

**CAMBIOS CROMÁTICOS EN UNA RESINA NANO HÍBRIDA EVALUADOS POR
EL SISTEMA CIELAB TRAS INMERSIÓN EN AGENTES PIGMENTANTES:
ESTUDIO IN VITRO**

AUTORES

**JUAN DAVID PUENTES REBOLLEDO
NICOLÁS ROMERO MARTÍNEZ**

**COLEGIO ODONTOLÓGICO
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
REHABILITACION ORAL
SANTIAGO DE CALI
15 DE JUNIO DEL 2025**



**CAMBIOS CROMÁTICOS EN UNA RESINA NANO HÍBRIDA EVALUADOS
POR EL SISTEMA CIELAB TRAS INMERSION EN AGENTES PIGMENTANTES:
ESTUDIO IN VITRO**

AUTORES

**JUAN DAVID PUENTES REBOLLEDO
NICOLAS ROMERO MARTINEZ**

DIRECTOR

DRA. JULIANA ZULUAGA
ESPECIALISTA EN BIOMATERIALES, OPERATORIA Y ESTETICA DENTAL

ASESOR METODOLÓGICO
ALEJANDRA MARLETH ORDOÑEZ MOLINA
MAGISTER EN CIENCIAS ODONTOLÓGICAS

ASESOR ESTADÍSTICO
JULIAN ANDRES TAMAYO CARDONA
ODONTÓLOGO, MAGISTER EN EPIDEMIOLOGIA

COLEGIO ODONTOLÓGICO
INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA COLEGIOS DE COLOMBIA - UNICOC
REHABILITACION ORAL



Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Santiago de Cali, 20 de junio 2025

DEDICATORIA

A nuestros padres, por su ejemplo de constancia y valores.

A quienes nos impulsaron con su apoyo silencioso y su fe inquebrantable.

“Los grandes logros nacen del esfuerzo constante y la voluntad de no rendirse.”

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su más sincero agradecimiento al Laboratorio de Microbiología de la Universidad del Valle, por brindar el espacio, los recursos y el acompañamiento necesario para el desarrollo experimental de este estudio. Asimismo, se extiende un especial reconocimiento a la casa comercial New Stetic, por su valioso apoyo logístico y por facilitar los materiales requeridos para la ejecución del proyecto.

A los docentes de la institución universitaria colegios de Colombia por compartir su conocimiento, orientar el camino académico y motivar constantemente a la excelencia. De manera especial, agradecemos a la doctora Juliana Zuluaga, tutora de este trabajo, por su guía, paciencia, compromiso y por ser un pilar fundamental en cada etapa de este proceso.

A nuestros padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por creer en nosotros incluso en los momentos más desafiantes. Gracias por ser nuestra mayor fuente de inspiración.

Finalmente, agradecemos a nuestros compañeros de estudio, por su colaboración, amistad y por haber hecho de este camino académico una experiencia enriquecedora y significativa.

1. Tabla de contenido

2.	INTRODUCCIÓN	9
3.	PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	13
3.1	PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN	15
4.	MARCO TEÓRICO.....	15
5.	OBJETIVOS.....	24
5.1	OBJETIVO GENERAL.....	24
5.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	24
6.	METODOLOGÍA.....	25
6.1	DISEÑO DEL ESTUDIO	25
	TIPO DE ESTUDIO:.....	25
6.2	POBLACIÓN OBJETIVO.....	25
6.2.1	Criterios de selección.....	25
6.3	TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO.....	26
6.3.1	Cálculo del tamaño de muestra.	26
6.4	DEFINICIÓN DE VARIABLES.....	27
6.4.1	Variables.....	27
6.4.2	Cuadro operacional de las variables.....	27
6.5	RECOLECCION DE INFORMACIÓN.....	30
6.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO.....	38
6.7	CONSIDERACIONES ÉTICAS.....	38
7.	RESULTADOS.....	40
8.	DISCUSIÓN	45
9.	RECOMENDACIONES.....	49
10.	CONCLUSIONES	50
11.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52
	ANEXOS.....	59

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Definición operacional de las variables.....	26
Tabla 2: Variables (L, Ca, Cb) antes y después de la inmersión en las soluciones. Mediana y Rangos intercuartílicos (RIC).....	40
Tabla 3: P-valor del análisis intergrupar de las variables (L2, Ca, Cb) posterior a la inmersión en las soluciones.....	42
Tabla 4. Variables (Delta L, Delta Ca, Delta Cb, Delta E) después de la inmersión en las soluciones evidenciando Mediana y Rangos intercuartílicos (RIC).....	43
Tabla 5. p-valor del análisis intergrupar de las variables (Delta L, Delta Ca, Delta Cb, Delta E) posterior a la inmersión en las soluciones.....	44

LISTA DE GRÁFICOS

<i>Gráfico 1: Cálculo de tamaño de muestra.....</i>	<i>26</i>
<i>Gráfico 2: gráfica de contraste del Delta E del café.....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 3: gráfica de contraste del Delta E de la solución salina.....</i>	<i>59</i>
<i>Gráfico 4: gráfica de contraste del Delta E del vino tinto.....</i>	<i>60</i>
<i>Gráfico 5: gráfica de contraste del Delta E del té.....</i>	<i>60</i>

GLOSARIO

CIELAB: Sistema tridimensional de coordenadas de color propuesto por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE), que permite cuantificar el color a través de tres ejes: L^* (luminosidad), a^* (componente rojo-verde) y b^* (componente amarillo-azul).

ΔE (Delta E): Diferencia total de color entre dos mediciones en el sistema CIELAB. Cuanto mayor sea el valor de ΔE , más perceptible será el cambio de color.

Estabilidad cromática: Propiedad de un material que le permite conservar su color original a lo largo del tiempo, especialmente tras la exposición a agentes externos como alimentos, bebidas o la luz.

Resina compuesta nanohíbrida: Material restaurador dental que combina partículas de relleno de tamaño nano y micro, con el objetivo de mejorar sus propiedades estéticas, mecánicas y de pulido.

Pigmentación extrínseca: Cambio de color en la superficie de un material provocado por la adsorción o absorción de sustancias externas como café, vino tinto o té.

Espectrofotómetro: Instrumento que mide la intensidad de la luz reflejada o transmitida por un objeto, permitiendo determinar parámetros de color como los valores CIELAB.

Fotopolimerización: Proceso mediante el cual una resina dental se endurece mediante la aplicación de luz, generalmente de longitud de onda azul, que activa los fotoiniciadores presentes en el material.

Tinción: Alteración del color original de un material restaurador como resultado del contacto con agentes colorantes externos.

Bebidas pigmentantes: Líquidos que contienen altos niveles de cromógenos (sustancias colorantes) y tienen la capacidad de alterar el color de los materiales restauradores. Ejemplos comunes: café, vino tinto y té negro.

Lampara de fotocurado: Dispositivo que emite luz en una longitud de onda específica, utilizado para endurecer materiales dentales fotopolimerizables.

Envejecimiento acelerado: Técnica utilizada en estudios in vitro para simular el paso del tiempo y evaluar el comportamiento de los materiales en condiciones controladas.

1. INTRODUCCIÓN

En la odontología restauradora moderna, uno de los principales retos es la búsqueda de materiales que no solo ofrezcan propiedades mecánicas adecuadas, sino que también mantengan su estética a lo largo del tiempo (1). Las resinas compuestas, introducidas en la década de 1950, han sido un avance significativo en este campo. Inicialmente, estas contenían partículas de silicato de hasta 0,04 a 5 micras (μm) (2). Sin embargo, con el progreso de la tecnología, se han introducido resinas con microrrellenos y nanorrellenos, lo que ha permitido mejoras tanto en resistencia como en estética (3).

Las resinas de microrelleno surgieron con la incorporación de partículas de sílice pirogénico de aproximadamente 0,04 micras (μm), lo que mejoró notablemente su pulido y estabilidad estética (4). Sin embargo, estas resinas presentaban limitaciones en cuanto a su resistencia mecánica, especialmente en zonas de alta carga oclusal (5). El avance de la nanotecnología permitió la creación de resinas de nano-relleno, que contienen partículas de entre 20 y 100 nanómetros (nm), combinando la resistencia mecánica de las resinas híbridas con una estética y pulido superior (6).

Aparte del tamaño y tipo de las partículas de relleno, la composición de la matriz orgánica de las resinas compuestas es clave en su comportamiento clínico. La matriz, compuesta de monómeros como Bis-GMA, UDMA y TEGMA, influye en la viscosidad, contracción por polimerización y conversión del monómero a polímero mediante fotoiniciadores como la canforoquinona siendo esta más implementada actualmente en la influencia de conversión de monómeros a polímeros (7). Además, en su relleno inorgánico se incorpora vidrio de sílice, que mejora la translucidez y refuerza la matriz, mientras que el circonio contribuye a la resistencia mecánica y al pulido, el estroncio, por su parte, otorga radiopacidad a las restauraciones, facilitando el diagnóstico radiográfico (8). Sin embargo, el desarrollo de matrices basadas en Bis-GMA introducidas en 1962 marco un hito en la odontología

restauradora al igual que la incorporación de nuevas matrices y rellenos que han permitido un continuo avance mejorando propiedades como su maleabilidad, translucidez, estética, retención de brillo, resistencia al desgaste, y la reducción de la contracción causada por la polimerización (9).

A lo largo de los años, los composites de resina han sido clasificados no solo por su composición sino también según su tamaño de partícula en constante evolución (10). Las macropartículas de 10-50 μm ofrecen alta resistencia mecánica, pero tienen una menor capacidad de pulido y mayor retención de placa bacteriana (8). Los microrrellenos (0,04-0,4 μm) ofrecen excelentes propiedades estéticas y de pulido, pero presentan una menor resistencia mecánica (10). Actualmente, los nanohíbridos, que combinan partículas micro y nanométricas, ofrecen una óptima estética, resistencia y capacidad de pulido, lo cual es crucial para una correcta selección clínica (9).

