurrir durante la investigación, el seguimiento, que no permite en el análisis estadístico, el determinar la relación, asociación o correlación entre las variables dependiente, independiente y/o de confusión	Mala aplicación y manipulación de la muestra.

7.6 Operación de las variables:

Dependientes

CIEDE2000: Cuantitativa continua

Operacionalización diferencia de color basado en el espacio CIELab

Independientes

Resina bisacrílica: Cualitativa nominal

Operacionalización: marca comercial de resina bisacrílica

7.7 Materiales

- Resina bisacrílica: LuxaTemp Star (DMG Hamburgo, Alemania)
- Resina bisacrílica: Bis Acryl Nictone (MDC Dental, México)
- Resina bisacrílica: Structur Premium [Voco, Cuxhaven, Alemania)
- Resina bisacrílica: CoolTemp (Coltene, Altstätten Suiza)
- Refresco: Coca-Cola (The Coca-Cola Company, Atlanta, Georgia. EE.UU)
- Café: Nescafé Clásico (Nestlé. Vevey, Suiza)
- Te: Té verde (McCormick, McCormick & Company. Maryland, EE. UU)
- Espectrofotómetro: SpectroShade™ Micro (Mht Optic Research AG, Suiza)

7.8 Métodos

Se realizó un estudio experimental (antes- después), in vitro, donde se analizaron las propiedades físicas de estabilidad de color de cuatro materiales utilizados para la confección de prótesis provisionales: resinas Bis Acryl-Nictone (MDC Dental), Structur Premium (Voco), Luxatemp Star (DMG) y CoolTemp (Coltene) (Figura 1). Fueron sumergidas en tres líquidos de tinciones diferentes; Nescafe Clásico, Te Verde, y Coca-Cola (Figura 2). En la tabla 1 se describen los componentes de cada bebida.



Figura 1. Resinas bisacrílicas: Bis Acryl-Nictone (MDC Dental), Structur Premium (Voco), Luxatemp Star (DMG) y CoolTemp (Coltene).



Figura 2. Bebidas pigmentantes: Te verde, Nescafe Clásico, Coca-Cola

Tabla 1. Composición de bebidas.

Sustancia de tinción	Fabricante	Composición
Café	Nescafe Clásico	4g de café-200ml de agua destilada
Refresco	Coca-Cola	Agua, azúcar, caramelo, ácido ortofosfórico, cafeína, extracto de cola
Te verde	McCormick	Hojas de te verde, Antioxidantes (catequinas, flavonoides), cafeína (20-30 mg/taza), aminoácidos (L-teanina), vitaminas (vitamina C), minerales (manganeso, zinc)

Se seleccionaron cuatro resinas bisacrílicas: Bis Acryl Nictone, Structur Premium, Luxatemp Star y CoolTemp. Cada resina fue dispensada, manipulada y polimerizada siguiendo estrictamente las indicaciones del fabricante, utilizando una plantilla de 20 cavidades con dimensiones de 10 mm de diámetro por 2 mm de espesor (Figura 3).



Figura 3. Figura 3. Plantilla de 20 cavidades con dimensiones de 10 mm de diámetro por 2 mm de espesor.

Se prepararon 20 muestras para cada marca, obteniendo un total de 80 muestras, las cuales fueron divididas en cuatro grupos según la marca correspondiente (Figura 4).

