



**Universidad
Europea** VALENCIA

Grado en ODONTOLOGÍA

Trabajo de Fin de Grado

Curso 2024-25

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE PIGMENTACIÓN
EN INCISIVOS LATERALES CON CARILLAS
INYECTADAS UTILIZANDO
ESPECTROFOTOMETRÍA: COMPARACIÓN
ENTRE LAS MARCAS GC® y VOCO®.
ESTUDIO PILOTO IN-VITRO**

Presentado por: Camilla Villa

Tutor: Carla Saborido Aguilar

Campus de Valencia
Paseo de la Alameda, 7
46010 Valencia
Universidadeuropea.com

A mi familia

A mi mejor amiga

A mis amigos italianos

A mis amigos de Valencia

A mi tutora

ÍNDICE

1.	RESUMEN	1
2.	ABSTRACT.....	3
3.	PALABRAS CLAVES	5
4.	INTRODUCCIÓN	7
4.1.	Evolución y composición de los composites	7
4.2.	Proceso de carillas inyectadas	10
4.3.	Resinas inyectables.....	11
4.3.1.	Resinas inyectables utilizadas en el estudio	12
4.3.1.1.	G-ænial Universal Injectable de GC.....	12
4.3.1.2.	VOCO grandioSO	12
4.4.	Dimensión del color.....	12
4.5.	Medición del color.....	13
4.5.1.	Método visual	14
4.5.2.	Espectrofotómetro	15
4.6.	Pigmentación	15
4.7.	Estabilidad del color en las resinas.....	16
4.8.	Factores que alteran la estabilidad del color.....	16
4.9.	Líquidos pigmentantes.....	17
4.9.1.	Vino tinto	17
4.9.2.	Té matcha	17
5.	JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS.....	19
5.1.	Justificación.....	19
5.1.1.	Justificación con ODS	19
5.2.	Hipótesis	20
6.	OBJETIVOS	21
6.1.	Objetivo general	21
6.2.	Objetivos específicos.....	21
7.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
7.1.	Materiales	23
7.1.1.	Diseño del estudio	23
7.1.2.	Selección muestra.....	23
7.1.3.	Tamaño muestral.....	24
7.1.4.	Material empleado	24
7.2.	Métodos:	25
7.2.1.	Descripción procedimiento.....	25

7.2.2.	Recogida de datos	28
7.2.3.	Análisis estadístico	30
8.	RESULTADOS	33
8.1.	Análisis descriptivo	33
8.2.	Análisis analítico	36
8.2.1.	Comparación del grado de pigmentación entre resinas	36
8.2.2.	Identificación de la bebida que más altera el color	47
8.2.3.	Aplicación clínica y selección de materiales según los hábitos del paciente	48
9.	DISCUSIÓN	51
9.1.	Discusión de resultados clave.....	52
9.2.	Limitaciones	57
9.3.	Futuras líneas de investigación.....	58
10.	CONCLUSIÓN	59
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	61
12.	ANEXOS.....	65

1. RESUMEN

Introducción: Hoy en día la demanda de una sonrisa bonita y armoniosa es cada vez más demandada y es importante que el color de las restauraciones dentales quede inalterado. Siempre por los avances estéticos se han desarrollado nuevas técnicas restauradoras, entre las cuales las carillas inyectadas, que permiten una restauración poco invasiva y muy estética. En ese estudio vamos a evaluar dos marcas de resinas inyectadas (GC G-ænial Universal Injectable y VOCO GrandioSO Heavy Flow), a contacto con agentes pigmentantes (vino tinto y té matcha) para evaluar gracias al uso de un espectrofotómetro, cuál de esas tiñe más y cual resina revela más cambios cromáticos.

Materiales y métodos: Materiales y métodos: Se realizó un estudio piloto in vitro, comparativo y longitudinal, para evaluar la estabilidad del color de carillas dentales inyectadas elaboradas con dos resinas nanohíbridas, tras su exposición a vino tinto y té matcha. Se realizaron 20 carillas en incisivos laterales y fueron sumergidas en las soluciones pigmentantes durante 48 horas a 37 °C, y se midieron los cambios de color mediante espectrofotometría en distintos intervalos temporales.

Resultados: Ambas resinas mostraron alteraciones cromáticas después de la inmersión con los dos líquidos, pero el té matcha generó una pigmentación más rápida e intensa, con respecto al vino tinto. La resina VOCO® presentó mayor estabilidad cromática frente a ambos líquidos, con una menor disminución del valor y una mayor estabilidad del matiz. La resina GC® evidenció mayor variabilidad tonal, sobre todo frente al té matcha.

Conclusiones: El té matcha tiene una mayor capacidad pigmentante respecto al vino tinto. La resina VOCO® fue más resistente a las alteraciones cromáticas. La selección de un determinado material restaurador debe considerar los hábitos del paciente, para optimizar la durabilidad estética de las restauraciones.

2. ABSTRACT

Introduction: Nowadays the demand for a beautiful and harmonious smile is increasingly demanded and it is important that the colour of dental restorations remains unchanged. New restorative techniques have always been developed for aesthetic advances, among which the injected veneers, which allow a minimally invasive and very aesthetic restoration. In this study we will evaluate two brands of injected resins (GC G-ænial Universal Injectable and VOCO GrandioSO Heavy Flow), to contact with pigment agents (red wine and matcha tea) to evaluate thanks to the use of a spectrophotometer, which of those colours more and which resin reveals more chromatic changes.

Materials and methods: An in vitro, comparative and longitudinal pilot study was conducted to evaluate the colour stability of injected dental veneers made with two nanohybrid resins after exposure to red wine and matcha tea. Twenty veneers were made on lateral incisors and soaked in the pigment solutions for 48 hours at 37 °C, and colour changes were measured by spectrophotometry at different time intervals.

Results: Both resins showed chromatic alterations after immersion with the two liquids, but matcha tea generated a faster and more intense pigmentation compared to red wine. The VOCO® resin showed greater chromatic stability against both liquids, with a lower decrease in value and greater stability of hue. The GC® resin showed greater tonal variability, especially compared to matcha tea.

Conclusions: Matcha tea has a greater pigment capacity than red wine. VOCO® resin was more resistant to chromatic changes. The selection of a particular restorative material must consider the patient's habits, to optimize the aesthetic durability of the restorations.

3. PALABRAS CLAVES

- I. Colour stability
- II. Pigmentation
- III. Measurement of colour
- IV. Spectrophotometer
- V. Pigment drinks
- VI. Red wine
- VII. Matcha tea
- VIII. Selection of materials
- IX. Injected veneers
- X. Resin

4. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la sociedad otorga una gran importancia a la apariencia física, y la sonrisa ha adquirido un papel central en la percepción de la estética personal. Una sonrisa atractiva no solo influye en la confianza y autoestima de las personas, sino que también se ha convertido en un atributo muy valorado en ámbitos sociales y profesionales. Como resultado de esta creciente demanda, el sector odontológico ha experimentado una notable evolución, adaptándose a las exigencias de los pacientes mediante el desarrollo de nuevas técnicas y tecnologías (1).