Un aspecto fundamental en la longevidad y estabilidad de las restauraciones con resinas compuestas es la capacidad de pulido (11). Resinas con partículas esféricas y homogéneas denominadas partículas supra-nanométricas las cuales presentan una mejor capacidad de pulido en comparación con aquellas que contienen partículas irregulares. Un adecuado acabado y pulido es crucial para reducir la acumulación de placa bacteriana y mejorar la estabilidad cromática (12), ya que superficies irregulares incrementan la adhesión de biofilm y pigmentos, lo que puede afectar tanto la estética como la durabilidad de la restauración (6). Por ello, el acabado superficial es un proceso esencial que comprende el contorneado, modelado, alisado y pulido de la restauración, asegurando la eliminación de irregularidades y el mantenimiento de la armonía anatómica del diente (13). De esta forma se conoce que cuanto menor sea el tamaño de las partículas de relleno, da como resultado una energía superficial alta en la interfaz relleno-matriz promoviendo la fusión en las estructuras del material compuesto (2). Entre estas, la resina nanohíbrida Zafira Light Curing Composite® se ha destacado por su combinación de resistencia, durabilidad y estética, lo que la convierte en una opción altamente favorable (12)

Las resinas compuestas han demostrado ser una alternativa eficaz en la odontología restauradora debido a su capacidad para replicar la estética dental natural. Sin embargo, la estabilidad del color sigue siendo un desafío clínico, ya que diversos factores pueden comprometerla con el tiempo. Entre estos factores se encuentran la conversión de polimerización, la profundidad de curado, la potencia de la lámpara utilizada (14), el tipo de pulido y la exposición a agentes pigmentantes. Una conversión de polimerización incompleta deja monómeros residuales que pueden alterar la tonalidad de la restauración. Asimismo, un curado deficiente compromete la estabilidad del color y la integridad estructural del material (14), lo que puede favorecer la absorción de pigmentos provenientes de sustancias como el café, vino y té siendo estas bebidas las más consumida en Colombia (15).

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la estabilidad del color de la resina nanohíbrida Zafira Light Curing Composite® fotopolimerizable al ser sumergida en estas bebidas, analizando los cambios que puedan ocurrir en su tonalidad y la posible relación entre la duración de la exposición y la intensidad de la coloración. Dado que la composición de la matriz orgánica influye en el tamaño de las partículas de carga, esto impacta directamente en la calidad del pulido de la resina, lo que a su vez puede afectar su resistencia a la pigmentación (2).

La resina Zafira Light Curing Composite®, recientemente introducida en Colombia, está compuesta por una combinación de diferentes monómeros de metacrilato, agentes de silano y relleno inorgánico lo que mejora sus propiedades mecánicas y estéticas con características radiopacas y una distribución de tamaño de partículas en un rango de 40 nanómetros (nm) a 20 micras (μm). Cuenta con un relleno inorgánico entre el 75 – 79% en peso, y las partículas de relleno inorgánico oscilan entre 40 nanómetros (nm) y 2 micras (μm), con un tamaño medio de partículas de 0,7 micras (μm). Adicionalmente tiene un contenido total de carga en peso superior al 78%. La matriz nanométrica está compuesta por metacrilatos, el relleno de vidrio de bario y dióxido de silicio, además de aditivos como iniciadores, estabilizantes y pigmentos.

Sin embargo, como cualquier otra resina compuesta, sigue siendo susceptible a la pigmentación por sustancias externas. Bebidas como el café, el vino y el té contienen cromógenos, taninos y presentan un pH ácido, factores que favorecen la absorción de pigmentos. Los cromógenos son moléculas con alta capacidad de generar color y adherirse a la superficie de la resina, mientras que los taninos potencian esta adhesión, y el pH ácido puede comprometer la integridad de la resina al aumentar su porosidad (17).

Por esta razón, es fundamental establecer protocolos adecuados de acabado y pulido, ya que una superficie rugosa favorece la acumulación de pigmentos, acelerando el deterioro estético de la restauración (17). A través de este análisis, se espera proporcionar información valiosa que contribuya a la comprensión del comportamiento de la resina Zafira en condiciones in vitro, así como a la toma de decisiones informadas en la selección de materiales para restauraciones estéticas. Este estudio no solo busca aportar al conocimiento científico en el área de la odontología restauradora, sino también optimizar el bienestar de los pacientes al garantizar resultados estéticos duraderos y de alta calidad.

2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En los últimos años, la odontología ha experimentado avances significativos en el campo de la estética dental, proporcionando a los odontólogos una amplia gama de materiales de diversas marcas y composiciones. Entre estos materiales existen alternativas como las resinas compuestas con una amplia aplicabilidad de condiciones clínicas según el protocolo establecido, sin embargo representan una opción ideal para realizar tratamientos por su biocompatibilidad con las estructuras dentales en sector anterior y posterior, permitiendo resultados estéticos y funcionales aplicados a los conceptos de la odontología moderna donde se plantea la importancia de la naturalidad de las restauraciones directas elaboradas mediante resina compuesta, destacando la importancia de un correcto protocolo de fotopolimerización y de pulido final de la restauración y la habilidad del operador clínico

El proceso de pulido de las resinas compuestas es vital para obtener una superficie lisa, reducir la acumulación de biofilm y mejorar la estética. Sin embargo, se deben considerar diversos factores, como la exposición al medio oral, la suavidad de la superficie, el momento óptimo para realizar el pulido y una rugosidad superficial $\leq 0.2 \mu\text{m}$ ideal para minimizar la adhesión de placa bacteriana y la retención de pigmentos, mejorando así la estabilidad del color y la durabilidad de la restauración (13). Existen dos protocolos principales: uno inmediato, que optimiza la polimerización final, pero puede causar sobrecalentamiento y manchas en la matriz; El tardío, que puede comprometer la microdureza y el sellado marginal de la restauración debido a la expansión higroscópica del material. (8). En ambos casos se recomienda el uso de refrigerante debido a que el calor intenso puede afectar la interfaz entre el diente y la unión adhesiva además de afectar la unión de las partículas y la matriz circundante.

Por lo tanto, el objetivo principal del proceso de pulido es mejorar la calidad de las superficies tratadas, reduciendo su rugosidad superficial, ajustando adecuadamente

los márgenes y eliminando cualquier exceso de material para prevenir problemas como la sobre obturación, puntos de contacto elevados. El resultado deseado es lograr superficies lisas que eviten la acumulación de alimentos y la formación de caries secundarias (12), debido a que el biofilm tendrá una influencia directa en la susceptibilidad del color en la superficie del material restaurador si se deja en su superficie durante un tiempo prolongado (17). De tal forma que en Arabia Saudita (2020) se ejecutó un proyecto de investigación sobre el cambio de duración del color y rugosidad de las superficies de las resinas implementando como variable la rugosidad y el determinado que se mantuvo la resina compuesta en contacto con el biofilm, demostrando que los materiales estéticos dentales que utilizaron no presentaron ningún cambio, ni alteraciones en el color ni en la rugosidad realizando un protocolo de pulido (6). Sin embargo, se debe conceptualizar que el efecto pigmentante de las resinas aumenta con la dieta y el tiempo en el cual estarán en contacto directo con los alimentos o bebidas oscuras (6).

El café en Colombia es una de las bebidas más apreciadas y presenta una alta penetración en los hogares, estimada en diversos estudios entre el 79 % y el 82 %. Debido al volumen de consumo, se considera una macro categoría con presencia en el 100 % de las grandes cadenas de mercados, supermercados independientes y en el 86 % de las tiendas de barrio, siendo estos últimos responsables del 60 % de las ventas de alimentos en Colombia (15). Por esta razón, la sociedad colombiana se establece como un alto consumidor y productor de café, lo que constituye una cualidad distintiva. En este contexto, se plantea que un producto característico de Colombia puede relacionarse con un producto de novedad y con equidad de origen, como es el caso de la resina Zafira Light Curing Composite - New Stetic. Esta es una resina nano híbrida fotopolimerizable, destinada al mercado nacional y diseñada para su implementación en restauraciones dentales anteriores y posteriores. Su formulación se basa en la combinación de monómeros de metacrilato, agentes silano y cargas inorgánicas con propiedades radiopacas, presentando una distribución de tamaño de partículas en un rango de entre 40 μ m

y 2.0 μm , con un contenido total de carga en peso superior al 78 %. Estas características permiten que el producto posea propiedades físicas, mecánicas y estéticas adecuadas para la restauración dental. Zafira Light Curing Composite** cuenta con una gama de colores en varias opacidades, incluyendo esmalte, dentina y tonalidades translúcidas, lo que permite a los odontólogos realizar restauraciones con una apariencia más natural y adaptable a la fisionomía de cada paciente. Dado que esta resina es un producto colombiano nuevo en el mercado, surge la necesidad de analizar su comportamiento tras la aplicación del protocolo de pulido y la eliminación de la capa inhibida, evaluando su respuesta frente a distintas bebidas. Además, se busca comparar los resultados obtenidos con los de resinas que han estado en el mercado por más tiempo y cuyo comportamiento bajo tinciones ha sido previamente estudiado, como es el caso de la Filtek Z350 XT (3M ESPE) (18).

2.1 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN

¿Como influyen las bebidas pigmentantes a la estabilidad del color de la resina Zafira light curing, considerando factores como el tiempo de exposición y la implementación de diversas sustancias?

3. MARCO TEÓRICO

Las Resinas Compuestas: Características y Aplicaciones en Odontología

Las resinas compuestas son materiales ampliamente utilizados en la odontología moderna debido a su versatilidad, estética y capacidad para adaptarse a diversas necesidades de restauración dental. Estas resinas están formadas por dos componentes fundamentales que se combinan para crear una estructura nueva con propiedades únicas. Una de las principales innovaciones en este campo fue realizada por Bowen (1), quien desarrolló una resina compuesta que incorpora una fase orgánica continua y reactiva basada en el BisGMA (Bisfenol-A glicidilmetacrilato), una molécula derivada de la reacción entre el bisfenol A y el glicidilmetacrilato. Esta resina también incorpora una fase inorgánica discontinua,

compuesta por vinil/silano, que tiene la capacidad de unirse químicamente con la matriz orgánica. Además, se añadieron moléculas de menor viscosidad, como el UDMA (dimetacrilato de uretano), para reducir la contracción que ocurre durante la polimerización.

Componentes Principales de las Resinas Compuestas

Las resinas compuestas se componen principalmente de dos elementos clave: la matriz orgánica y la matriz inorgánica. La **matriz orgánica** está formada por BisGMA y UDMA, los cuales son responsables de las uniones cruzadas en la polimerización del material, lo que le otorga resistencia (11). Para mejorar su fluidez y disminuir la viscosidad a temperatura ambiente, se añaden diluyentes como TEGDMA (dimetacrilato de trietilenglicol) y EDMA (dimetacrilato de etileno).

Por otro lado, la **matriz inorgánica** se compone de partículas de carga inorgánica que mejoran las propiedades físicas de la resina, como el cuarzo, que fue uno de los primeros materiales en ser incorporado. Estas partículas ayudan a reducir la absorción de agua, aumentar la resistencia a las fuerzas masticatorias y mejorar la manipulación de la resina. También se añaden compuestos como el bario y el estroncio para lograr radiopacidad, permitiendo que las restauraciones sean visibles en radiografías. (11)

Sistema de Iniciación y Activación de la Polimerización

El proceso de polimerización de las resinas compuestas depende de un sistema de iniciación y activación. El **iniciador** es una molécula que se activa mediante diversos métodos, como el calor, la luz ultravioleta o visible, o por reacción química. Estos iniciadores liberan radicales libres, que son esenciales para iniciar la reacción de polimerización. El **activador**, por su parte, acelera esta reacción, y generalmente está compuesto por elementos que absorben radiación (4).