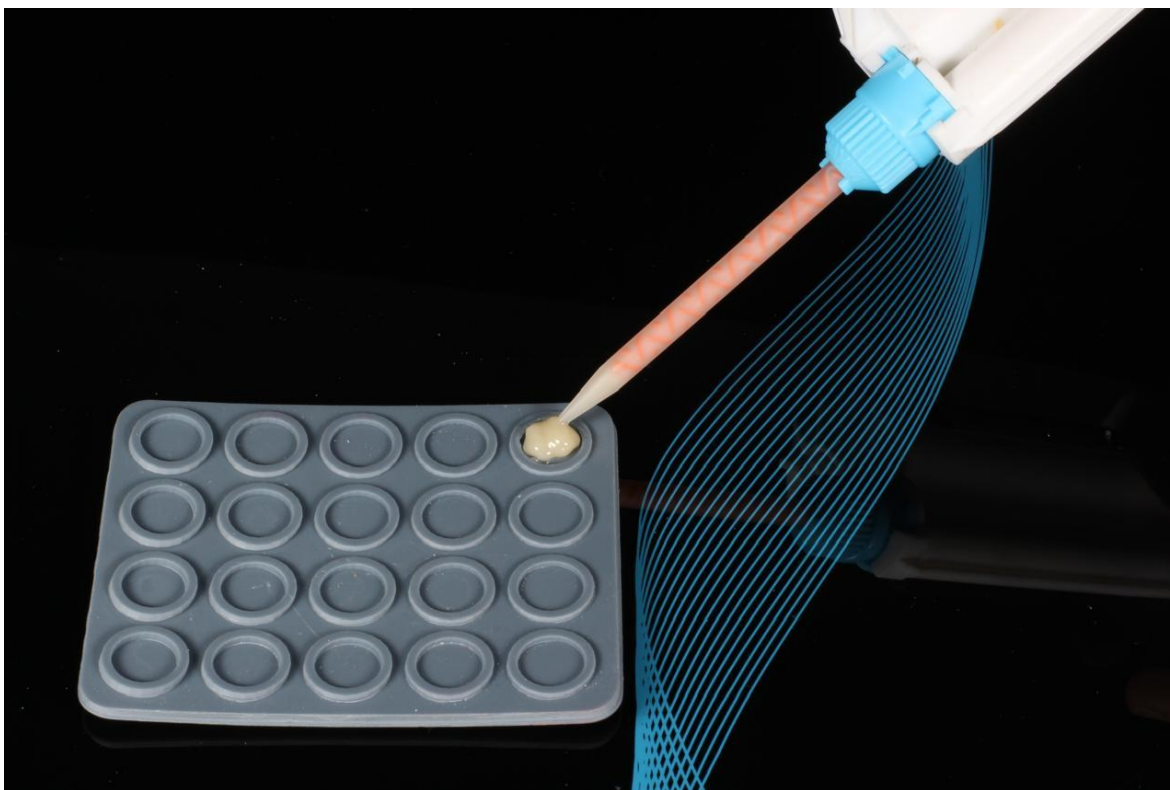


Figura 4. Inyección de resinas bisacrilica en plantilla.

Las muestras fueron retiradas de la plantilla con precaución para evitar fracturas. Antes del proceso de inmersión, se realizaron tres mediciones del color en el centro de cada disco bajo condiciones estandarizadas (Figura 5).

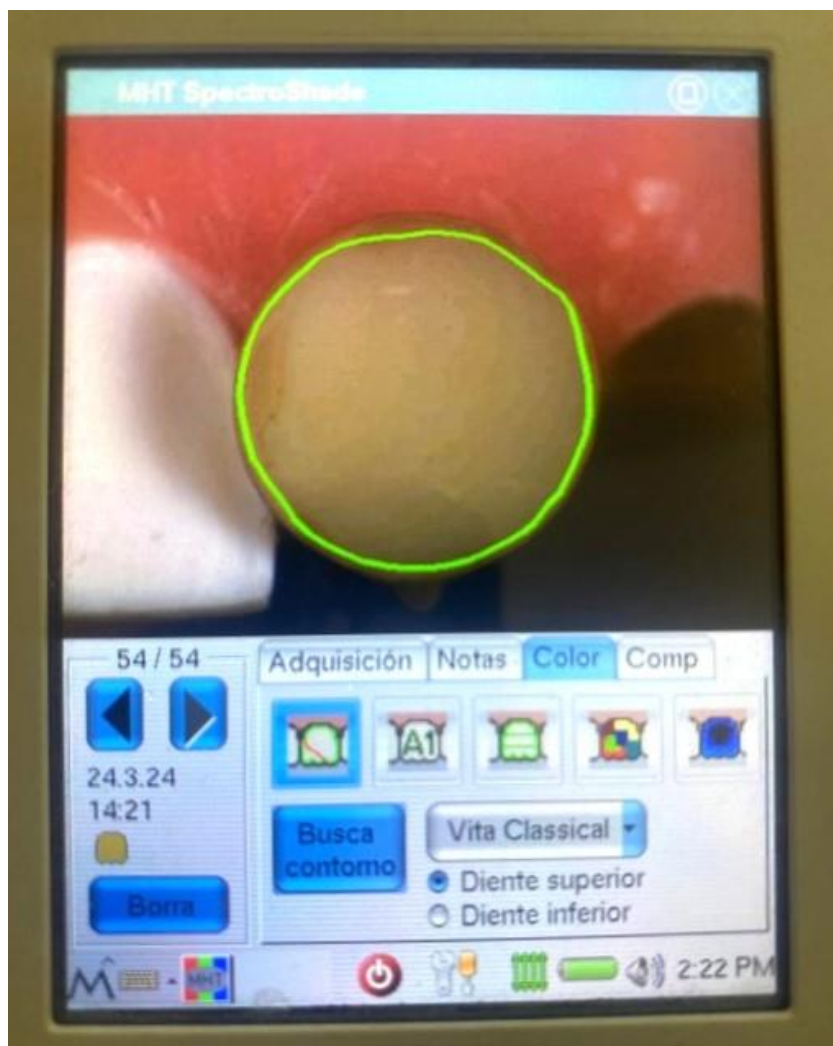


Figura 5. Medición de color de disco de resina bisacrilica

Se utilizó un espectrofotómetro (SpectroShade™ Micro, Mht Optic Research AG, Suiza), calibrado antes de cada serie de mediciones. Los valores de L^* , a^* y b^* según el sistema CIELAB fueron registrados para cada muestra.