Entre las principales preocupaciones de quienes buscan mejorar su sonrisa, destaca el deseo de lograr dientes de un color claro y uniforme, preferiblemente con un blanco brillante que proyecte una imagen de cuidado y salud. Sin embargo, otro aspecto esencial para los pacientes es la durabilidad de estos resultados, especialmente frente a factores que tienden a alterar el color dental, como los hábitos alimenticios y el consumo de bebidas como té o vino. Por ello, la estética dental se ha convertido en un campo en constante transformación, guiado por la necesidad de ofrecer soluciones más eficaces y duraderas que respondan a las expectativas de una sociedad cada vez más exigente (2).

4.1. Evolución y composición de los composites

Las resinas compuestas surgieron hace años como una solución innovadora dentro de la Odontología Conservadora, buscando superar las limitaciones de las resinas acrílicas que, hacia la década del 1940, habían reemplazado a los cementos de silicato, que en esa época era el único material estético disponible. Más adelante, en 1955, Buoncore introdujo el uso del ácido ortofosfórico para mejorar la adhesión de las resinas acrílicas a la superficie del esmalte dental, construyendo un avance significativo en el desarrollo de estos materiales. Posteriormente, en 1962, Bowen diseñó el monómero de Bis-GMA, con el objetivo de mejorar las propiedades físicas de las resinas acrílicas, que hasta ese momento formaban polímeros de cadenas lineales (3).

Los primeros composites de polimerización química presentaban inconvenientes relacionados con la mezcla manual de la pasta base y el catalizador, lo que podía afectar tanto la proporción como la estabilidad del color.

Sin embargo, en la década de 1970, se introdujeron materiales compuestos polimerizados mediante radiación electromagnética, eliminando así la necesidad de mezclas manuales. Inicialmente, se utilizó luz ultravioleta (365 nm) como fuente de energía, aunque fue reemplazada rápidamente por luz visible (427 - 491 nm) debido a su mayor seguridad y capacidad de polimerización en profundidad (4).

A lo largo de las décadas, el desarrollo de las resinas compuestas ha sido continuo, adaptándose a las necesidades de los profesionales y los avances tecnológicos, lo que exige una constante actualización de su estudio y aplicación (3).

Los materiales compuestos combinan al menos dos materiales químicamente diferentes con una interfaz definida, logrando propiedades superiores a las de sus componentes por separado. Por eso, las resinas compuestas consisten en una mezcla de resinas polimerizables o matriz orgánica y partículas de relleno inorgánico, unidas mediante un agente de acoplamiento como el silano. Además, su formulación incluye aditivos que facilitan la polimerización, ajustan la viscosidad y mejoran su radiopacidad (4).

Estas resinas se ajustaron para lograr variaciones en color, translucidez y opacidad, permitiéndoles reproducir el aspecto natural de los dientes, lo que las convierte en el material de elección para restauraciones directas de alta estética y facilidad de manejo (5).

Asimismo, los progresos en las técnicas adhesivas han incrementado la estabilidad de la unión entre la resina y la estructura dental, reduciendo la filtración marginal y preservando la estructura dental mediante preparaciones menos invasivas. No obstante, su colocación sigue siendo una técnica exigente que requiere controlar factores como la humedad y la contracción de polimerización, lo que incrementa el tiempo de trabajo necesario (4).

Sobre el cambio de la composición química de las resinas, durante las décadas, ha variado bastante y principalmente los cambios han sido:

1. Composites de macrorrelleno (1960): son los primeros composites, los cuales contenían partículas de relleno de gran tamaño, entre 15 y 100 micrómetros. Estas resinas ofrecían una alta resistencia a la compresión y al desgaste, pero tenían superficie rugosa, lo cual dificultaban el pulido y comprometían la estética, limitando su uso en áreas visibles (5);
2. Composites de microrrelleno (1970): se desarrollaron para mejorar la estética, incorporando partículas mucho más pequeñas, de 0,02-0,04 micrómetros. Esta composición permitía obtener superficies más lisas con un alto grado de pulido. Sin embargo, su menor contenido de relleno disminuía su resistencia mecánica, limitando su uso a restauraciones en dientes anteriores (4, 5);
3. Composites híbridos (1980): esos composites combinaban partículas de diferentes tamaños, incluyendo las de macrorrelleno y de microrrelleno. Esta mezcla pudo mejorar las propiedades mecánicas y estéticas, permitiendo así su uso tanto en dientes anteriores como en posteriores (3, 5);
4. Composites de nanorrelleno y nanohíbridos (2000): esos composites incorporan partículas de relleno de tamaño nanométrico, ósea menores a 100 nanómetros. Estas resinas ofrecen una superficie más suave, mayor resistencia al desgaste y excelentes propiedades estéticas, facilitando su pulido y manteniendo el brillo a largo plazo. Los composites nanohíbridos combinan estas nanopartículas con partículas de mayor tamaño, mejorando aún más sus propiedades mecánicas y estéticas (5);
5. Composites de nanoclústeres: son agrupaciones de nanopartículas que actúan como unidades de relleno más grandes. Este tipo de estructura permite aumentar el contenido

de relleno sin sacrificar la manejabilidad, mejorando así la resistencia y reduciendo la contracción por polimerización. (4, 5)

4.2. Proceso de carillas inyectadas

Las técnicas de carillas inyectadas representan un enfoque innovador en odontología estética, permitiendo restauraciones altamente precisas y naturales. Este procedimiento es ideal para casos que requieren cambios con mínima invasión, alta estética y la restauración de la morfología dental en situaciones de desgaste dental, especialmente en el sector anterior (6).

El proceso comienza con una planificación detallada, donde se diseña un encerado diagnóstico para definir la forma y estética final de las carillas, de manera tal que también el paciente pueda hacerse una idea del resultado final y aportar modificaciones. A partir de este encerado, se fabrica una guía de silicona transparente que actúa como un molde durante el procedimiento clínico. Esta silicona, al ser transparente, permite una excelente visibilidad durante la inyección del material, asegurando una correcta colocación y evitando la formación de defectos como burbujas (7).

En el paso clínico, el composite inyectable, seleccionado por su fluidez, resistencia y capacidad de adaptación, se introduce en el molde de silicona previamente colocado sobre las estructuras dentales preparadas. Este material, al ser fluido, facilita la recreación exacta de la anatomía diseñada en el encerado, replicando tanto la textura superficial como las características ópticas de los dientes naturales. Una vez inyectado el composite, este se polimeriza con luz, obteniendo una restauración directa de alta calidad (8).

Entre las principales ventajas de esta técnica destaca la precisión en la reproducción del diseño inicial, el ahorro de tiempo clínico al permitir la restauración simultánea de varias piezas dentales, y la reducción de ajustes posteriores. Además, las carillas inyectadas son una óptima solución conservadora, ya que requieren un desgaste mínimo de las estructuras dentales, lo que las hace altamente recomendadas en casos de desgaste dental severo o necesidad de restauraciones estéticas (9).

Sin embargo, el éxito de esta técnica depende de una correcta selección de materiales, como siliconas de alta calidad y composites inyectables resistentes y con mínimos cambios del color, así como de la habilidad del clínico en la planificación y ejecución del procedimiento. Gracias a estas características, las carillas inyectadas representan una alternativa moderna y eficiente frente a las técnicas restauradoras convencionales, combinando funcionalidad, estética y durabilidad (8).