En cuanto a los **inhibidores de la polimerización**, se utilizan para controlar el proceso, evitando una polimerización prematura. El éter monometílico de

hidroquinona es uno de los inhibidores más utilizados actualmente, reemplazando a la hidroquinona, que anteriormente causaba problemas con la coloración de las restauraciones. Además, se añaden **pigmentos** en forma de óxidos metálicos para conferir color y opacidad a las resinas, asegurando una conformidad estética con los dientes naturales. (5)

Clasificación de las Resinas Compuestas

Las resinas compuestas se clasifican según el tamaño de las partículas de relleno. Existen varios tipos, entre ellos:

- **Resinas de macropartículas:** Estas resinas contienen partículas de cuarzo o vidrio de estroncio o bario, con un tamaño de 15 a 100 micras (μm). Aunque ofrecían buenas propiedades mecánicas, hoy en día se utilizan menos debido a su baja calidad estética y alta susceptibilidad a la pigmentación. (2)
- **Resinas de micropartículas:** Estas se desarrollaron para solucionar los problemas de las resinas de macropartículas. Están hechas con sílice coloidal y presentan un tamaño de partículas de entre 0,02 y 0,9 micras (μm), lo que les otorga una excelente estética, especialmente para dientes anteriores. (2)
- **Resinas híbridas:** Combina partículas de tamaños diversos (de 10 a 50 micras (μm) y más de 40 nanómetros (nm)), con un contenido de carga del 70-80% en peso, y tienen una buena estética y resistencia, siendo bastante populares en odontología restauradora. (2)
- **Resinas microhíbridas:** Estas resinas combinan la resistencia de las híbridas con la estética de las micropartículas, con tamaños de partículas que oscilan entre 0,6 y 1 micras (μm). (2)
- **Resinas nanohíbridas:** Añaden nanopartículas de sílice pirogénico a las microhíbridas, lo que mejora aún más la viscosidad, la consistencia y las propiedades mecánicas. Estas resinas tienen menor contracción y mejor pulido. (2)

- **Resinas de nanopartículas:** Están compuestas por partículas de tamaño entre 100 nanómetros (nm) y 1 micra (μm). Aunque tienen menos carga de partículas, ofrecen una alta estética y durabilidad. (2)

Foto-Iniciadores y sus Tipos

Los **foto-iniciadores** son sustancias clave para la polimerización de las resinas compuestas. Los foto-iniciadores de tipo 1, como el óxido de trimetilbenzoildifenilfosfina (TPO), no requieren co-iniciadores y ofrecen alta eficiencia, aunque presentan una mayor tendencia a la decoloración. Los de tipo 2, como la canforquinona (CQ), requieren un co-iniciador, generalmente una amina terciaria, y son más eficientes en la luz visible, aunque pueden tener un color amarillento (19).

Propiedades Físicas y Mecánicas de las Resinas Compuestas

Las resinas compuestas son materiales ampliamente utilizados en odontología restauradora debido a su capacidad para imitar la estructura dental, su adhesión a los tejidos duros y su versatilidad en diversas aplicaciones clínicas. Su comportamiento en el medio oral está determinado por un conjunto de propiedades físicas y mecánicas que influyen en su desempeño a largo plazo. Dentro de estas, las propiedades físicas adquieren especial relevancia, ya que afectan directamente la estabilidad dimensional, la biocompatibilidad y la estética del material. (14)

Uno de los factores más críticos en las resinas compuestas es la contracción de polimerización, que ocurre cuando los monómeros de la matriz orgánica se convierten en polímeros, reduciendo el volumen del material. Este fenómeno genera tensiones internas que pueden comprometer la adhesión a la estructura dental y favorecer la aparición de microfiltraciones. La magnitud de la contracción varía según la composición del material, siendo menor en resinas con alto contenido de carga o con matrices modificadas, como las basadas en siloranos.(10)

Otro aspecto importante es el coeficiente de expansión térmica, el cual debe ser similar al de los tejidos dentales para evitar la formación de brechas en la interfase adhesiva debido a los cambios térmicos intraorales. En este sentido, la estabilidad dimensional de la resina también se ve influenciada por su absorción y solubilidad en agua, dado que los materiales poliméricos pueden captar agua con el tiempo, lo que puede afectar su resistencia mecánica y su ajuste marginal. (20)

Desde un punto de vista estético, la estabilidad del color y la fluorescencia juegan un papel crucial en el éxito clínico de las restauraciones. La exposición a agentes pigmentantes y a la radiación ultravioleta puede generar cambios cromáticos con el tiempo, especialmente en resinas con una matriz orgánica rica en Bis-GMA. Además, las propiedades ópticas del material, como la opacidad y la translucidez, están determinadas por el tipo y tamaño de las partículas de carga, lo que permite seleccionar diferentes tipos de resina según la ubicación y función de la restauración. En el ámbito radiográfico, la radiopacidad es una característica fundamental para diferenciar la resina de la estructura dental en imágenes diagnósticas, lo que se logra mediante la incorporación de óxidos metálicos como el bario o el zirconio.

En cuanto a sus propiedades mecánicas, el módulo de elasticidad es un parámetro clave que define la rigidez del material. En restauraciones posteriores, es deseable una resina con un módulo elevado para soportar las fuerzas masticatorias sin deformarse excesivamente. Asimismo, la resistencia a la compresión y a la flexión son determinantes en la longevidad de la restauración, siendo valores más altos indicativos de un material con mejor desempeño bajo carga oclusal.

La tenacidad a la fractura es otro aspecto esencial, ya que mide la capacidad del material para resistir la propagación de fisuras, un problema común en restauraciones sometidas a estrés masticatorio. De manera similar, la dureza superficial y la resistencia al desgaste influyen en la capacidad de la resina para mantener su integridad estructural y su acabado pulido a lo largo del tiempo. Las resinas con partículas nanorrellenas han demostrado un mejor comportamiento en

este aspecto, ofreciendo mayor resistencia al desgaste sin comprometer la estética.
(19)

Métodos de Medición del Color en Odontología: Escala CIELAB y DELTA E

La evaluación precisa del color es un aspecto fundamental en la odontología estética, especialmente al realizar restauraciones dentales como coronas, carillas y prótesis. La armonía cromática entre los dientes naturales y los materiales restauradores es esencial para lograr resultados satisfactorios y naturales. Para ello, se han desarrollado métodos de medición del color que permiten realizar comparaciones objetivas y cuantitativas. Entre estos, destacan la escala CIELAB y el índice DELTA E, dos herramientas fundamentales que permiten la medición precisa del color de los dientes y su comparación con los materiales utilizados en las restauraciones.

Escala CIELAB: Un Sistema Tridimensional para la Medición del Color

La escala CIELAB es un modelo tridimensional desarrollado por la Comisión Internacional de la Iluminación (CIE) que describe el color a través de tres componentes principales: luminosidad (L^*), y los ejes cromáticos rojo-verde (a^*) y amarillo-azul (b^*). Este sistema se caracteriza por ser perceptualmente uniforme, lo que significa que las diferencias numéricas en la escala corresponden a diferencias visuales percibidas de manera similar por el ojo humano.

1. **L (Luminosidad):** * Este parámetro mide la luminosidad o claridad del color, y varía en una escala de 0 (negro) a 100 (blanco). De esta forma, se puede distinguir entre colores más claros u oscuros.
2. **a (Eje rojo-verde):** * El valor de a^* refleja la posición del color en el eje rojo-Verde, con valores positivos representando tonalidades rojizas ($+a^*$) y valores negativos representando tonos verdes ($-a^*$).
3. **b (Eje Amarillo Azul):** * Este componente indica la ubicación del color en el eje amarillo-azul, con valores positivos ($+b^*$) representando tonos amarillos y negativos ($-b^*$) indicando tonos azules.

La escala CIELAB es ampliamente utilizada en odontología para la caracterización de los colores de los dientes y de los materiales dentales, ya que permite una medición detallada y precisa del color, lo que facilita la selección de materiales restauradores que se asemejen lo más posible a los dientes naturales del paciente.

DELTA E: Cuantificación de la Diferencia de Color

El índice DELTA E (ΔE) se utiliza para medir la diferencia de color entre dos muestras dentro del espacio tridimensional CIELAB. Esta medida cuantitativa resulta esencial para evaluar con precisión la concordancia cromática entre los dientes naturales y las restauraciones dentales. El cálculo de ΔE se realiza utilizando una fórmula que determina la distancia euclidiana entre los valores de L^* , a^* y b^* de dos muestras de color, lo que permite obtener un valor único que refleja la diferencia de color entre ambas.

La fórmula de ΔE es la siguiente:

$$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$$

$\Delta E = \sqrt{(L_1 - L_2)^2 + (a_1 - a_2)^2 + (b_1 - b_2)^2}$ Donde:

- L_1, a_1, b_1 son los valores del color de la primera muestra (por ejemplo, el color de un diente natural).
- L_2, a_2, b_2 son los valores del color de la segunda muestra (por ejemplo, el color de una restauración dental).

El valor de ΔE proporciona una interpretación clara de la diferencia cromática entre dos muestras. Los rangos de ΔE se interpretan de la siguiente manera:

- **$\Delta E < 1$** : No hay diferencia perceptible.
- **ΔE entre 1 y 3**: Diferencia leve, aunque perceptible.
- **ΔE entre 3 y 5**: Diferencia notable, visible a simple vista.
- **$\Delta E > 5$** : Diferencia significativa, inadecuada estéticamente para restauraciones dentales.

La medición precisa del color en odontología es fundamental no solo para la evaluación estética, sino también para la selección y adaptación de materiales dentales. El uso de la escala CIELAB y el índice DELTA E ha permitido un avance significativo en la odontología estética, ya que facilita la comparación objetiva entre el color de los dientes naturales y los materiales restauradores.

El desarrollo de tecnologías avanzadas, como los espectrofotómetros y los sistemas digitales de análisis de color, ha permitido la captura precisa del color dental y la realización de comparaciones objetivas, eliminando las variaciones subjetivas asociadas a la percepción humana. Estas herramientas proporcionan una medición más precisa que la evaluación visual tradicional, lo que garantiza que las restauraciones dentales sean lo más similares posible al color de los dientes naturales.

Además, la implementación de estas herramientas ha favorecido la mejora de los materiales dentales, como composites, porcelanas y cerámicas, permitiendo su diseño y fabricación con características cromáticas más realistas. Estas innovaciones no solo mejoran la estética de las restauraciones, sino que también optimizan su durabilidad y funcionalidad dentro de la cavidad bucal.