Posteriormente, las muestras fueron sumergidas individualmente durante 24 horas en cada una de las siguientes soluciones, siguiendo el orden establecido: café soluble (Nescafé clásico , Nestlé. Vevey, Suiza) disuelto en agua, refresco de cola (Coca-Cola, The Coca-Cola Company, Atlanta, Georgia. EE.UU) y té verde (McCormick, McCormick & Company. Maryland, EE. UU) dando un total de 72 hrs.

Los recipientes que contenían las muestras se almacenaron en un lugar oscuro a temperatura ambiente para evitar la influencia de la luz y la temperatura en el proceso de tinción. Entre cada cambio de solución, las muestras fueron enjuagadas con agua destilada durante 1 minuto para eliminar cualquier residuo de la solución previa. En las Figuras 6 a 12 se observan las 20 muestras de cada marca previo sumersión y posterior a la misma.

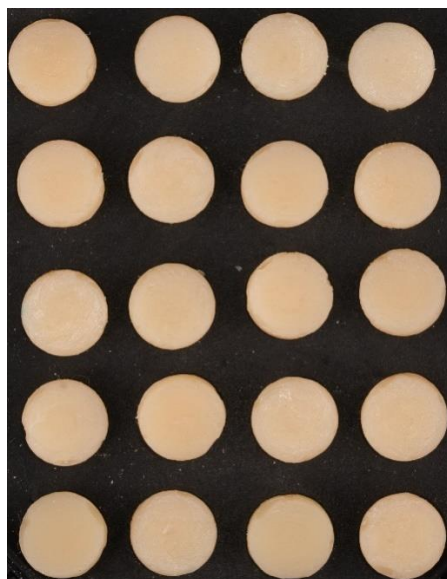


Figura 6. Discos de resina bisacrilica de Structur Premium previo a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.



Figura 7. Discos de resina bisacrilica de Structur Premium posterior a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.



Figura 8. Discos de resina bisacrilica de Luxatemp Star previo a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.



Figura 9. Discos de resina bisacrilica de Luxatemp Star posterior a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.



Figura 10. Discos de resina bisacrilica de Cooltemp previo a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.



Figura 11. Discos de resina bisacrilica de Cooltemp posterior a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.



Figura 12. Discos de resina bisacrilica de Bis acryl Nictone previo a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.



Figura 13. Discos de resina bisacrilica de Bis acryl Nictone posterior a la sumersión de las 3 bebidas pigmentantes.

Tras completar el procedimiento de inmersión, las muestras fueron secadas con papel absorbente sin dejar residuos. Se realizaron nuevamente tres mediciones del color en el centro de cada disco bajo las mismas condiciones que las mediciones iniciales, utilizando el mismo espectrofotómetro calibrado. Todas las mediciones fueron realizadas bajo condiciones controladas y consistentes para asegurar la confiabilidad de los datos.

7.9 Análisis estadístico:

La diferencia de color total entre las mediciones iniciales y finales se calculó utilizando la fórmula CIEDE2000 (ΔE_{00}), considerada la más precisa para evaluar diferencias perceptibles de color. Los valores de ΔE_{00} obtenidos para cada muestra fueron registrados en una hoja de cálculo de Microsoft Excel para su posterior análisis estadístico. Se realizó un análisis descriptivo de los datos, calculando medidas como medias, medianas, mínimos y máximos de los valores de ΔE_{00} para cada marca de resina. También se determinaron las frecuencias y porcentajes de

muestras que superaron los umbrales de perceptibilidad ($\Delta E_{00} > 1.01$) y aceptabilidad ($\Delta E_{00} > 2.66$). Para evaluar diferencias significativas entre las marcas, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) de una vía. Para determinar las diferencias entre los niveles de marca de resina, se realizaron comparaciones múltiples de medias ajustadas por el método de Tukey. Además, se realizó un análisis de correlación intraclase para evaluar la consistencia intra-instrumento en la medición del color ΔE_{00} , asegurando la confiabilidad del espectrofotómetro utilizado. Un valor de $p < 0.05$ fue considerado estadísticamente significativo.

El procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el software SAS Studio (SAS Institute Inc., Cary, NC, EE.UU).

7.10 Aspectos éticos:

El presente estudio in vitro no involucró participación de sujetos humanos ni animales, por lo que no requirió aprobación por parte de comité de ética. Se realizaron todas las pruebas siguiendo buenas prácticas de investigación científica.

8. RESULTADOS

Se evaluaron cuatro materiales diferentes: Bis acryl-Nictone, Cooltemp, Luxatemp Star y Structur Premium. En la tabla 2 se muestran los resultados que se evaluaron mediante delta y CIEDE 2000.