4.3. Resinas inyectables

La rehabilitación dental moderna busca un equilibrio entre estética y funcionalidad. Los métodos tradicionales de restauración, tanto directos como indirectos, pueden ser laboriosos y costosos. La técnica con resina inyectable ofrece una alternativa menos invasiva y más accesible para restauraciones dentales, especialmente en casos de diastema y desgaste dental (10).

Generalmente para las carillas inyectadas se utilizan resinas de baja viscosidad o fluidas, eso porque gracias a su capacidad de humectación de superficies dentales, asegura su penetración y conformación en las irregularidades que se puedan presentar, de manera que se pueda ser lo más precisos posible. Además, es importante que se puedan formar capas finas para disminuir la probabilidad de atrapar burbujas de aire y creando así una superficie irregular (11).

Ese material tiene diferentes ventajas como una alta elasticidad, sobretodo frente a compresión y tracción, excelente adaptación marginal y sellado, reducción del tiempo clínico en comparación con técnicas convencionales, facilita el pulido interdental y de sobre contorneado, y resultados estéticos satisfactorios, con buena translucidez y estabilidad del color (10, 11).

Como desventajas, esas resinas presentan radiolucidez insuficiente en muchos casos y alta contracción de polimerización, la cual viene un poco atenuada gracias a la gran elasticidad que tienen (9) y dependencia de una técnica meticulosa para evitar defectos en la restauración (10).

4.3.1. Resinas inyectables utilizadas en el estudio

4.3.1.1. G-ænial Universal Injectable de GC

La resina inyectable de la marca GC®, tiene una tasa de relleno del 69% en peso y está compuesta por partículas ultrafinas de bario de 150 nanómetros. Gracias a la tecnología de recubrimiento completo de silano (FSC), las partículas pueden estar firmemente unidas a la matriz de la resina. Ese tipo de composición confiere al material mucha resistencia, tanto que supera a los composites en pasta líderes del mercado. Tiene incluso propiedades tixotrópicas mejoradas, las cuales facilitan la formación de restauraciones estéticas y duraderas, a través de una manipulación mínima y sencilla (12).

4.3.1.2. VOCO grandioSO

La resina inyectable de marca VOCO utiliza un material de restauración nano-híbrido con una tasa de relleno del 89% en peso, compuesto por una mezcla entre nanopartículas funcionales y cerámicas vítreas especiales. Tiene además una contracción por polimerización muy baja y mínimo estrés de contracción, gracias a esa alta carga de relleno que resulta en una menor fracción de la resina. El modelado resulta simple y sencillo a causa de su consistencia suave y no pegajosa (13).

4.4. Dimensión del color

La dimensión del color juega un papel fundamental en el ámbito de la odontología, especialmente en tratamientos restauradores y estéticos. Al comparar el método visual e instrumental, en la coincidencia del color dental, el sistema de Munsell es una referencia estandarizada para evaluar la precisión de la pigmentación en resinas. En este contexto, los espectrofotómetros y escáneres intraorales pueden ser instrumentos fundamentales para medir los valores de Munsell en muestras de resina inyectada, asegurando mayor veracidad y reproducibilidad en la selección de color. La escala de Munsell es un sistema de ordenación del color

desarrollado al principio del siglo XX por Albert H. Munsell, y se basa en las tres propiedades principales del color (14).

Las propiedades del color se dividen en tres dimensiones principales: matiz, croma y valor. El matiz se refiere al tipo de color (como el rojo o el amarillo), el croma describe la saturación o intensidad del color, y el valor indica su claridad u oscuridad. Estas características son esenciales para replicar la apariencia natural de los dientes (15).

En odontología, la percepción del color se ve influenciada por diversos factores, como la iluminación, el entorno y la capacidad visual del observador, lo que genera desafíos en la selección y reproducción de colores precisos. Además, el color de los dientes naturales no es homogéneo, ya que incluye variaciones según la zona (incisal, cervical, interproximal), lo que añade mayor complejidad al proceso (14).

En definitiva, la comprensión de las dimensiones del color y su correcta aplicación en odontología son aspectos clave para alcanzar resultados estéticos que armonicen con las características naturales de cada paciente (15).

4.5. Medición del color

La medición del color en odontología constituye un desafío esencial para garantizar restauraciones que se integren de manera natural con la dentición del paciente. Este proceso adquiere gran relevancia en tratamientos estéticos y protésicos, donde la correcta selección del color influye directamente en la satisfacción del paciente y en el éxito clínico. Sin embargo, la naturaleza compleja del color dental, que incluye variaciones en su matiz, intensidad y luminosidad, requiere un enfoque sistemático para lograr una reproducción fiel y consistente (16).

El proceso de selección del color puede llevarse a cabo mediante métodos tradicionales, como la observación visual, o con método instrumental, como los espectrofotómetros. Mientras que los métodos visuales dependen en gran medida de la percepción subjetiva del operador y las condiciones externas, los dispositivos tecnológicos ofrecen una

mayor precisión y reproducibilidad, lo que los convierte en una valiosa herramienta en la práctica moderna (18).

El análisis de estas técnicas permite comprender mejor sus ventajas, limitaciones y aplicaciones clínicas, estableciendo las bases para optimizar los procedimientos de selección del color en odontología (16).

4.5.1. Método visual

La medición visual del color en odontología es un proceso fundamental para garantizar resultados estéticos que se integren de manera armoniosa con la dentición natural del paciente. Este método, basado en la observación humana, se utiliza frecuentemente para seleccionar tonos que se asemejen al color original de los dientes. Sin embargo, está sujeto a múltiples factores que pueden influir en su precisión, como la iluminación, el entorno, la experiencia del profesional y las características propias del observador, como la percepción visual y la fatiga ocular (17).

A pesar de sus limitaciones, la medición visual sigue siendo ampliamente utilizada debido a su accesibilidad y practicidad en el entorno clínico. Para mejorar su eficacia, se recomienda realizar la selección de color bajo condiciones de luz controlada y utilizando guías estandarizadas, como las guías de color dentales, que ofrecen una referencia visual confiable. Estas guías suelen clasificarse según parámetros como el matiz, el croma y el valor, permitiendo una comparación más precisa con la dentición natural (16).

Sin embargo, estudios han señalado que la medición visual presenta variaciones significativas entre diferentes observadores e incluso en el mismo profesional en distintos momentos. Por ello, aunque es una herramienta valiosa, la medición visual se complementa cada vez más con tecnologías como los espectrofotómetros y las cámaras digitales, que ofrecen mediciones objetivas y reproducibles del color dental (18).

Por eso, aunque la medición visual del color es una técnica esencial en odontología estética, su efectividad depende de la experiencia del profesional y de las condiciones bajo las cuales se realiza. La combinación

de esta técnica con herramientas tecnológicas promete mejorar la precisión y la consistencia en la selección del color (17).

4.5.2. Espectrofotómetro

Para la medición del color hay técnicas visuales y técnicas instrumentales, las cuales son más objetivas y reproducibles, y entre ellas emerge el espectrofotómetro (16).

La espectrofotometría es una técnica ampliamente recomendada y son unos instrumentos de alta exactitud, sirven para medir la luz reflejada o transmitida por un objeto en diferentes longitudes de onda, generando una curva espectral que puede compararse con guías de colores dentales predefinidas. Estos nuevos dispositivos poseen componentes avanzados, como fuentes de radiación, sistemas ópticos de medición y detectores, que consiguen convertir la luz en datos útiles para los profesionales (18).