Pulido

La odontología actual utiliza resinas compuestas para rehabilitar las piezas dentales resguardando su integridad, forma estética, entre otras, es necesario considerar las propiedades del material restaurador como la rugosidad, brillo y el color de la pieza dentaria. (21)

El protocolo de acabo y pulido de las restauraciones realizadas establecerá el éxito de esta, muy aparte del tipo de resina o de la técnica utilizada. El acabado y pulido de una restauración dental da como resultado una superficie más estética y natural, dejando una superficie lisa. Se debe realizar un protocolo de pulido final considerando las indicaciones y recomendaciones del fabricante. Según la investigación de Días, I, et al, mencionan que las resinas deben tener un valor de

rugosidad aproximadamente menor a 0.2 μm , debido a que, si este valor es mayor, provocara la acumulación de placa bacteriana. (21)

Sistema de Disco de Terminado y Pulido SofLex XT

Son utilizados para pulir restauraciones, están cubiertos por un revestimiento de óxido de aluminio, se deben utilizar obedeciendo un orden empezando desde el grano más grueso hasta llegar al superfino, estos discos poseen un ojo metálico que va a ser insertado el mandril de la pieza recta, estos discos son reversibles pudiéndolos utilizar en varias superficies de la pieza dentaria, cabe recalcar que los discos de pulido tienen un solo uso, deben ser desechados luego de haberlos utilizado. (22)

Según Ferreira y colaboradores (2015) en su investigación acerca del método de pulido en la resina nanohíbrida Filtek Z250 al utilizar un sistema de Discos Sof-lex, y adicional a este un cepillo de carburo de silicio (astrobrush), pasta diamantada y al final un disco de fieltro, mostro un mejor resultado, reduciendo el valor de la rugosidad de la superficie de la resina. (23)

4. OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GENERAL

Evaluar la estabilidad del color de la resina Zafira light curing ante la exposición de sustancias como café, té, vino tinto y solución salina

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Identificar los parámetros de acuerdo con la estabilidad del color (luminosidad, croma a, Croma b, Delta E) de la resina Zafira light curing antes de ser sumergida a las sustancias.
2. Identificar los parámetros de acuerdo con la estabilidad del color (luminosidad, croma a, Croma b, Delta E) a los 12 días de la resina Zafira light curing después de ser sumergidas en las sustancias.
3. Contrastar los cambios de color entre los tiempos de evaluación y las sustancias.

5. METODOLOGÍA

5.1 DISEÑO DEL ESTUDIO

Tipo de Estudio:

Experimental in vitro

Diseño de Estudio:

Comparativo

5.2 POBLACIÓN OBJETIVO

Resina zafira light curing

5.2.1 Criterios de selección

5.2.1.1 Criterios de inclusión.

- Discos de prueba que presenten las características de la norma ISO 7491.
- Discos elaborados con la resina nanohibrida Zafira light curing color esmalte A2.
- Discos pulidos y lisos.

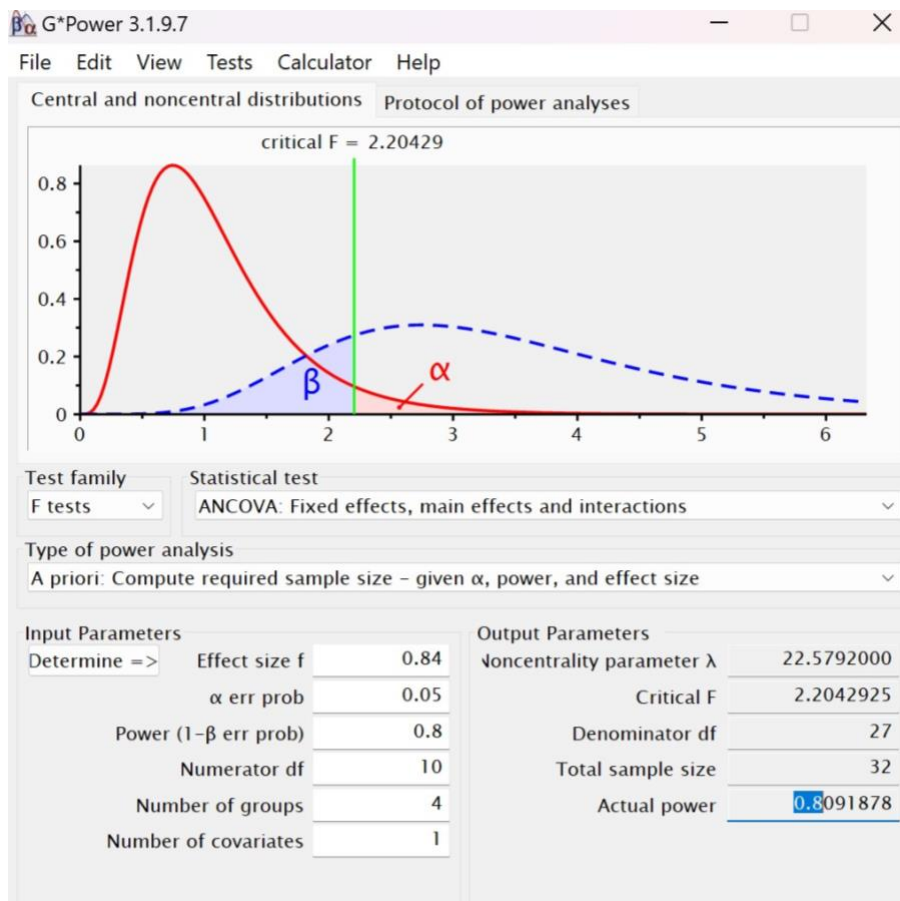
5.2.1.2 Criterios de exclusión.

- Discos que presenten irregularidades visibles.
- Discos que no cumplan con las medidas establecidas.
- Discos fabricados con otro tipo de resinas diferente

5.3 TAMAÑO DE MUESTRA Y DISEÑO DE MUESTREO

5.3.1 Cálculo del tamaño de muestra.

Grafico 1: Cálculo de tamaño de muestra



Se evaluó la estabilidad del color de la resina zafira light curing con un error de 0,05 grados y un nivel de confianza del 80% el tamaño de muestra fueron 32 discos de resinas zafira light curing tono A2 esmalte (Ilustración 1) los cuales se dividieron en 4 grupos conformados cada uno con 8 discos para cada tipo de bebida (café-vino-té-solución salina)

Según R. J., Nars los cambios detectables por espectrofotometría comienzan a partir de las 24 horas, sin embargo, se identificó que no había cambios estadísticamente significativos en las siguientes tomas a partir de los 3 y 6 días subsecuentes a la primera inmersión tomando en cuenta la medida NBS (24)

5.4 DEFINICIÓN DE VARIABLES

5.4.1 Variables.

Variable principal: estabilidad del color

Variables dependientes: Luminosidad, Croma a, Croma b, Delta E

Variables independientes: Tipo de sustancia, Tiempo

5.4.2 Cuadro operacional de las variables

Tabla 1: Definición operacional de las variables

Variables	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición	Valores	Fuente
Tipo de sustancia	Bebida liquida que puede producir cambio de color por efecto del café, vino tinto, te, solución salina después de un periodo de sumersión	Cualitativa	Nominal	Café Vino Te Solución salina	Experimento
Estabilidad del color	Es la invariabilidad del croma ocurrida después de someter una sustancia (resina) a un producto pigmentante. Luminosidad (L) Croma (a) de verde a rojo Croma (b) de azul a amarillo Se mide en nm (nanómetros)	Cuantitativa	intervalo	De 0 nm a 100 nm	Espectrofotómetro Escala CIELAB

Luminosidad	Desviación de la claridad del diente medido con respecto al color VITA classical A1-D4 indicado. El diente medido es más claro (+) o más oscuro (-) que el color VITA classical A1-D4.	Cuantitativa	intervalo	De 0 nm a 100 nm	Espectofotometro Escala CIELAB
Croma a	Desviación de la intensidad cromática del diente medido con respecto al color VITA classical A1-D4 indicado. El diente medido es más intenso (+) o más pálido (-) que el color VITA classical A1-D4.	Cuantitativa	intervalo	De 0 nm a 100 nm	Espectofotometro Escala CIELAB
Croma b	Desviación de la intensidad cromática del diente medido con respecto al color VITA classical A1-D4 indicado. El diente medido es más intenso (+) o más pálido (-) que el color VITA classical A1-D4.	Cuantitativa	intervalo	De 0 nm a 100 nm	Espectofotometro Escala CIELAB

Tiempo	Periodo determinado durante el que se realiza una acción	Cuantitativa	Ordinal	T1: 0 horas T2: 288 horas	Incubadora
Delta E	Unidad para la distancia de color entre dos colores De 0 a 1, no es perceptible por el ojo humano. De 1 a 2, es perceptible bajo atenta observación. Entonces, un profesional podría llegar a percibirlo. De 2 a 10, es perceptible de un vistazo. De 11 a 49, los colores son más parecidos que opuestos. Cuando el valor es 100, los colores son totalmente opuestos.	cuantitativa	Ordinal	$\Delta E^* > 0$	Espectrofotómetro Escala CIELAB

5.5 RECOLECCION DE INFORMACIÓN

La técnica será la observación indirecta. Por medio del espectrofotómetro se identificaron los cambios del color que se producen por la inmersión de los cuerpos de prueba a las diferentes bebidas. Se recolectaron los resultados de la siguiente manera:

Se utilizó una matriz circular de resina impresa como molde de medidas 5 mm de diámetro por 2 mm de altura (imagen 1) de acuerdo con la norma ISO 7491.

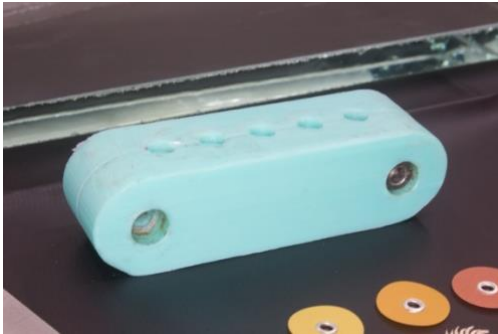


Imagen 1: Implementación de matriz circular impresa.

Se confeccionaron un total de 32 discos, 8 discos por bebida. La resina utilizada fue la Zafira light curingâ de color esmalte A2 (New Stetic lote: 080524 – 090823 - 020124). El molde circular se cubrió con vaselina para aislar (Imagen 2), se procedió a aplicar y condensar la resina en un solo incremento (Imagen 3), y con la implementación de la cinta celuloide y una loseta de vidrio se compactó el material (imagen 4).

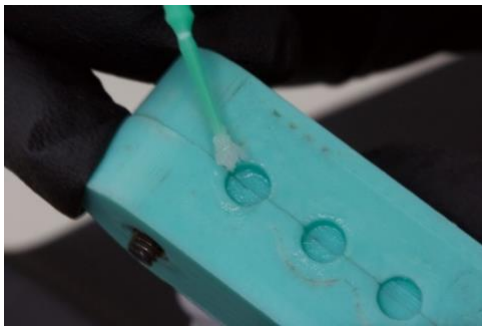


Imagen 2: Aplicación de base aislante en la matriz impresa.