Tabla 2. Estabilidad de color (ΔE_{00}) en las resinas bisacrílicas

Variable	Media (DE)	Min-Max	p
Bisacryl-Nictone	3.95 (2.90) ^{ab}	0.81 – 14.61	<0.0001
Cooltemp	4.67 (1.72) ^a	2.0 – 9.06	
Luxatemp star	2.99 (0.80) ^b	1.70 – 4.55	
Structur premium	1.75 (0.82) ^c	0.45 – 3.54	

DE: desviación estándar. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

En el análisis descriptivo de la estabilidad de color entre las diferentes marcas evaluadas (Tabla 2), se observaron variaciones notables en los valores de ΔE_{00} . Bis Acryl-NicTone presentó una media de 3.95 con una desviación estándar elevada de 2.90, lo que indica una alta dispersión y poca consistencia entre sus resultados. Cooltemp mostró la media más alta (4.67) con una desviación estándar de 1.72, lo que refleja un comportamiento sistemáticamente más susceptible al cambio de color, aunque con variabilidad intermedia. En contraste, Luxatemp Star evidenció una media más baja (2.99) y una desviación estándar reducida (0.80), lo que sugiere resultados más uniformes y reproducibles. Finalmente, Structur Premium presentó la media más baja (1.75) y una desviación estándar igualmente baja (0.82), consolidándose como el material con mejor consistencia y predictibilidad frente a la alteración cromática. Los valores de mediana y rango (mínimo–máximo) siguieron esta misma tendencia, confirmando la dispersión observada en cada grupo.

Al aplicar el análisis de varianza (ANOVA) de una vía, se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las marcas ($p < 0.0001$). El análisis post hoc de Tukey indicó que Structur Premium presentó diferencias significativas frente a las demás resinas, mostrando la mayor estabilidad cromática. Cooltemp,

por su parte, exhibió valores significativamente más altos de ΔE_{00} en comparación con Structur Premium y Luxatemp Star. Cooltemp y Bis Acryl-Nictone presentaron los mayores cambios de color, con Bis Acryl-Nictone mostrando la mayor variabilidad entre muestras. En contraste, Structur Premium fue el material más consistente, con los valores de ΔE_{00} más bajos y uniformes, seguido de Luxatemp Star, que presentó un comportamiento intermedio con buena consistencia.

En la Figura 8 se aprecia gráficamente esta tendencia: Bis Acryl-Nictone exhibe una alta dispersión con varios valores atípicos, mientras que Structur Premium muestra la menor variabilidad y los valores más bajos de cambio de color, lo que refuerza su comportamiento más estable.

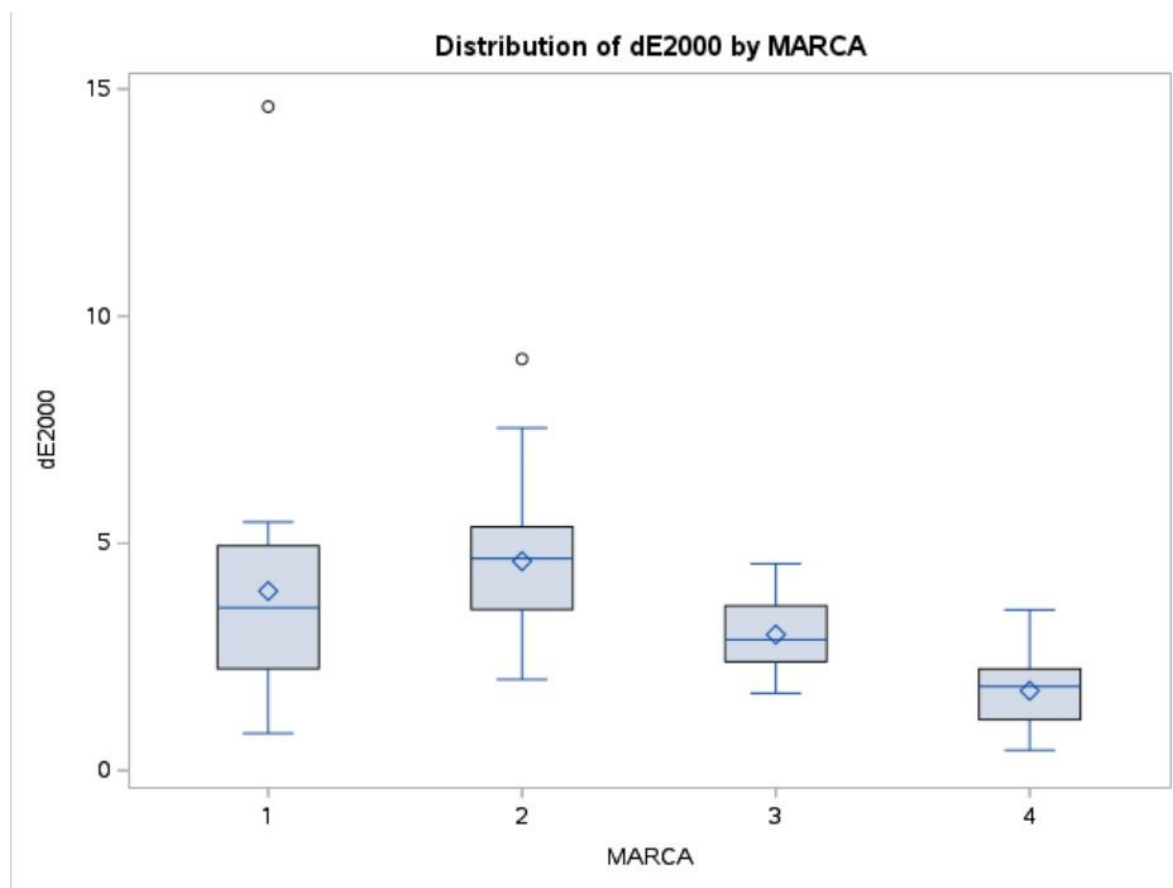


Figura 14. Gráfico de cajas (boxplot) que representa la distribución del valor dE2000 según diferentes marcas, etiquetadas como 1 (Bis- acry-Nictone. MDC