En comparación con la tradicional técnica visual, los espectrofotómetros ofrecen mayor precisión, alcanzando un 93,3% de coincidencia en la selección de color. Además, al no depender de factores humanos como la fatiga o las condiciones ambientales, eliminan las limitaciones asociadas a la percepción visual humana, facilitando evaluaciones objetivas y rápidas en tan solo 1,5 segundos (17).

Aunque estos dispositivos mejoran la satisfacción del paciente al reducir las visitas necesarias y garantizar resultados estéticos, su elevado costo y operación compleja limitan su uso a investigaciones clínicas más que a entornos dentales cotidianos. Aun así, diversos estudios respaldan la superioridad de la espectrofotometría sobre los métodos visuales tradicionales, destacando su reproducibilidad y exactitud en la determinación del color dental (18).

4.6. Pigmentación

La pigmentación en odontología se refiere a la alteración del color de los dientes, tanto en dientes naturales como en restauraciones de resinas, manifestándose como manchas o decoloraciones que pueden

variar en tonalidad e intensidad. Estas pigmentaciones pueden ser de origen intrínseco o extrínseco, cuando son causadas por agentes externos que se adhieren a la superficie del esmalte (19).

4.7. Estabilidad del color en las resinas

La estabilidad del color en las resinas utilizadas en odontología es un factor crítico para garantizar el éxito estético y funcional de las restauraciones. Este concepto se refiere a la capacidad del material para mantener su color original a lo largo del tiempo, resistiendo los cambios cromáticos que pueden ser causados por factores intrínsecos y extrínsecos. Entre los factores intrínsecos se incluyen la composición química de la resina y la calidad de los componentes empleados en su fabricación, mientras que los factores extrínsecos abarcan la exposición a alimentos, bebidas como vino tinto y té matcha y hábitos como el tabaquismo, que pueden generar pigmentación superficial (20).

El análisis de la estabilidad del color en diferentes resinas demuestra la importancia de seleccionar materiales con propiedades ópticas mejoradas y técnicas de polimerización adecuadas, ya que estos aspectos influyen directamente en la durabilidad estética de las restauraciones. Estudiar la estabilidad del color en las resinas es esencial para avanzar en el desarrollo de materiales que ofrezcan un desempeño estético duradero, especialmente en un campo donde la apariencia natural de las restauraciones es muy importante (21).

4.8. Factores que alteran la estabilidad del color

La estabilidad del color de las resinas compuestas en odontología puede verse afectada por diversos factores, siendo las bebidas pigmentantes uno de los más relevantes. Líquidos como el té y el vino tinto contienen cromógenos que se adhieren a la superficie de las resinas, favoreciendo la pigmentación. Este efecto se ve agravado por el bajo pH de ciertas bebidas, que erosiona la matriz de la resina y facilita la absorción de colorantes. Además, la frecuencia y el tiempo de exposición a estas

sustancias influyen directamente en el grado de alteración cromática. Comprender cómo los líquidos pigmentantes afectan las propiedades ópticas de las resinas es importante para desarrollar estrategias de prevención, como la elección de materiales con mayor resistencia al manchado y la recomendación de cuidados específicos para los pacientes (22).

4.9. Líquidos pigmentantes

4.9.1. Vino tinto

El vino tinto tiene importantes capacidades para pigmentar las resinas compuestas utilizadas en odontología (23). Esta propiedad se debe a causa de los cromógenos, taninos y su acidez, que facilitan la adhesión de pigmentos a la superficie de las restauraciones dentales (24).

4.9.2. Té matcha

Sobre el té matcha no hay estudios específicos que averigüen su capacidad de pigmentación sobre las resinas compuestas, pero si que el té de por si hace parte de los factores exógenos que causan pigmentaciones (25).

Además, el té matcha contiene compuestos como catequinas y taninos, los cuales son polifenoles conocidos por su capacidad para interactuar con superficies y potencialmente causar pigmentación (26).

5. JUSTIFICACIÓN E HIPÓTESIS

5.1. Justificación

La estabilidad del color en las resinas compuestas es un factor determinante en la odontología restauradora, ya que influye directamente en la estética y satisfacción del paciente. Sin embargo, la exposición continua a sustancias pigmentantes, como el vino tinto y el té matcha, puede comprometer la apariencia de estos materiales, generando la necesidad de reemplazos frecuentes y aumentando los costos para los pacientes y los profesionales (22).

Por eso en este estudio se pondrán en comparación materiales de resinas inyectables de dos marcas (GC® y VOCO®) y se pondrán en contacto con líquidos pigmentantes, los cuales serán vino tinto y té matcha, con el propósito de identificar cual es el líquido que pigmenta más y cuál es la resina que se pigmenta más (12,13).

La finalidad es averiguar la resistencia de los materiales frente a agentes pigmentantes. Uno de los PROBLEMAS principales es que siendo las resinas inyectables una técnica de restauración estética bastante reciente, no hay mucha evidencia científica al respecto y así se empezaría a tener más información sobre ese tema (6,10).

Así se podrá mejorar la selección de materiales en función de su estabilidad cromática, mejorando la durabilidad y estética de las restauraciones dentales. Asimismo, los resultados contribuirán a la literatura científica, al llenar un vacío existente en la comparación de estos materiales en un entorno controlado (4). Además, el té matcha es un líquido pigmentante poco estudiado en este contexto, lo que justifica aún más la necesidad de este trabajo, ya que en los últimos años se ha convertido en una bebida cada vez más popular debido a sus supuestos beneficios para la salud (2).

5.1.1. Justificación con ODS

Con respecto a ese artículo, el ODS que se puede asociar es el 3, que trata de la salud y el bienestar. Eso porque la odontología estética y restaurativa forma parte de la salud y bienestar de las personas, por el

hecho de que tiene influencia en la calidad de vida con el funcionamiento oral y la autoestima de las personas (3).

Poder evaluar el grado de pigmentación de las resinas permite mejorar la estética y durabilidad de los tratamientos, para aportar una mejor salud oral. De esa manera se pueden elegir los materiales más convenientes para reducir el remplazo de estos, disminuyendo el impacto ambiental provocado por los residuos odontológicos y el coste del tratamiento para los pacientes (23).

5.2. Hipótesis

Queremos estudiar cuál de las tres bebidas pigmentará más nuestras resinas frente a las otras, sabiendo que son bebidas que actualmente la mayoría de la población consume.

De manera que tenemos como hipótesis:

1. Efecto del vino tinto en la pigmentación de las resinas inyectables:
Hipótesis nula (H_0): El vino tinto no tiene un efecto significativo sobre la pigmentación de las resinas inyectables
Hipótesis Alternativa (H_1): El vino tinto tiene un efecto significativo sobre la pigmentación de las resinas inyectables

2. Efecto del té matcha en la pigmentación de las resinas inyectables: Hipótesis nula (H_0): El té matcha no tiene un efecto significativo sobre la pigmentación de las resinas inyectables
Hipótesis alternativa (H_1): El té matcha tiene un efecto un efecto significativo sobre la pigmentación de las resinas inyectables

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo general

El objetivo principal de ese estudio es evaluar el efecto de diferentes bebidas pigmentantes (vino tinto y té matcha) sobre la estabilidad del color de resinas inyectables de distintas marcas. La finalidad es determinar cuál de estos líquidos provoca una mayor pigmentación.