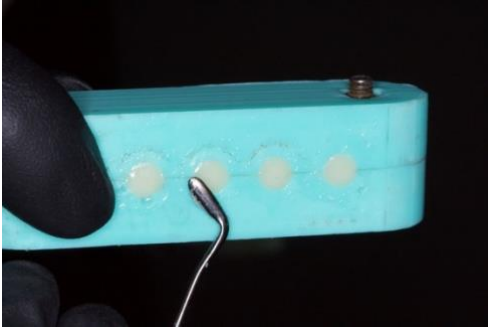


Imagen 3: Aplicación y condensación de la resina compuesta.

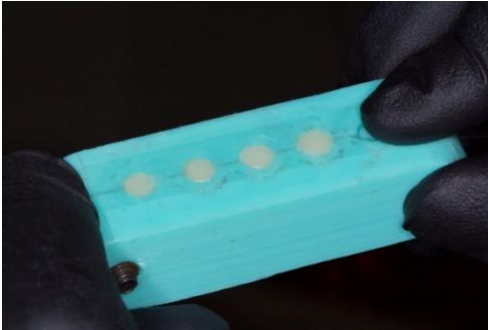


Imagen 4: Compactación de la resina mediante una tira de celuloide y loseta.

Para la fotopolimerización se utilizó una lámpara LED O-Light Max Woodpeckerâ, calibrada previamente a siguiendo las recomendaciones del fabricante con una polimerización durante a una luz visible con una intensidad de 1.947 mili watts por centímetro cuadrado (mW/cm²) por 20 segundos (Imagen 5).

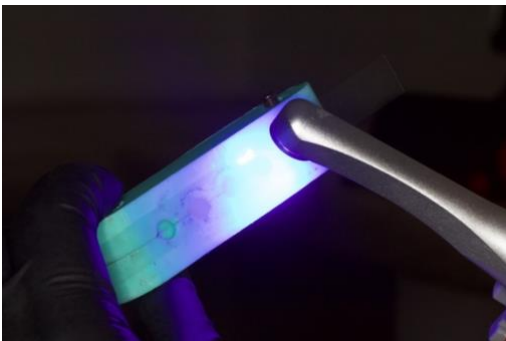


Imagen 5: Polimerización de la resina compuesta.

Una vez terminada la fotopolimerización se procedió a retirarlas del molde, se calibraron los discos en grosor (imagen 6) y diámetro (imagen 7) verificando que

tuvieran las mismas medidas y se almacenaron en un ambiente oscuro y seco mediante frascos individuales color ámbar para cada cuerpo de prueba.



Imagen 6: Calibración del grosor posterior a la fotopolimerización.

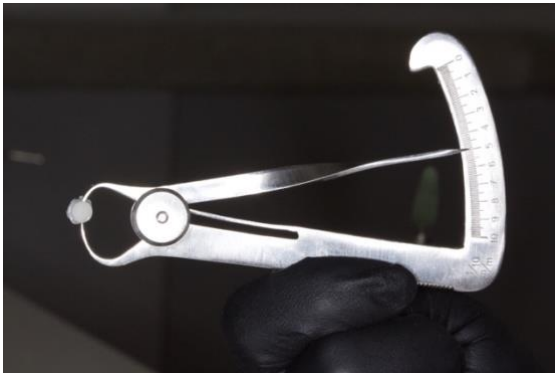


Imagen 7: Calibración del diámetro posterior a la fotopolimerización.

Después de 48 horas almacenados en frascos de vidrio ámbar, mediante una pieza de baja velocidad calibrada previamente se realizó el protocolo de pulido (Imagen 8 y 9) y brillo (Imagen 10 y 11). en húmedo implementando discos Sof-Lex y espirales de 3M[®] con una leve presión (el fabricante recomienda de 15.000 - 20.000 RPM) y se implementó cada disco uniformemente 1 vez y en una única dirección sobre las superficies de los discos de prueba durante 10 segundos para finalizar el proceso (imagen 12).



Imagen 8-9-10: Pulido en húmedo implementando discos 3M™ Sof-Lex™ XT, Essential Kit



Imagen 11 - 13: Pulido en húmedo implementando espiral de Diamante para Pulido 3M™ Sof-Lex™

Las muestras fueron divididas en 4 grupos para cada bebida, 8 discos para el Café, 8 discos para el té, 8 discos para el vino tinto y 8 discos para la solución salina que se utilizó para asemejar la saliva como grupo control, cada muestra fue almacenada nuevamente en un frasco de vidrio ámbar y rotuladas aleatoria de acuerdo con el grupo de bebida que se va a sumergir.



Imagen 14: almacenamiento de las muestras en frascos de vidrio ámbar

Se tomó inicialmente una prueba de color para definir el color inicial con ayuda del espectrofotómetro siguiendo las indicaciones del fabricante, se tomó el color en 3 puntos por cada disco para obtener una medida más uniforme y así determinar el color.

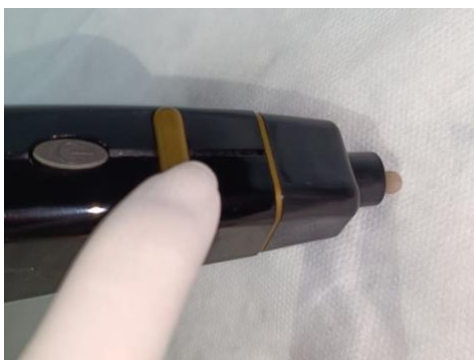


Imagen 15: primera toma de color con espectrofotómetro

seguido de esto los frascos fueron llenados con la respectiva bebida con una cantidad de 2 ml



Imagen 16-17-18-19: embace de las sustancias en los frascos de almacenamiento

y fueron almacenadas en una incubadora shaker de la marca Jeio Techâ (Modelo ISS-7100 - serie No. 1C025401) de la Universidad del Valle sede Cali, a una temperatura de 37 °C a 200 rpm



Imagen 20-21 : incubadora shaker

y se dejaron un periodo total de 12 días, haciendo un cambio de las sustancias cada 48 horas, luego de esto se hizo la toma del color final tomándola en 3 puntos por cada disco para obtener una medida más uniforme y así determinar el color final luego de haber transcurrido el ciclo con ayuda del espectrofotómetro.



Imagen 22: segunda prueba de color.

Se registraron fotos y anotaciones de los colores iniciales y los finales, los datos fueron recolectados en una base de datos y graficados basados en un análisis estadístico.

5.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se construyó una base de datos en hojas de cálculo de Microsoft Excel; el análisis se realizó con Graphpad Prism Versión 9.4.1; este consiste en hacer un cálculo de las medidas de tendencia central, dispersión y posición de la resina Zafira light curing para cada uno de los componentes del espacio de color CIE L a*b* y los valores de ΔE_{00} entre las mediciones en cada grupo de T1(0 horas) T2(288 horas) y en 4 grupos según la sustancia en la que serán sumergidos: Café, té, Vino tinto y Solución salina.

Se contrastaron los valores de CIE L a*b* entre las mediciones T1 y T2 para cada grupo de muestra de la resina mediante pruebas t-student pareada o Wilcoxon al interior de la marca Zafira; de igual forma se comparó mediante pruebas t-student o Mann Whitney entre la resina y las sustancias (Café, té, Vino tinto y Solución salina) mediante Anova o Kruskal Wallis. Las pruebas paramétricas se aplicaron de acuerdo con el cumplimiento de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas contrastadas con pruebas de Shapiro Wilk y Prueba de Levene, respectivamente.

El análisis se complementó con el contraste de las distribuciones de ΔE_{00} entre los grupos en T1 y T2 con pruebas de Wilcoxon, comparativos para la marca de resina mediante Mann Whitney y Kruskal Wallis para identificar diferencias entre sustancias. Los contrastes se realizaron con un nivel de confianza del 80% y de significancia de 5%.

5.7 CONSIDERACIONES ÉTICAS

La investigación incluyó principios éticos desde su diseño y el desarrollo de esta. Se dispuso de los recursos necesarios para su ejecución. La investigación se ajusta a las consideraciones éticas según lo dispuesto en la Resolución 8430 de 1993 del Ministerio

de Salud de Colombia y a los requerimientos del comité de ética de la institución universitaria colegios de Colombia.

En la investigación se aclaran los principios de la bioética: se da a entender que al ser una investigación con materiales dentales no cuenta con consideraciones éticas de autonomía ni justicia debido a que no se trabajará con seres vivos, pero si se aplica las consideraciones éticas de beneficencia por lo que con la investigación se logrará que odontólogos como personas que estén relacionadas con esta carrera e igual mismo interesadas conozcan sobre los beneficios, usos de las resinas a trabajar, no causará maleficencia al ambiente, ni a los seres humanos ya que se realiza esta investigación en pleno uso de conciencia y razón de todos los actos que se estén realizando brindan el poder de decidir sobre la investigación.

6. RESULTADOS

Los 4 grupos de análisis se conformaron por 8 discos para cada grupo de bebida (solución salina, café, vino y te) para obtener un total de 32 discos. Inicialmente se implementaron pruebas de normalidad en donde se observó que en todas las variables no existen evidencias para aceptar la hipótesis de normalidad, por tal motivo se implementaron pruebas no paramétricas tales como la prueba de Kruskal Wallis para comparar más de dos grupos y posteriormente la prueba de Mann Whitney para comparar dos grupos.

En la tabla 1 se evidencia los resultados de la escala CIELAB para cada uno de los grupos, en donde están las variables para las mediciones de luminosidad (L), croma a (Ca), y croma b (Cb). Antes de implementar las soluciones no se encuentran diferencias significativas ($p > 0.05$) en ninguno de los grupos de estudio, a partir de la prueba Kruskal Wallis.

Sin embargo, luego de transcurrir los 12 días de inmersión en las bebidas de tinción se presentó un cambio estadísticamente significativo ($p < 0,05$) en por lo menos 1 de los 4 grupos evaluados y sus variables (L, Ca, Cb).

Tabla 2. Variables (L, Ca, Cb) antes y después de la inmersión en las soluciones. Mediana y Rangos intercuartílicos (RIC)

	Solución Salina Mediana (RIC)	Café Mediana (RIC)	Vino Mediana (RIC)	Te Mediana (RIC)	P valor
Luminosidad antes de la inmersión	85,50(85,00- 86,33)	85,67(85,00- 86,33)	86,00(85,00- 86,50)	85,67(85,00- 86,33)	0,927
Luminosidad después de 12 días de la inmersión	95,00(95,00- 95,00)	94,00(94,00- 94,00)	92,00(91,67- 92,00)	95,00(95,00- 95,00)	0,000

Croma a antes de la inmersión	9,83(9,17-10,33)	9,83(9,50-10,33)	9,67(9,33-10,50)	9,83(9,33-10,00)	0,984
Croma a después de 12 días de inmersión	3,33 (3,17-3,67)	3,33(3,00-3,67)	4,00(4,00-4,17)	3,33(3,17-3,33)	0,000
Croma b antes de la inmersión	57,67(56,50-57,67)	57,67(56,67-57,67)	57,67(57,00-58,33)	57,67(56,50-57,67)	0,828
Croma b después de 12 días de inmersión	5,00 (5,00-5,00)	-3,00(-3,00 - 3,00)	-7,00(-8,00- 7,00)	4,83(4,67-5,00)	0,000

Para evidenciar en que grupo son los que presentaron una diferencia significativa se realiza un análisis intergrupar para saber en cuál de los grupos evaluados se presenta una diferencia significativa, a partir de la prueba Mann Whitney.