Dental), 2 (Cooltemp-Coltene), 3(Luxatemp star-DMG) y 4(Structur premium-Voco) en el eje horizontal (MARCA).

Tabla 3. Análisis Variable: ΔE

Variable	Media (DE)	Min-Max	p
Bis acryl-Nictone	5.89 ^{ab} (2.90)	1.47 – 24.80	<0.0001
Cooltemp	6.16 ^a (1.72)	2.82 – 11.90	
Luxatemp Star	4.05 ^b (1.09)	1.67 – 5.79	
Structur Premium	2.29 ^c (1.14)	0.64 – 4.49	

En la tabla 3 se resumen los resultados del ANOVA que evalúa la diferencia de color (ΔE) entre diferentes materiales dentales. Este tipo de análisis es crucial en la odontología, especialmente en el contexto de restauraciones estéticas, donde la precisión del color es esencial para lograr un resultado natural y satisfactorio para el paciente. La variable principal de estudio es ΔE , que representa la magnitud de la diferencia de color entre dos puntos en un espacio de color. Para cada material, se reportan las medidas de tendencia central (media y mediana), la dispersión de los datos (desviación estándar) y el rango de valores observados (mínimo y máximo). En los resultados se observa que Cooltemp mostró la mayor diferencia de color promedio (media de $\Delta E = 6.16$), lo que sugiere una mayor variabilidad en la correspondencia de color en comparación con los otros materiales. Bis acryl-Nictone también presentó una alta variabilidad, con una media de ΔE de 5.89 y un rango particularmente amplio (1.47 a 24.80), lo que indica que este material puede presentar inconsistencias significativas en términos de color. Luxatemp star presentó una menor diferencia de color promedio (media de $\Delta E = 4.05$) en comparación con Cooltemp y Bis acryl-Nictone, lo que sugiere una mayor estabilidad en su correspondencia de color. Structur premium fue el material con la menor diferencia de color (media de $\Delta E = 2.29$), indicando una excelente correspondencia de color y menor variabilidad.

Mediante el ANOVA se determinó el valor de p reportado (<0.0001) indica que las diferencias observadas en ΔE entre los diferentes materiales son estadísticamente significativas. Esto significa que la variación en la diferencia de color entre los mariales no es aleatoria, sino que depende del tipo de material utilizado. Los resultados sugieren que Structur premium ofrece la mejor consistencia en términos de color, seguido por Luxatemp Star, mientras que Cooltemp y Bis acryl-Nictone muestran a mayor variabilidad. En la figura 9 se muestra la distribución del valor ΔE en un grafico de cajas (boxplot). Adicionalmente en la figura 10 se muestran los T1 y T2 de las 4 resinas bis acrílicas.

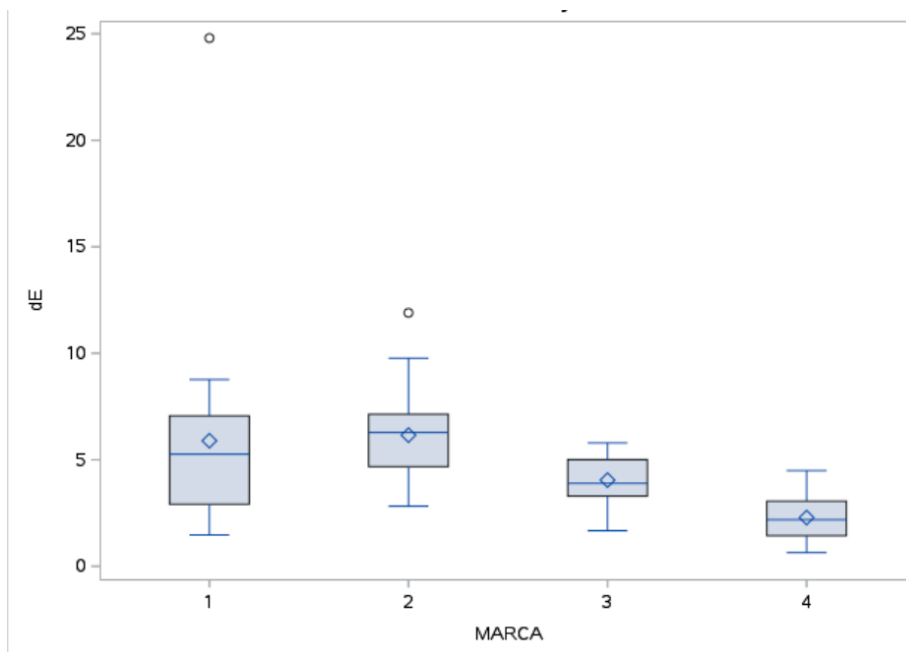


Figura 15. Gráfico de cajas (boxplot) que representa la distribución del valor ΔE según diferentes marcas, etiquetadas como 1 (Bis- acry-Nictone), 2(Cooltemp), 3(Luxatemp star) y 4(Structur premium).