6.2. Objetivos específicos

- a. Comparar el grado de pigmentación de las resinas inyectables expuestas a vino tinto y té matcha en un período determinado
- b. Establecer qué bebida produce la mayor alteración en el color de las resinas y en qué medida
- c. Relacionar los resultados obtenidos con la aplicabilidad clínica, proporcionando información útil para la selección del material más adecuado en función de los hábitos del paciente.

7. MATERIALES Y MÉTODOS

7.1. Materiales

Ese estudio piloto in-vitro se llevó a cabo siguiendo la declaración de la Guía CONSORT MODIFICADA (anexo 3).

7.1.1. Diseño del estudio

Este estudio es un estudio piloto in vitro, de carácter comparativo y longitudinal. El estudio fue llevado a cabo utilizando las instalaciones de la Clínica odontológica de la UEV (C. Del Palleteer, 21, 46008 – Valencia) y un laboratorio externo para la realización de los modelos (PRODENTAL GILABERT).

Este estudio ha sido aprobado el día 9 de diciembre de 2024 por parte del director del Departamento Clínico de Odontología de la UEV, Juan Antonio Blaya Tárraga (Anexo 1) y no se requirió el consentimiento de los pacientes debido a la naturaleza retrospectiva del estudio.

Se analizará el efecto que tienen dos agentes pigmentantes, los cuales son vino tinto y té matcha, sobre resinas inyectadas utilizadas para carillas dentales. Con esos materiales se evaluará la estabilidad del color de las resinas en contacto con las bebidas pigmentantes durante un periodo de tiempo determinado.

Consideraciones éticas: Este estudio ha sido aprobado por el Comité de Ética - Comisión de Investigación de la Universidad Europea con el código de aprobación CI 2025-52 (Anexo 2). Se han seguido todas las normativas éticas para estudios experimentales in vitro.

7.1.2. Selección muestra

Para la muestra se fabricarán modelos impresos digitales 3D de las piezas dentales 1.3, 1.2, 1.1, 2.1, 2.2 y 2.3 (de canino a canino superior) y posteriormente se utilizan dos marcas de resinas inyectable diferentes de uso odontológico (GC-GAENIAL y GRANDIOSO) para la realización de carillas inyectadas en los incisivos laterales (1.2 y 2.2). Posteriormente se dividieron en grupos de manera aleatoria.

7.1.3. Tamaño muestral

Se realizarán un total de 10 modelos impresos digitalmente 3D, en los cuales se realizarán un total de 20 carillas inyectadas de los incisivos laterales superiores, 10 de los cuales serán de marca GC G-AENIAL, mientras que los otros 10 de marca VOCO GRANDIOSO. Las carillas inyectadas tendrán 0,5 mm de grosor en mesial, distal, vestibular e incisal.

Los modelos, a su vez, se dividirán en dos subgrupos: modelos de 1V a 5V, que corresponde a las muestras sumergidas en vino tinto y de 1M a 5M para aquellos sumergidos en té matcha.

7.1.4. Material empleado

Los modelos fueron realizados con impresora 3D, encima de los cuales se utilizarán resinas inyectadas de dos marcas diferentes:

- Resina A: G-ænial Universal Injectable, GC corporation
- Resina B: GrandioSO Heavy Flow VOCO

La obtención de estas carillas se hará mediante el utilizzo de un escáner extraoral (MEDIT) y un posterior encerado diagnóstico digital CAD-CAM para realizar carillas inyectadas en los incisivos laterales superiores con llave de silicona transparente exaclear (Zhermack). Para acabar la realización de las carillas se hará el pulido con discos so-flex.

Los agentes pigmentantes que se utilizarán son:

- Vino tinto
- Té matcha

7.2. Métodos:

7.2.1. Descripción procedimiento

Para realizar ese estudio se han obtenido carillas de resina inyectada de ambas marcas de resina (GC corporation y VOCO GrandioSO), asegurandonos que todas tuvieran características homogéneas en cuanto a color y grosor. Para la realización de esas carillas, primero se utilizó un escáner extraoral (MEDIT) sobre una fantoma (figura 1) y a continuación se hizo el encerado diagnóstico digital con CAD-CAM (figura 2), recortando los incisivos laterales superiores de 0,5 mm en mesial, distal, vestibular e incisal.



Figura 1: escaneado de fantoma con escáner extraoral (MEDIT)



Figura 2: encerado diagnóstico con 1.2 y 2.2 reducidos

Desde ese encerado diagnóstico se realizaron 10 modelos digitales de canino a canino superior, con impresora 3D. A continuación, con el uso de una llave de silicona transparente exaclear (Zhermack) realizada sobre el fantoma inicial (figura 3), vienen realizadas las carillas de las dos marcas de resinas inyectadas, colocando en los dientes 1.2 la resina GC® y en el 2.2 la resina VOCO® (figura 4), foto polimerizando después de la inyección y obteniendo así 10 carillas por cada marca comercial por un total de 20 carillas.



Figura 3: llave de silicona sobre fantoma inicial con silicona transparente exaclear (Zhermack)



Figura 4: inyección de resina fluida VOCO® para carillas en 2.2

Después, sobre las carillas, colocamos una capa de glicerina. Foto polimerizamos y retiramos con agua y aire. Añadimos glicerina para bloquear el efecto del oxígeno en la superficie de la resina y evitar así la formación de la capa inhibida de oxígeno, susceptible a los pigmentos.

Una vez obtenidas las carillas se hizo el pulido final con los discos so-flex, los cuales han sido utilizados en orden de abrasión, desde el grano más grueso al más fino, pues por orden de abrasión (del rojo al amarillo) (figura 5).

Una vez realizadas las muestras, fueron numeradas del 1 al 10 y posteriormente divididas en dos grupos, del 1 al 5 y poniendo V en los modelos que se pondrán en vino tinto y de 6 a 10 que posteriormente

fueron etiquetadas de 1 a 5 M para los modelos que se pondrán en té matcha (figura 6).



Figura 6: modelos con carillas de resinas en 1.2 y 2.2

Después se sumergieron los modelos en las dos soluciones de agentes pigmentantes, vino tinto y té matcha (figura 7), dejándolas en el horno “Thermo scientific” para que se permanezcan a temperatura controlada (37°C) para poder simular las condiciones de la cavidad oral (figura 8).



Figura 7: vino tinto y té matcha en los recipientes donde se sumergirán los correspondientes modelos

Se realizaron mediciones del color de las resinas utilizando el espectrofotómetro VITA Easyshade V (Figura 9) en distintos intervalos temporales: al inicio del experimento y tras 4, 8, 24 y 48 horas de exposición. El objetivo fue evaluar el grado de pigmentación de resinas nanohíbridas pertenecientes a dos marcas comerciales diferentes, en función del tiempo de exposición a diversos líquidos. Los valores obtenidos mediante el espectrofotómetro se expresaron conforme a las escalas de color VITA SYSTEM 3D-MASTER y VITA classical A1-D4. Se fabricó una férula de posicionamiento con perforaciones en los incisivos laterales, en el centro de la cara vestibular, para asegurar que las medidas fueran tomadas siempre en el mismo punto.