En la evaluación del grupo de solución salina y café se presentó una diferencia significativa en L2 ($p=0,000$) y Cb ($p=0,000$), pero no hay diferencia significativa en Ca ($p=0,821$). En el grupo de solución salina y vino se encontró diferencias significativas en los 3 parámetros los cuales son L2 ($p=0,000$), Ca ($p=0,001$), y Cb ($p=0,000$). En el grupo de solución salina y té se encontró diferencias significativas en Ca ($p=0,494$), y Cb ($p=0,027$), más sin embargo no se presentó diferencias significativas en L2 ($p=1.000$). En el grupo de café y vino se encontró diferencias significativas equitativas en L2, Ca, Cb ($P=0,000$). En el grupo de café y té se encontró diferencias significativas en los parámetros L2 ($p=0,000$), y Cb ($p=0,000$), sin embargo, no se encontró diferencia significativa en el parámetro Ca ($p=0.824$). En el grupo de vino y té se encontraron diferencias en todos los parámetros siendo

L2 y Ca ($p=0,000$), y Cb ($p=0,001$). Por lo tanto, se evidencia una mayor prevalencia en el cambio del color en el factor del croma b en la escala CIELAB.

Tabla 3. P-valor del análisis intergrupar de las variables (L2, Ca, Cb) posterior a la inmersión en las soluciones.

	Solución salina Vs Café	Solución salina VS Vino	Solución salina Vs te	Café Vs Vino	Café Vs te	Vino Vs te
Luminosidad después de 12 días de inmersión	0,000	0,000	1,000	0,000	0,000	0,000
Croma a después de 12 días inmersión	0,821	0,001	0,494	0,000	0,824	0,000
Croma b después de 12 días de inmersión	0,000	0,000	0,027	0,000	0,000	0,001

Al evaluar el Delta E se tomaron en cuenta las variables del Delta L, Delta Ca y Delta Cb que son aquellos que conforman el Delta E, siendo este la sumatoria de los valores que lo conforman (Delta L, Delta Ca, Delta Cb, Delta) elevado al cuadrado para evidenciar la diferencia de sensación visual (tabla 3).

Se evidencia que en todos los Delta, menos en Delta Ca ($p=0.106$) se encontraron diferencias significativas ($p<0.05$). Estos resultados indican que los cambios producidos en el color luego de la inmersión en las distintas soluciones producen cambios diferentes de acuerdo con el tipo de solución.

Tabla 4. Variables (Delta L, Delta Ca, Delta Cb, Delta E) después de la inmersión en las soluciones evidenciando Mediana y Rangos intercuartílicos (RIC)

	Solución Salina Mediana (RIC)	Café Mediana (RIC)	Vino Mediana (RIC)	Te Mediana (RIC)	P valor
Delta L	9,50(8,70-10,00)	8,30(7,70- 9,00)	6,00(5,00-7,00)	9,29 (8,70-10,00)	0,000
Delta Ca	-6,35(-7,15- -5,65)	-6,50(-7,00- -6,00)	-5,65(-6,00- -5,15)	-6,48(-6,70- -6,15)	0,106
Delta Cb	-52,70(-52,70- -51,50)	-60,70(-60,85- -59,65)	-64,70(-66,35- -64,00)	-52,46(-53,15- -51,65)	0,000
Delta E	53,70(52,85-53,90)	61,45(60,70- 61,90)	65,15(64,45- 66,85)	53,69(53,00-54,35)	0,000

Ahora, para determinar cuáles son las soluciones que producen cambios diferentes en las medidas Delta L, Delta, Cb y Delta E se realiza un análisis Intergrupar a partir de la prueba Mann Whitney en donde se observó que al comparar el grupo de solución salina y café se encontró diferencias significativas en el Delta L ($p=0,023$), Delta Cb ($p=0,001$), Delta E ($p=0,001$), y por lo contrario no se encontró diferencias significativas en el factor del Delta Ca ($p=0,750$). Al comparar el grupo de solución salina y vino se encontró diferencias significativas en el Delta L ($p=0,001$), Delta Cb ($p=0,001$), Delta E ($p=0,001$), Sin embargo, no se encontró diferencias significativas

en el factor del Delta Ca ($p=0,95$). En la comparación entre el grupo de solución salina y té se encontró diferencias significativas en el Delta Cb ($p=0,448$), Delta E ($p=0,400$), Sin embargo, no se encontró diferencia significativa en el factor del Delta L ($p=0,787$) y en el Delta Ca ($p=0,957$). En la comparación del grupo de café y vino se encontró diferencias significativas en el Delta L ($p=0,001$), Delta Ca ($p=0,032$), Delta Cb ($p=0,001$), Delta E ($p=0,001$). En la comparación del grupo de café y té se encontró diferencias significativas en el Delta L ($p=0,026$), Delta Cb ($p=0,001$), Delta E ($p=0,001$), Sin embargo, no se encontró diferencias significativas en el factor del Delta Ca ($p=0,830$). Finalmente, al comparar el grupo de vino y té se encontró diferencias significativas en el Delta L ($p=0,001$), Delta Ca ($p=0,33$), Delta Cb ($p=0,001$), Delta E ($p=0,001$).

Tabla 5. p-valor del análisis intergrupar de las variables (Delta L, Delta Ca, Delta Cb, Delta E) posterior a la inmersión en las soluciones

	Solución salina Vs Café	Solución salina VS Vino	Solución salina Vs te	Café Vs Vino	Café Vs te	Vino Vs te
Delta L después de 12 días de inmersión	0,023	0,001	0,787	0,001	0,026	0,001
Delta Ca después de 12 días inmersión	0,750	0,095	0,957	0,032	0,830	0,033
Delta Cb después de 12 días de inmersión	0,001	0,001	0,448	0,001	0,001	0,001
Delta E después de 12 días de inmersión	0,001	0,001	0,400	0,001	0,001	0,001

7. DISCUSIÓN

Los resultados del presente estudio demostraron que la resina compuesta Zafira Light Curing Composite® experimentó cambios estadísticamente significativos en sus propiedades cromáticas tras la inmersión en diferentes soluciones pigmentantes durante 12 días. Particularmente, el vino tinto generó las mayores alteraciones, seguido del café y el té, mientras que la solución salina no produjo cambios relevantes. Estos hallazgos concuerdan con estudios previos que reportan que las bebidas con alto contenido en taninos, polifenoles y cromógenos, como el vino tinto y el café, inducen alteraciones marcadas en la estabilidad del color de las resinas compuestas (5–14).

En términos de la escala CIELAB, se observaron diferencias significativas en los componentes L (luminosidad), a (croma rojo-verde) y b (croma amarillo-azul) después de la exposición. El parámetro más afectado fue el croma b (Cb), evidenciando un desplazamiento hacia tonos azulados, especialmente tras la inmersión en vino tinto. Esta alteración es consistente con lo reportado por Poggio et al. (10), quienes concluyeron que las resinas fotopolimerizables son particularmente vulnerables a la penetración de pigmentos hidrosolubles, afectando principalmente la tonalidad amarilla.

El análisis del ΔE confirmó que todos los grupos sometidos a bebidas pigmentantes superaron el umbral clínicamente perceptible de 3,3 unidades (3), siendo el grupo de vino tinto el que mostró los valores más elevados (>65), seguido por café (~ 61) y té (~ 53). Estas cifras reflejan un impacto clínico significativo, lo cual ha sido corroborado por autores como Domingos et al. (27) y Bansal et al. (28), quienes atribuyen la alta capacidad de tinción del vino tinto a su contenido en antocianinas, baja viscosidad y acidez. Además, el alcohol presente en su composición puede incrementar la porosidad superficial de la resina, facilitando la absorción de pigmentos (19).

Cabe resaltar que el grupo control (solución salina) presentó ligeros cambios de color, con un incremento en la luminosidad. Esto podría atribuirse a un efecto de aclaramiento por hidratación superficial, como lo han descrito Bagheri et al. (29). Aunque no contiene agentes colorantes, estudios previos han documentado alteraciones similares por absorción de agua en la matriz orgánica (30–21), generando degradación progresiva que puede influir en la percepción cromática.

En este sentido, diversos autores han establecido que la estabilidad cromática de los materiales restauradores no solo depende del agente pigmentante, sino también de factores intrínsecos del material, como el tipo de monómero, el tamaño y distribución de las partículas de carga, y el grado de conversión de la resina (22–31). La resina Zafira, formulada con una matriz de monómeros de metacrilato y rellenos inorgánicos de tamaño nanométrico, aún no ha sido ampliamente evaluada en estudios de estabilidad cromática, por lo que estos hallazgos representan un aporte relevante para la literatura científica.

Asimismo, la naturaleza dinámica del entorno bucal con variaciones en pH, temperatura, fuerzas mecánicas y presencia de biofilm no pudo ser completamente replicada en el presente modelo in vitro. No obstante, se utilizaron técnicas de envejecimiento acelerado, como la inmersión continua durante 288 horas con renovación de soluciones cada 48 horas, a 37 °C en incubadora shaker, lo cual, según estudios previos, equivale aproximadamente a un año de exposición clínica (23-32). Esta metodología ha demostrado ser efectiva para simular el impacto de los hábitos dietéticos en la durabilidad de las restauraciones (24).

El café, pese a su menor efecto que el vino tinto, indujo cambios cromáticos notables. Su acidez, combinada con la presencia de pigmentos como el ácido gálico y la cafeína, favorece la penetración en la matriz de la resina, generando decoloración progresiva (27,28). En contraste, el té produjo los menores cambios entre las bebidas pigmentantes, lo cual puede explicarse por la menor concentración de pigmentos amarillos y su pH menos agresivo. Resultados similares fueron

reportados por Aydın et al. (33-34), quienes observaron que el té, a pesar de su acidez, tiene un menor efecto de tinción debido a su composición fenólica (35-36).