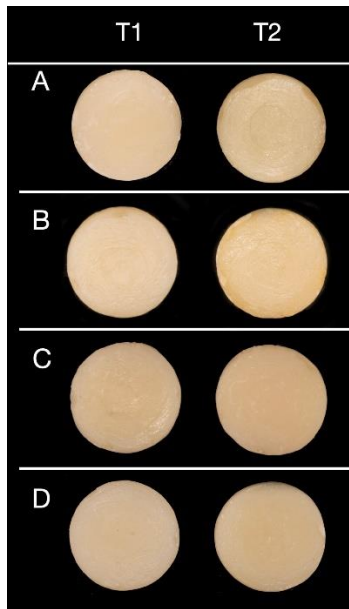


Figura 16. Discos de resina bisacrílica: A) Cooltemp (Coltene) B)Luxatemp Star (DMG) C) Bisacryl (Nictone) D)Structur Premium (Voco).

En la tabla 4 se observan las diferencias de color (ΔE_{00}) que superan los umbrales de perceptibilidad y aceptabilidad.

Tabla 4. Diferencias de color (ΔE_{00}) que superan los umbrales de perceptibilidad y aceptabilidad

Marca	Frecuencia	Porcentaje
<i>Umbral de perceptibilidad ($\Delta E_{00} > 1.01$)</i>		
Bisacryl-Nictone	19	95.0
Cooltemp	20	100
Luxatemp Star	20	100
Strucutr Premium	16	80.0
<i>Umbral de aceptabilidad ($\Delta E_{00} > 2.66$)</i>		
Bisacryl-Nictone	13	65.0
Cooltemp	17	85.0
Luxatemp Star	12	60.0
Strucutr Premium	3	15.0

9. DISCUSIÓN

Entre las resinas evaluadas, Structur Premium y Luxatemp Star mostraron los valores de ΔE_{00} más bajos y consistentes, indicando una mayor estabilidad cromática en comparación con Bis Acryl NicTone y Cooltemp, que presentaron valores de ΔE_{00} más elevados y variabilidad cromática significativa. Estos resultados reflejan la importancia de seleccionar materiales con características óptimas para mantener la estética de las restauraciones provisionales, especialmente en tratamientos de larga duración.

Se ha observado que los materiales compuestos con matrices más homogéneas y una alta carga de relleno suelen presentar una menor susceptibilidad a la absorción de colorantes (8, 9, 32). La estructura de las resinas bisacrílicas está compuesta por monómeros como el bis-GMA, el UDMA y, en algunos casos, el TEGDMA, un monómero de baja viscosidad, cuyas propiedades hidrofílicas pueden influir en la absorción de pigmentos y agua (33). Estudios previos indican que los materiales que contienen TEGDMA, exhiben una mayor movilidad molecular, lo que facilita la penetración de partículas de color y, por tanto, incrementa la susceptibilidad a la tinción (34, 35). Aunque en este estudio no se dispone de datos específicos sobre la composición y proporción de monómeros en las resinas analizadas, es plausible que las diferencias observadas en la estabilidad cromática puedan estar parcialmente influenciadas por estas variaciones estructurales en la matriz de las resinas (36). Este fenómeno es relevante porque destaca la importancia de considerar la composición química de los materiales en función de su desempeño clínico, particularmente en restauraciones provisionales donde la estética es un factor decisivo (37).

Además, la estabilidad de color de los materiales provisionales puede estar influida por la naturaleza y tamaño de las partículas de relleno (38). Los materiales con partículas de relleno nanométricas tienden a mostrar una mayor resistencia a la adsorción de pigmentos, ya que estas partículas permiten una distribución más

uniforme y una superficie menos propensa a retener colorantes (12). La presencia de partículas de relleno más grandes puede llevar a irregularidades superficiales que faciliten la adsorción de pigmentos (32). Sin embargo, para estas resinas en particular, el impacto del tamaño de las partículas de relleno no pudo evaluarse directamente y constituye una limitación de este estudio.