Figura 9: medición de los colores de las resinas con espectrofotómetro VITA-easyshade V

Los valores obtenidos se compararon entre sí y posteriormente se analizaron estadísticamente para poder determinar las diferencias en la estabilidad del color entre las resinas de ambas marcas y en consecuencia su respuesta a los diferentes agentes pigmentantes.

7.2.2. Recogida de datos

Para recoger los datos de este estudio se utilizó un espectrofotómetro, de manera tal que se pudo medir la cantidad de pigmentación de las resinas de manera objetiva y para eso se tomaron

medidas al principio del experimento y después de 4, 8, 24 y 48 horas. Se midió también el sustrato antes de las carillas, lo cual resultó ser 5M3/C4.

Posteriormente se analizaron los datos obtenidos (tablas 1 y 2) para evaluar a nivel general los resultados del estudio. Estos datos se analizaron en función de la estabilidad cromática de cada material, proporcionando así información sobre cuál de las dos marcas presentó mayor resistencia a la pigmentación y en qué medida los diferentes agentes afectaron su coloración.

Tabla 1: Protocolo de recogida de datos con escala color VITA SYSTEM 3D-MASTER

numero modelo	medición inicial						medición después de 4h						medición después de 8h						medición después de 24h						medición después de 48h					
	GC			VOCO			GC			VOCO			GC			VOCO			GC			VOCO			GC			VOCO		
	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma
1V	4	R	2,5	4	R	2,5	4	R	2,5	3	M	3	3	R	2,5	4	R	2,5	3	R	2,5	3	M	3	3	R	2,5	4	M	3
2V	4	R	2,5	4	M	3	3	M	3	4	R	2,5	3	M	3	4	M	3	3	M	3	3	M	3	4	R	2,5	4	M	3
3V	4	R	2,5	4	M	3	3	R	2,5	3	M	3	3	R	2,5	3	M	3	3	R	2,5	2,5	R	2,5	3	R	2,5	4	R	2,5
4V	5	M	2	4	R	2,5	3	R	3,5	3	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3	4	R	2,5	3	M	3
5V	4	R	2,5	4	M	3	3	R	2,5	4	M	3	3	R	2,5	4	M	3	3	M	3	2,5	R	2,5	3	M	3	4	M	3
1M	4	R	2,5	4	R	2,5	3	M	3	2	M	3	3	R	2,5	2	M	3	4	L	2,5	3	M	3	3	M	3	2	M	3
2M	4	R	2,5	5	M	2	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3
3M	4	R	2,5	5	M	2	3	R	2,5	2	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3
4M	4	R	2,5	4	M	3	3	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3
5M	4	R	2,5	4	M	3	3	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3

Tabla 2: Protocolo de recogida de datos con escala color VITA classical A1-D4

Numero modelo	medición inicial				medición después de 4h				medición después de 8h				medición después de 24h				medición después de 48h			
	GC		VOCO		GC		VOCO		GC		VOCO		GC		VOCO		GC		VOCO	
	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma
1V	A	4	A	4	A	3,5	A	3,5	A	2,5	A	4	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5
2V	A	4	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	4	A	4	A	4
3V	A	4	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	3,5	A	2,5	A	4	A	3,5	A	4
4V	C	4	A	4	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5
5V	A	4	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	4
1M	A	4	A	4	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3	B	4	A	3	A	3,5	A	3,5
2M	A	4	C	4	A	3	A	3,5	A	3	A	3,5	A	3,5	B	4	A	3	A	3,5
3M	C	4	C	4	A	3,5	A	3	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5
4M	C	4	A	4	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3	A	3,5	A	3,5	A	3,5
5M	C	4	A	4	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3	A	3,5	A	3,5	A	3,5

7.2.3. Análisis estadístico

En ese estudio hay variables independientes, que serán los agentes pigmentantes, ósea vino tinto y té matcha, y las dos marcas de resinas inyectadas, las cuales son GC-GAENIAL Universal Injectable y VOCO GrandioSO Heavy Flow. La variable dependiente será dada por la estabilidad del color de las resinas, que se evaluará mediante espectrofotometría para registrar las variaciones antes y después de la exposición a los agentes pigmentantes.

El análisis estadístico de los datos se realizó con el programa SPSS 29.0 para Windows. Los métodos estadísticos utilizados fueron los siguientes (*IBM SPSS*, 2021):

1. Estadística descriptiva de las variables cuantitativas (procedimiento CTABLES y EXPLORE) para la descripción de las muestras: media, desviación estándar, máximo, mínimo, mediana, desviación estándar de la media, y test de normalidad de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk, etc. (27).
2. Estadístico de Kappa (procedimiento CROSSTABS) para medir el acuerdo entre las evaluaciones de dos examinadores o intra-examinador en la variable cualitativa del estudio. Un valor igual a 1 indica un acuerdo perfecto. Un valor igual a 0 indica que el acuerdo no es mejor que el que se obtendría por azar. Entre 0 a 0.2 se considera muy bajo, 0.2 a 0.4 bajo, 0.4 a 0.6 Moderado, 0.6 a 0.8 alto y de 0.8 a 1 muy alto (27, 28).
3. Test de McNemar (procedimiento CROSSTABS) para ver si se produce un cambio significativo en la respuesta entre dos momentos en variables cualitativas (27, 28).
4. ANOVA de medidas repetidas (procedimiento GLM) para el análisis del comportamiento de grupos de un factor inter-sujetos en un factor intrasujeto (tiempo) (27)
5. Test no paramétrico de Friedman (procedimiento NPTESTS) para ver la evolución a lo largo del tiempo (27).

6. Test de Wilcoxon (procedimiento NPAR TESTS), prueba no paramétrica para dos muestras relacionadas para comparar si hay diferencias entre dos mediciones de las variables cuantitativas del estudio (27).
7. Test no paramétrico de Mann-Whitney (procedimiento NPTESTS) para la comparación de una variable cuantitativa entre dos grupos (27).

8. RESULTADOS

8.1. Análisis descriptivo

En el presente estudio, se evaluó el efecto de dos bebidas pigmentantes, el vino tinto y el té matcha, sobre la pigmentación de carillas de resina inyectada de dos marcas diferentes: GC® (G-ænial Universal Injectable) y VOCO® (GrandioSO Heavy Flow). Las mediciones del color se realizaron mediante espectrofotometría al principio del experimento, después de 4 horas, 8 horas, 24 horas y 48 horas (figura 10).



Figura 10: modelos después de 24 horas sumergidos en los líquidos pigmentantes

Para analizar la pigmentación de las carillas de resina, se emplearon dos sistemas de medición del color: el sistema VITA SYSTEM 3D-MASTER, que se basa en las dimensiones de valor (luminosidad) y croma (intensidad del color), y el sistema VITA Classical A1-D4, que clasifica los tonos dentro de un rango de colores predeterminados, desde A1 (más claro) hasta D4 (más oscuro).

Para la descripción de los datos, se calcularon las estadísticas descriptivas, tales como la media, la desviación estándar, la mediana, y los percentiles 25 y 75. Estos valores, divididos en las escalas color VITA SYSTEM 3D-MASTER y VITA classical A1-D4, se presentan en las tablas

1 y 2, que muestran los valores cromáticos de las resinas de ambas marcas sumergidas en vino tinto y té matcha en los tiempos preestablecidos.