Comparativamente, otros estudios han evidenciado que resinas con monómeros de alto peso molecular, como el Bis-EMA presente en materiales como Filtek Z350 XT, muestran menor absorción de agua y mejor resistencia al cambio de color frente a resinas con matrices más hidrofílicas como las que contienen UDMA o TEGDMA (37-38). Aunque la resina Zafira combina distintos monómeros, su comportamiento frente a pigmentación parece alinearse con las características de los nano-híbridos modernos, los cuales, si bien ofrecen excelentes propiedades estéticas y mecánicas, pueden ser vulnerables a la acción de pigmentos cromógenos en condiciones prolongadas de exposición.

Desde un punto de vista clínico, estos hallazgos subrayan la necesidad de seleccionar materiales restauradores con alta estabilidad cromática en pacientes con consumo frecuente de bebidas pigmentantes. Además, resaltan la importancia de implementar técnicas de acabado y pulido adecuadas para minimizar la rugosidad superficial, reducir la adhesión de pigmentos y prolongar la estética de las restauraciones.

Aunque el estudio se diseñó bajo condiciones controladas de laboratorio, una de sus limitaciones es que no replicó de manera exacta el entorno oral, donde factores como el pH, la temperatura, la abrasión mecánica y el biofilm bucal pueden modificar la interacción de los pigmentos con el material restaurador. Futuras investigaciones deberían considerar modelos in situ o in vivo para complementar estos hallazgos.

Finalmente, futuras investigaciones deberían orientarse hacia estudios in situ o in vivo que evalúen el comportamiento de estos materiales en condiciones reales de la cavidad oral, considerando factores como la acción enzimática, la masticación, y la interacción con el biofilm oral, los cuales podrían modificar los resultados observados en este modelo in vitro.

En conclusión, la estabilidad del color de la resina compuesta Zafira Light Curing Composite® se ve significativamente afectada por la exposición continua a bebidas pigmentantes, siendo el vino tinto la sustancia con mayor poder de tinción. Este hallazgo refuerza la importancia de considerar los hábitos dietéticos del paciente en la elección y mantenimiento de restauraciones estéticas.

8. RECOMENDACIONES

Se recomienda tomar en cuenta las referencias de las variaciones de color que pueden presentar las resinas compuestas al estar expuestas a ciertas bebidas pigmentantes y considerar el sistema de pulido que se va a realizar ya que es un factor importante y que influye en como el material queda expuesto a las bebidas u alimentos que se consumen y pueden afectar su estabilidad de color.

Es importante tomar en cuenta el tipo de alimentos de consumo regular de los pacientes debido a que las bebidas oscuras producen pigmentaciones evidentes en las restauraciones, por lo que es imprescindible generar conciencia para disminuir el consumo excesivo evitando futuros daños en las piezas dentarias tratadas.

Finalmente, se recomienda tanto a los estudiantes como los docentes del centro de investigación del colegio odontológico continuar con la línea de investigación incluyendo los diferentes sistemas de pulido, comparando otro tipo de resina y evaluar así mismo como este influye en el cambio de color. Asimismo, se recomienda la realización de estudios complementarios que evalúen estrategias para mejorar la resistencia cromática de la resina, así como la influencia de otros factores como el tiempo de exposición y la acción de agentes de limpieza o protección.

9. CONCLUSIONES

Al finalizar el presente estudio in-vitro en donde se evaluó la estabilidad del color de la resina Zafira light curing tras la inmersión en diferentes soluciones (solución salina, café, té y vino) durante un periodo de 12 días, considerando las variables de la escala CIELAB (luminosidad, croma a y croma b) y su variación total a través del Delta E.

Inicialmente, no se encontraron diferencias significativas ($p > 0,05$) en las mediciones de los parámetros de color antes de la inmersión, lo que confirma la homogeneidad en los grupos de estudio. Sin embargo, tras la exposición a las soluciones, se evidencio una alteración significativa ($p < 0,05$) en al menos uno de los cuatro grupos evaluados, lo que sugiere que las bebidas pigmentadas afectan la estabilidad cromática de la resina.

Los resultados mostraron que el vino tinto provoco los mayores cambios en todos los parámetros del color, seguido del café y el té, mientras que la solución salina tuvo el menor impacto. La prueba de Kruskal-Wallis y el análisis intergrupar mediante Mann-Whitney confirmaron las diferencias significativas en la variación de la luminosidad, el croma b y el croma a en la mayoría de las comparaciones, lo que resalta la susceptibilidad de la resina a la pigmentación por agentes externos.

El análisis del Delta E reveló cambios perceptibles en la sensación visual del color, con valores significativamente elevados en las muestras expuestas al vino tinto y al café. Además, el parámetro más afectado en la escala CIELAB fue el croma b, lo que indica una tendencia hacia la alteración en la tonalidad amarilla-azulada de la resina tras la exposición a las soluciones pigmentadas.

Estos hallazgos destacan la importancia de considerar la estabilidad del color en la selección de materiales restauradores para garantizar su desempeño estético a largo plazo.

10. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. barrancos mooney. operatoria dental [Internet]. Vol. 5ta edicion. 2015 [cited 2024 Jul 28]. Available from: <https://es.scribd.com/document/449859993/Operatoria-Dental-Barrancos-Mooney-5ta-Ed-2015-pdf>
1. Ximena D, Vivas G. FUNDAMENTOS DE OPERATORIA DENTAL Segunda Edición [Internet]. 2010 [cited 2024 Jul 28]. Available from: <https://es.scribd.com/document/595765661/LIBRO-FUNDAMENTOS-DE-OPERATORIA-DENTAL-2DA-ED-DRA-XIMENAGUILLEN>
2. Rodriguez G DR PSN. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontol Venez [Internet]. 2008 [cited 2024 Jul 28]; Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026
3. Estrada M, López Á, González E, Oviedo T. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica Dynamics of polymerization focused on reducing or preventing the stress of contraction of the current composite resins. Bibliographic review [Internet]. 2017 [cited 2024 Jul 28]. Available from: http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0213-12852017000600002
4. Roberto M, Limas S, Trujillo CA, Albeiro D, Huertas M, Lisbeth K, et al. opacidad y translucidez de diferentes resinas compuestas de acuerdo a su tamaño de partícula y su aplicación clínica [Internet]. 2012 [cited 2024 Jul 28]. Available from: <https://revistas.unal.edu.co/index.php/actaodontocol/article/view/30118>
5. Alhabdan AA. Color stability of tooth-colored resin restorations. A narrative eview. international journal of medical dentistry [Internet]. 2022 Dec [cited

2023 Oct 1]; Available from: <https://ijmd.ro/2022/color-stability-of-tooth-colored-resin-restorations-a-narrative-review/>

6. Al-Shami AM, Alshami MA, Al-Kholani AI, Al-Sayaghi AAM. Color stability of nanohybrid and microhybrid composites after immersion in common coloring beverages at different times: a laboratory study. *BDJ Open*. 2023 Dec 1;9(1).
7. Ghasemi A, Mohammadzadeh A, Molaei M, Sheikh-Al-Eslamian SM, Karimi M. Effect of Wet and Dry Finishing and Polishing Technique on Microhardness and Flexural Strength of Nanocomposite Resins. *Int J Dent*. 2023 Feb 16;2023:2182094. doi: 10.1155/2023/2182094. PMID: 36845627; PMCID: PMC9949949.
8. Cho K, Rajan G, Farrar P, Prentice L, Prusty BG. Compuestos de resina dental: una revisión de los materiales para las realizaciones de productos. *Compos B Eng [Internet]*. 2022; 230(109495):109495. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.1016/j.compositesb.2021.109495>
9. Sonwane SR HU. . Comparison of flexural & compressive strengths of nano hybrid composites. 2015;
10. nocchi conceição. odontologia restauradora [Internet]. Vol. 2da edicion. 2012 [cited 2024 Jul 28]. Available from: <https://dokumen.pub/odontologia-restauradora-salud-y-estetica-2-edicion-9789500609104-9789500605779.html>
11. Lamas-Lara C, Alvarado-Menacho S, Angulo De La Vega G. Importancia del acabado y pulido en restauraciones directas de resina compuesta en piezas dentarias anteriores. Reporte de Caso [Internet]. *Rev Estomatol Herediana*. 2015 [cited 2023 Oct 1]. Available from: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1019-43552015000200007
12. Kaminedi RR, Penumatsa NV, Priya T, Baroudi K. The influence of finishing/polishing time and cooling system on surface roughness and microhardness of two different types of composite resin restorations. *J Int Soc*

Prev Community Dent. 2014 Dec;4(Suppl 2):S99-S104. doi: 10.4103/2231-0762.146211. PMID: 25558457; PMCID: PMC4278109.

13. orozco barreto rossany, alvarez gayosso carlos, guerrero ibarra jorge. fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental. 2015 [cited 2024 Jul 28]; Available from: <http://revistas.unam.mx/index.php/rom/article/view/53008/47154>
14. Sierra Restrepo AM. Actitudes y hábitos de consumo de café en Colombia: Tradición y Bienestar. Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos [Internet]. 2013 [cited 2023 Oct 1]; Available from: <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/viewFile/157/151>
15. Azhar G, Haas K, Wood DJ, van Noort R, Moharamzadeh K. The effects of colored pigments on the translucency of experimental dental resin composites. European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry [Internet]. 2019 [cited 2023 Oct 1];27(1):3–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30775872/>
16. Nicoluzzi A RMMC dos RARRJCDS. Influencia del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas. Acta Odontol Venez [Internet]. 2008 [cited 2024 Jul 28]; Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000400011
17. Hajj RJ, Nasr L, Khairallah C, Hardan L. Evaluación in vitro de la estabilidad del color de dos compuestos de resina. Curr res dent [Internet]. 2023
18. Christiani J DJ. Color: Dentistry Consideration and Instruments for Recording. Rev Oper Dent Y Biomater. Rev Oper Dent Y Biomater [Internet]. 2016 [cited 2024 Jul 28]; Available from: https://www.researchgate.net/publication/325049983_Color_consideracion_en_Odontologia_e_instrumentos_para_el_registro/link/5ed82adb92851c9c5e7b7d37/download?_tp=eyJjb250ZXh0Ijp7ImZpcnN0UGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uliwicGFnZSI6InB1YmxpY2F0aW9uIn19
19. Rodriguez G DR PSN. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontol Venez [Internet]. 2008 [cited 2024 Jul 28];

Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000300026

20. Lopes IAD MPMJGJCF. The effect of different finishing and polishing techniques on surface roughness and gloss of two nanocomposites. *Saudi Dent J* [Internet]. 2018 [cited 2024 Jul 28]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29942103/>
21. 3M E. 3 ESPE sof-Lex TM. Sistemas de terminado y Pulido [Internet]. 2003 [cited 2024 Jul 28]. Available from: <https://multimedia.3m.com/mws/media/180294O/sof-lex-tm-%20technical-profile.pdf>
22. Carvalho Justo Fernandes ACB Al de, BBCG de F da. Impact of additional polishing on the roughness and surface morphology of dental composite resins. *Rev Port Estomatol Med Dent Cir Maxilofac* [Internet]. 2016 [cited 2024 Jul 28]; Available from: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1646289016300048>
23. Racha Joseph Hajj LNCK and LH. In vitro assessment of the color stability of two resin composites. *Current Research in Dentistry* [Internet]. 2023 [cited 2023 Oct 1]; Available from: <https://thescipub.com/abstract/crdsp.2023.30.40>
24. Nicoluzzi A RMMC dos RARRJCDS. Influencia del envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a compresión de resinas compuestas. *Acta Odontol Venez* [Internet]. 2008 [cited 2024 Jul 28]; Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-63652008000400011
25. Bansal K, Acharya S, Saraswathi V. Effect of alcoholic and non-alcoholic beverages on color stability and surface roughness of resin composites: An in vitro study. *Journal of Conservative Dentistry* [Internet]. 2012 Jul [cited 2023 Oct 1]; 15(3):283–8. Available from: [https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3410343/#:~:text=discoloration.%5B1%5D-,Consumption%20of%20certain%20beverages%20may%20affect%20the%](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3410343/#:~:text=discoloration.%5B1%5D-,Consumption%20of%20certain%20beverages%20may%20affect%20the%20)

20esthetic%20and%20physical,pigmentation%2C%20such%20as%2C%20stains.