El acabado y la textura de la superficie también influyen en la estabilidad cromática de las resinas bisacrílicas (38). Estudios han demostrado que superficies lisas tienden a absorber menos pigmentos en comparación con superficies rugosas o irregulares (15, 32). Si bien una investigación previa sugiere que el pulido y el uso de agentes de glaze pueden reducir la rugosidad superficial, esta característica no tiene un impacto significativo en la estabilidad cromática tras la aplicación de estos tratamientos (36). Las resinas bisacrílicas, la polaridad inherente de sus polímeros y su afinidad con los líquidos polares podrían limitar la efectividad de estos tratamientos, lo que indica que la resistencia a la decoloración podría depender más de la composición química y la estructura interna de la resina que del tratamiento de superficie en sí (39).

Este estudio presenta varias limitaciones. La naturaleza *in vitro* de la prueba, aunque permite un control riguroso de las variables, no puede replicar completamente las condiciones de la cavidad oral, donde factores como la saliva, el microbiota oral, y variaciones de temperatura y pH afectan el desempeño de los materiales (40). Estudios clínicos son necesarios para confirmar la estabilidad cromática en condiciones reales. Asimismo, la falta de información detallada sobre la composición de cada resina y la ausencia de análisis de los componentes específicos limita la capacidad para establecer asociaciones directas entre las propiedades de la composición y el comportamiento de cada material. La obtención de estos datos en investigaciones futuras podría permitir una comprensión más profunda de las interacciones entre las características estructurales de las resinas y su estabilidad cromática.

Desde un punto de vista clínico, estos resultados tienen implicaciones importantes en la selección de materiales provisionales. La mayor estabilidad de color observada en Structur Premium y Luxatemp Star las convierte en opciones adecuadas para restauraciones provisionales en tratamientos de larga duración, en los que la estética es un factor fundamental. En aplicaciones de corto plazo, donde la estabilidad cromática puede no ser tan crucial, las resinas con mayor susceptibilidad a la tinción, como Bis Acryl NicTone y Cooltemp, podrían considerarse opciones viables. Sin embargo, la variabilidad en la estabilidad cromática observada entre diferentes resinas subraya la importancia de una selección informada, basada no solo en la estética inicial, sino en la durabilidad de la apariencia del material bajo condiciones reales de uso.

10. CONCLUSIONES

Existe una variabilidad significativa en la estabilidad de color de las resinas bisacrílicas dependiendo de la marca comercial. Structur Premium y Luxatemp Star demostraron ser las opciones más estables, con menor variabilidad en la diferencia de color, lo que las hace adecuadas para aplicaciones donde la estética a largo plazo es esencial. Bis acryl Nictone y Cooltemp por su parte, mostraron mayores fluctuaciones cromáticas, lo que sugiere una menor predictibilidad en su desempeño estético. Futuros estudios que incorporen estudios clínicos y análisis detallados de la composición de los materiales contribuirán a mejorar la comprensión y selección de materiales en la práctica odontológica.

11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Burke FJ, Murray MC, Shortall AC. Trends in indirect dentistry: 6. Provisional restorations, more than just a temporary. Dent Update. 2005 Oct;32(8):443-4
- 2- Kerby RE. Mechanical properties of urethane and bis-acryl interim resin materials. The Journal of Prosthetic Dentistry. 2013
- 3- Wang RL, Moore BK, Goodacre CJ, Swartz ML, Andres CJ. A comparison of resins for fabricating provisional fixed restorations. Int J Prosthodont 1989.
- 4- Jonghyuk Lee, DDS, PhDa and Seah Lee, DDS, MSb. Evaluation of add-on methods for bis-acryl composite resin interim restorations. The journal of prosthet. 2015.
- 5- Moulding MB, Teplitsky PE. Intrapulpal temperature during direct fabrication of provisional restorations. Int J Prosthodont 1990.
- 6- Solow RA. Composite veneered acrylic resin provisional restorations for complete veneer crowns. J Prosthet Dent 1999.
- 7- Strassler HE, Anolik C, Frey C. High-strength, aesthetic provisional restorations using a bis-acryl composite. Dent Today. 2007;26(128): 130–133.
- 8- Joiner A. Tooth colour: a review of the literature. Journal of Dentistry 2004.
- 9- Macedo MGF. Color stability of a bis-acryl composite resin subjected to polishing, thermocycling, intercalated baths, and immersion in different beverages. Esthet Restor Dent. 2018.
- 10-Doray PG, Li D, Powers JM. Color stability of provisional restorative materials after accelerated aging. J Prosthodont. 2001
- 11-Sham ASK, Chu FCS, Chai J, Chow TW. Color stability of provisional prosthodontic materials. J Prosthet Dent. 2004; 91(5):447–452.
- 12-Augusto MG, de Andrade GS, Caneppele TMF, Borges AB, Torres CRG. Nanofilled bis-acryl composite resin materials: Is it necessary to polish? J Prosthet Dent. 2020;124(4):494.e1-494.e5