Medición Inicial (Pre-exposición)

Al comenzar el estudio, se realizaron mediciones de las carillas antes de que estuvieran expuestas a los líquidos pigmentantes. Los resultados iniciales mostraron que las resinas de GC® y VOCO® tenían un valor cromático alto, lo que indica tonalidades claras en ambas resinas.

- En el grupo M (sumergido en té matcha), el valor cromático inicial fue de 4.00 para GC® y 4.40 para VOCO®, lo que indica una resina de tonalidad bastante clara. El croma en este grupo fue 2.50 para GC® y 2.60 para VOCO®, lo que refleja una saturación moderada del color.
- En el grupo V (sumergido en vino tinto), el valor cromático también fue alto, 4.20 para GC® y 4.00 para VOCO®, aunque ligeramente más bajo que en el grupo M. El croma en este grupo fue un poco menor que en el grupo M, con 2.40 para GC® y 2.80 para VOCO®.

Esta diferencia inicial en el valor cromático y croma entre los dos grupos sugiere que las resinas sumergidas en vino tinto ya presentaban una ligera diferencia de tonalidad en comparación con las del té matcha, con el vino tinto siendo un poco más oscuro (menor valor).

Evolución de la Pigmentación a lo Largo del Estudio

A medida que avanzaba el estudio, las carillas de resina mostraron cambios en su valor (luminosidad) y croma (saturación del color), los cuales fueron evaluados en diferentes momentos: a las 4, 8, 24 y 48 horas.

- A las 4 horas, los grupos mostraron un cambio claro en su pigmentación. Las resinas GC® en el grupo M (té matcha) experimentaron una disminución significativa en el valor cromático, bajando a 2.80, mientras que el croma aumentó a 2.90, indicando

un color más intenso. En el grupo V (vino tinto), el valor cromático disminuyó a 3.20 y el croma aumentó ligeramente a 2.80. En este punto, el cambio en la pigmentación fue más marcado en el grupo M (té matcha), lo que indica que el té matcha tiene un mayor impacto sobre la saturación del color de las resinas.

- A las 8 horas, la resina GC® en el grupo M presentó una nueva disminución en el valor (a 2.40), mientras que el croma se mantuvo elevado a 2.90. En comparación, en el grupo V, el valor cromático de GC® subió levemente a 3.00, pero el croma disminuyó a 2.70, lo que sugiere una ligera reversión de la pigmentación, aunque aún se mantenía un color más oscuro en comparación con el grupo M. A las 8 horas, las resinas de VOCO® en ambos grupos siguieron un patrón similar, con el grupo M mostrando una disminución del valor a 2.80 y un aumento del croma a 3.60, mientras que el grupo V mostró una recuperación del valor cromático a 3.60 y un aumento del croma a 3.40.
- A las 24 horas, tanto en las resinas GC® como VOCO®, los valores cromáticos en el grupo V (vino tinto) se estabilizaron y mostraron una leve recuperación en el valor (alcanzando 3.00 en GC® y 2.80 en VOCO®). Sin embargo, el croma en ambos grupos permaneció relativamente alto. En contraste, las resinas en el grupo M mantuvieron una ligera disminución en el valor, manteniendo 2.60 en GC® y 3.00 en VOCO®.
- A las 48 horas, los valores cromáticos en ambos grupos se mantuvieron estables, con GC® en el grupo M mostrando un valor de 2.60 y un croma de 3.00, mientras que en el grupo V, el valor aumentó a 3.40 y el croma se estabilizó en 3.00. Esto sugiere que, en general, las resinas en el grupo V (vino tinto) mostraron una recuperación en el valor cromático, mientras que en el grupo M (té matcha), los cambios en el color se mantuvieron relativamente constantes.

Comparaciones entre grupos y resinas

A lo largo de todo el estudio, se observó que el té matcha provocó un mayor impacto sobre la pigmentación de las resinas en comparación con el vino tinto. Este efecto fue especialmente evidente en las primeras horas del estudio, donde el grupo M (té matcha) mostró una disminución más pronunciada en el valor y un aumento significativo en el croma. Estos cambios reflejan una mayor intensidad en el color y una mayor saturación debido al té matcha.

En cuanto a las comparaciones entre las dos marcas de resinas, GC® y VOCO®, los resultados fueron más similares de lo esperado, sin diferencias significativas entre ellas en términos de cómo respondieron a los agentes pigmentantes. Sin embargo, se observó que VOCO® mostró una mayor resistencia al cambio de color en el grupo V (vino tinto), manteniendo un valor cromático más alto y un croma más bajo en comparación con GC®.

8.2. Análisis analítico

Los resultados mostraron que ambos líquidos (té matcha y vino tinto) afectaron al color de las resinas, y en particular el té matcha mostró una alteración más pronunciada en la pigmentación, especialmente en términos de valor (luminosidad) y croma (saturación del color).

8.2.1. Comparación del grado de pigmentación entre resinas

Para evaluar el grado de pigmentación de las resinas GC® y VOCO®, hemos estudiado los valores resultantes del espectrofotómetro, tomados en los tiempos determinados. En el análisis hemos estudiado por separado los valores resultantes, dependiendo de la escala de referencia y de la medida evaluada.

Valor según escala VITA SYSTEM 3D-MASTER

Primero hemos analizamos los dos grupos por separado, antes GC® y luego VOCO®, a contacto con los dos líquidos pigmentantes por

los tiempos determinados (tablas 3 y 4) teniendo en cuenta el valor (luminosidad).

Tabla 3: análisis de los resultados del valor de GC® en los tiempos determinados

GC valor	grupo	Valid N	media	Desviación estándar	Mediana	Percentile 25	Percentile 75	Min	Max
inicial	M	5	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	V	5	4,20	0,45	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00
	Total	10	4,10	0,32	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00
4h	M	5	2,80	0,45	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,20	0,45	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00
	Total	10	3,00	0,47	3,00	3,00	3,00	2,00	4,00
8h	M	5	2,40	0,55	2,00	2,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Total	10	2,70	0,48	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00
24h	M	5	2,60	0,89	2,00	2,00	3,00	2,00	4,00
	V	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Total	10	2,80	0,63	3,00	2,00	3,00	2,00	4,00
48h	M	5	2,60	0,55	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,40	0,55	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00
	Total	10	3,00	0,67	3,00	3,00	3,00	2,00	4,00

Tabla 4: análisis de los resultados del valor de VOCO® en los tiempos determinados