26. Tavangar M, Bagheri R, Kwon TY, Mese A, Manton DJ. Influence of beverages and surface roughness on the color change of resin composites. J Investig Clin Dent [Internet]. 2018 Aug 1 [cited 2023 Oct 1];9(3):e12333. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29575793/>
27. Ertan AUGAYHK and EG. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. Dent Mater J [Internet]. 2006 [cited 2023 Oct 1]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16916243/>
28. Masioli y Colaboradores. Odontología Restauradora de la A a la Z. 2013 [cited 2024 Jul 28]; Available from: https://issuu.com/editoraponto/docs/livro_masioli_es/5
29. Albán Hurtado CA SVGVCTMSA. Comparación de la resistencia a la fractura de la resina nanohíbrida y bulk-fill utilizando técnicas incremental y monoincremental de la investigación. SATHIRI [Internet]. 2019 [cited 2024 Jul 28]; Available from: <https://revistasdigitales.upec.edu.ec/index.php/sathiri/article/view/816>
30. Chen Li TJG ,Zhou JF ,Yang XY ,Wang FP. Reliability and accuracy of crystaleye spectrophotometrie system. Chinese Journal of Dental Research [Internet]. 2010 [cited 2023 Oct 4]; Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21264365/#:~:text=Results%3A%20range%20of%20reliability%20was,the%20cervical%20and%20incisal%20regions.>
31. Odaira C, Itoh S, Ishibashi K. Clinical evaluation of a dental color analysis system: The Crystaleye Spectrophotometer. J Prosthodont Res [Internet]. 2011 [cited 2023 Oct 1];55(4):199–205. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21296639/>
32. Cinelli F, Scaminaci Russo D, Nieri M, Giachetti L. Stain usceptibility of composite resins: pigment penetration analysis. Materials [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2023 Oct 1];15(14). Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/14/4874>

33. Cinelli F, Scaminaci Russo D, Nieri M, Giachetti L. Stain susceptibility of composite resins: pigment penetration analysis. *Materials* [Internet]. 2022 Jul 1 [cited 2023 Oct 1];15(14). Available from: <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/14/4874>
34. Torso VH, Fraga MAA, Lopes RM, Aranha ACC, Correr-Sobrinho L, Correr AB. Charcoal-based dentifrices: Effect on color stability and surface wear of resin composites. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry* [Internet]. 2021 Jul 1 [cited 2023 Oct 1];33(5):815–23. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/jerd.12741>
35. Polli M, Arossi G. Effect of finishing and polishing on the color stability of a composite resin immersed in staining solutions. *Journal of Dental Research and Review* [Internet]. 2015 [cited 2023 Oct 1];2(3):120. Available from: https://www.researchgate.net/publication/284195302_Effect_of_finishing_and_polishing_on_the_color_stability_of_a_composite_resin_immersed_in_staining_solutions
36. Azhar G, Haas K, Wood DJ, van Noort R, Moharamzadeh K. The effects of colored pigments on the translucency of experimental dental resin composites. *European Journal of Prosthodontics and Restorative Dentistry* [Internet]. 2019 [cited 2023 Oct 1];27(1):3–9. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30775872/>
37. Al-Shami AM, Alshami MA, Al-Kholani AI, Al-Sayaghi AAM. Color stability of nanohybrid and microhybrid composites after immersion in common coloring beverages at different times: a laboratory study. *BDJ Open*. 2023 Dec 1;9(1).

ANEXOS

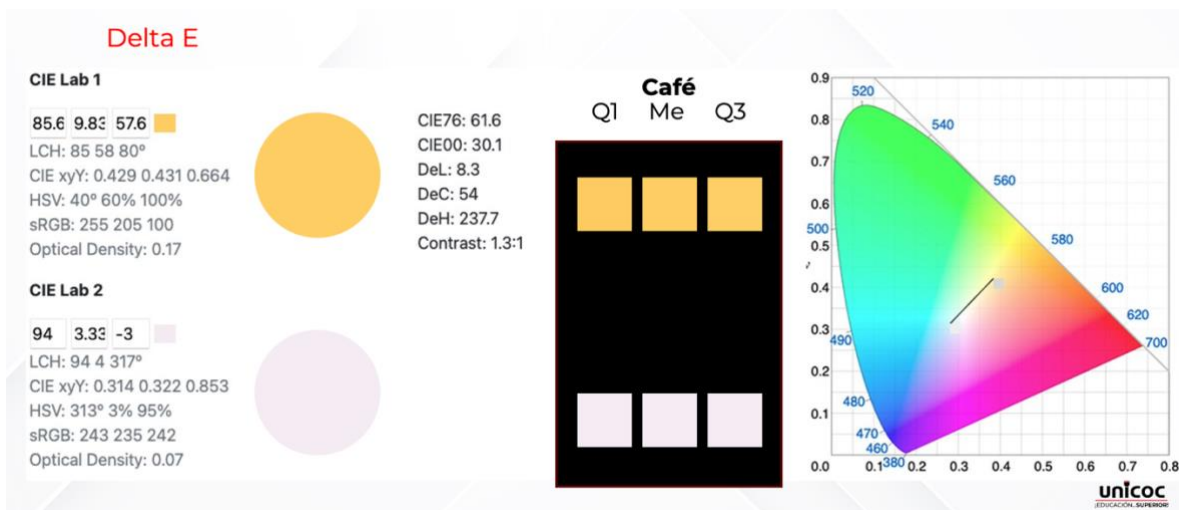


Grafico 2: gráfica de contraste del Delta E del café

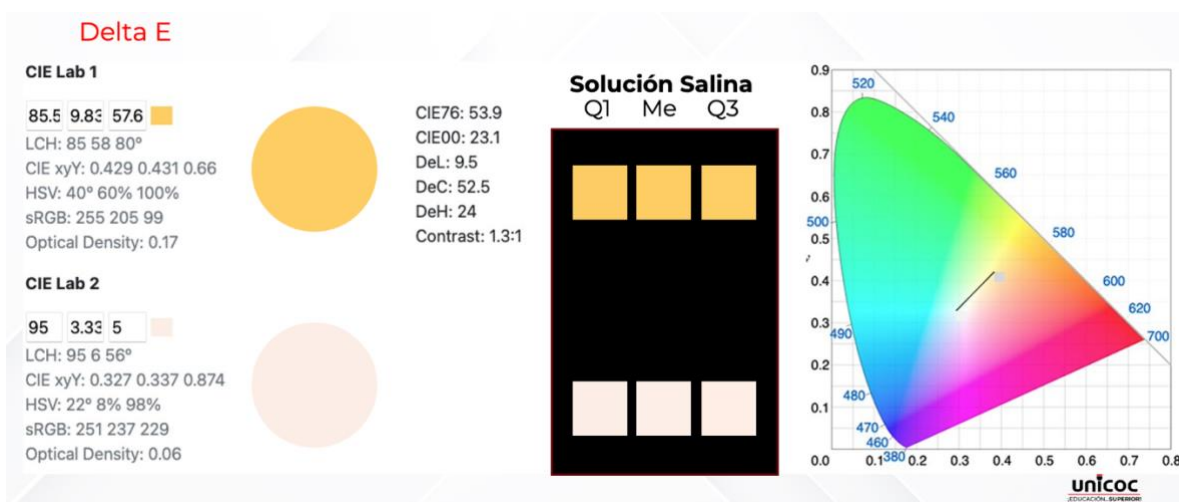


Grafico 3: gráfica de contraste del Delta E de la solución salina

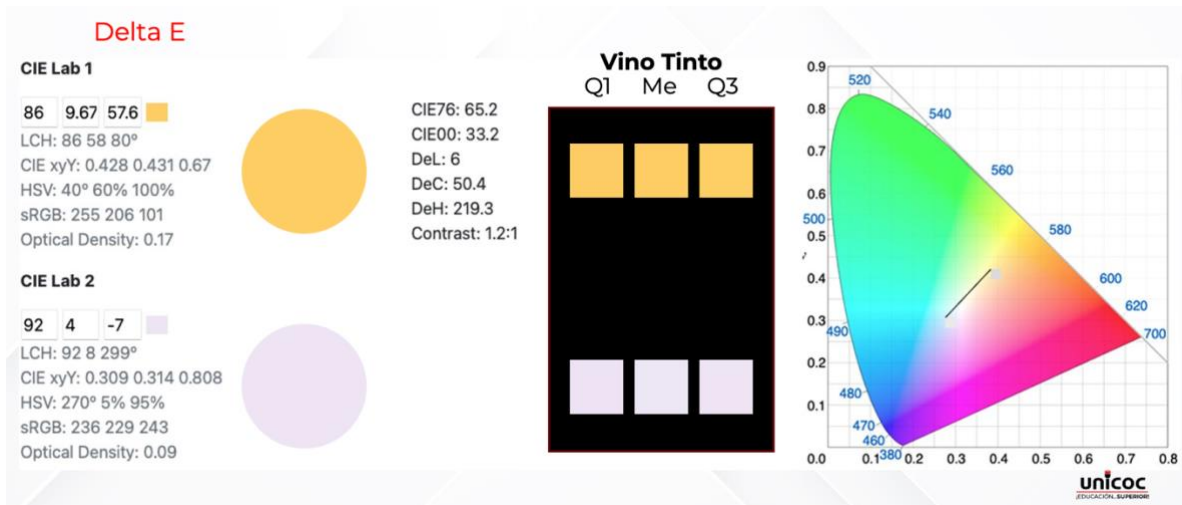


Grafico 4: gráfica de contraste del Delta E del vino tinto.



Grafico 5: gráfica de contraste del Delta E del té.