- 13-Arima T, Murata H, Hamad T. The effects of cross-linking agents on the water sorption and solubility characteristics of denture base resin. J Oral Rehabil. 1996
- 14-Dsd JS. Color stability of repairs on bis-acryl resin submitted to thermal aging and immersion in beverages. Wiley. 2019
- 15- Rutkunas V, Sabaliauskas V, Mizutani H. Effects of different food colorants and polishing techniques on color stability of provisional prosthetic materials. Dent Mater J. 2010;29(2):167–176
- 16-Christiani JJ. COLOR: DENTISTRY CONSIDERATION AND INSTRUMENTS FOR RECORDING. 2016
- 17- Andrew Joiner WL. Tooth Colour and Whiteness: A review. Journal of Dentistry. 2017
- 18-Johnston WM. Color measurement in dentistry. Journal of Dentistry 2009.
- 19-Dozic A, Voit NFA, Zwartser R, Khashayar G, Aartman I. Color coverage of a newly developed system for color determination and reproduction in dentistry. J Dent. 2010;38 Suppl 2:e50-6
- 20-Akl MA, Sim CPC, Nunn ME, Zeng LL, Hamza TA, Wee AG. Validation of two clinical color measuring instruments for use in dental research. J Dent. 2022;125(104223):104223.
- 21-Chen H, Huang J, Dong X, Qian J, He J, Qu X, Lu E. A systematic review of visual and instrumental measurements for tooth shade matching. Quintessence International 2012.
- 22- Paul S, Peter A, Pietroben N, Hammerle CHF. Visual and spectrophotometric shade analysis of human teeth. Journal of Dental Research 2002
- 23- Wee AG. Color accuracy of commercial digital cameras for use in dentistry. Elsevier. 2004
- 24- Sampaio CS. Variability of color matching with different digital photography techniques and a gray reference card. The Journal of prosthetic. 2018.
- 25- dos Santos GB. Light transmission on dental resin composites. dental materials. 2008

- 26-Azevedo Miranda D de, Valle Marçal YL, Pícoli Proba F, Pimenta Moreira TK, Nobre Ferraz L, Baggio Aguiar FH. Color correspondence of different brands and composite resin systems in relation to the Vita Classical scale through spectrophotometry. *Dent Oral Craniofac Res.* 2019;5(1).
- 27-Falkensammer F, Arnetzl GV, Wildburger A, Freudenthaler J. Color stability of different composite resin materials. *J Prosthet Dent.* 2013;109(6):378–83.
- 28-Park SK, Lee YK. Shade distribution of commercial resin composites and color difference with shade guide tabs. *Am J Dent.* 2007 Oct;20(5):335-9. PMID: 17993033.
- 29-Lee YK. Comparison of CIELAB ΔE^* and CIEDE2000 color-differences after polymerization and thermocycling of resin composites. *Dent Mater.* 2005;21(7):678-82. doi:10.1016/j.dental.2004.09.005.
- 30-Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent.* 2005 Aug;94(2):118-24
- 31-Costa ÍA da F, Lima EMCX. Effect of colorant solutions on the color stability of provisional prosthetic materials. *Braz J Oral Sci.* 2018;17:1–8
- 32-Gantz L, Fauxpoint G, Arntz Y, Pelletier H, Etienne O. In vitro comparison of the surface roughness of polymethyl methacrylate and bis-acrylic resins for interim restorations before and after polishing. *J Prosthet Dent.* 2021;125(5):833.e1-833.e10.
- 33-Sulaiman TA, Rodgers B, Suliman AA, Johnston WM. Color and translucency stability of contemporary resin-based restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2021;33(6):899–905
- 34-Ferracane JL. Hygroscopic and hydrolytic effects in dental polymer networks. *Dent Mater.* 2006;22(3):211–22.
- 35-Sideridou I, Tserki V, Papanastasiou G. Effect of chemical structure on degree of conversion in light-cured dimethacrylate-based dental resins. *Biomaterials.* 2002;23(8):1819–29.

- 36-Commar BC, Danelon M, Panitente PA, Silva EVFD, Bitencourt SB, Barão VAR, et al. Effect of glaze and chlorhexidine on physical and mechanical properties of bis-acryl resin: An in situ study. *Polim Med.* 2022;52(2):93–9.
- 37-Morgado LB, Pedrosa MS, Medeiros IS. Post-cure heat treatments influence the mechanical and optical properties of acrylic and bis-acryl composite resins. *Oper Dent.* 2024;49(1):76–83.
- 38-Brito M-G-A, Pedrosa MS, Bona A-J, Rodrigues J-A, do Amaral F-L-B, Peruzzo D-C, et al. Finishing and polishing systems influence the roughness and color stability of acrylic and bis-acryl composite resins.
- 39-Soares IA, Leite PKB da S, Farias OR, Lemos GA, Batista AUD, Montenegro RV. Polishing methods' influence on color stability and roughness of 2 provisional prosthodontic materials. *J Prosthodont.* 2019;28(5):564–71
- 40-Gujjari AK, Bhatnagar VM, Basavaraju RM. Color stability and flexural strength of poly (methyl methacrylate) and bis-acrylic composite based provisional crown and bridge auto-polymerizing resins exposed to beverages and food dye: an in vitro study. *Indian J Dent Res.* 2013;24(2):172–7.