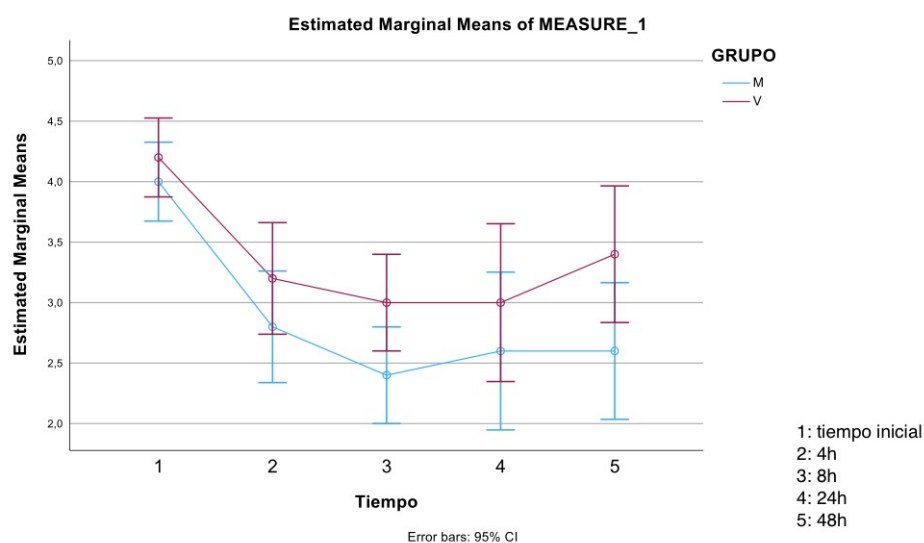
VOCO valor	grupo	Valid N	media	Desviación estándar	Mediana	Percentile 25	Percentile 75	Min	Max
Inicial	M	5	4,40	0,55	4,00	4,00	5,00	4,00	5,00
	V	5	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	Total	10	4,20	0,42	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00
4h	M	5	2,60	0,55	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,40	0,55	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00
	Total	10	3,00	0,67	3,00	3,00	3,00	2,00	4,00
8h	M	5	2,80	0,45	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,60	0,55	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00
	Total	10	3,20	0,63	3,00	3,00	4,00	2,00	4,00
24h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,80	0,27	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,90	0,21	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
48h	M	5	2,80	0,45	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,80	0,45	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00
	Total	10	3,30	0,67	3,00	3,00	4,00	2,00	4,00

Con respecto a la tabla 3 no existen diferencias significativas al 95% (Greenhouse-Geisser $p=0.500$) en el comportamiento de V y M en GC®-valor a lo largo del estudio. Existen diferencias significativas al 95% (Greenhouse-Geisser $p<0.001$) de GC®-valor a lo largo del estudio. El tiempo inicial es superior a 4h (1.1), 8h (1.4), 24h (1.3) y 48h (1.1). Entre los demás tiempos no hay diferencias significativas. Existen diferencias significativas al 95% (ANOVA $p=0.043$) en GC®-valor entre M (2.88) que es menor que V (3.36).

Con respecto a la tabla 4 no existen diferencias significativas al 95% (Greenhouse-Geisser $p=0.001$) en el comportamiento de V y M en VOCO®-valor a lo largo del estudio. En M, hay diferencias significativas al 95% (Friedman $p=0.002$) en VOCO®-valor a lo largo del estudio. Hay diferencias significativas entre INICIAL (mayor puntuación, 4.40 de media, 4 de mediana) con 4h (2.60 de media y 3 de mediana), 8h (2.80 de media y 3 de mediana), 24h (3 de media y 3 de mediana) y 48h (2.80 de media y 3 de mediana). No se observan diferencias entre los otros tiempos. En V, hay diferencias significativas al 95% (Friedman $p=0.009$) en VOCO®-valor a lo largo del estudio. Hay diferencias significativas entre 24h (menor puntuación, 2.80 de media y 3 de mediana) con inicial (4 de media y 3 de mediana) y 48h (3.80 de media y 4 de mediana) y una diferencia notable con 8h (3.60 de media y 4 de mediana). No se observan diferencias entre los otros tiempos.

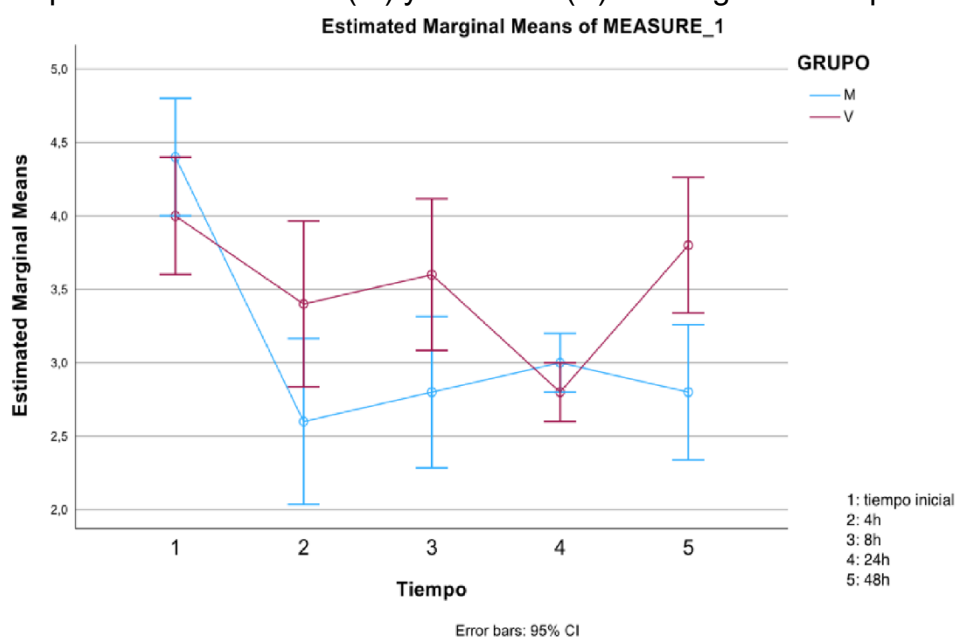
De esas tablas se puede ver que en la tabla 3 ambas bebidas disminuyeron el valor cromático de la resina y que el té matcha causó una mayor reducción en los valores cromáticos en las primeras horas. Sin embargo, la diferencia entre las bebidas no fue estadísticamente significativa en todos los puntos, lo que sugiere que ambas bebidas tienen un efecto similar en la pigmentación de las resinas, que podemos apreciar mejor en el gráfico 1, el cual no tiene curvas de variación muy diferentes data la escasa diferencia en la pigmentación de la resina GC® con las dos bebidas pigmentantes.

Gráfico 1: Evolución de la pigmentación de las resinas GC® (valor) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo



También con la resina VOCO® la tendencia fue similar (se observa en la tabla 4). El té matcha provocó una mayor reducción del valor cromático, pero en comparación con GC®, VOCO® mostró una recuperación más significativa a las 48 horas en el grupo V (vino tinto), por eso en ese caso en el gráfico 2 se puede observar que las curvas de los dos líquidos tienen más diferencias con respecto a aquellas de la resina GC®.

Gráfico 2: Evolución de la pigmentación de las resinas VOCO® (valor) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo



El té matcha mostró un efecto más pronunciado en la disminución de la luminosidad (valor cromático) de ambas resinas (GC® y VOCO®), especialmente en las primeras horas. Esta diferencia sugiere que el té matcha es más agresivo en términos de pigmentación comparado con el vino tinto.

Aunque el vino tinto también afectó la resina, la diferencia fue menos pronunciada en comparación con el té matcha, lo que puede sugerir que el vino tinto tiene un efecto de pigmentación más lento y menos intenso.

Croma según escala VITA SYSTEM 3D-MASTER

El croma, que representa la intensidad o saturación del color, fue evaluado en ambas resinas a lo largo del tiempo para los grupos sometidos a vino tinto (V) y té matcha (M).

Tabla 5: análisis de los resultados del croma de GC® en los tiempos determinados

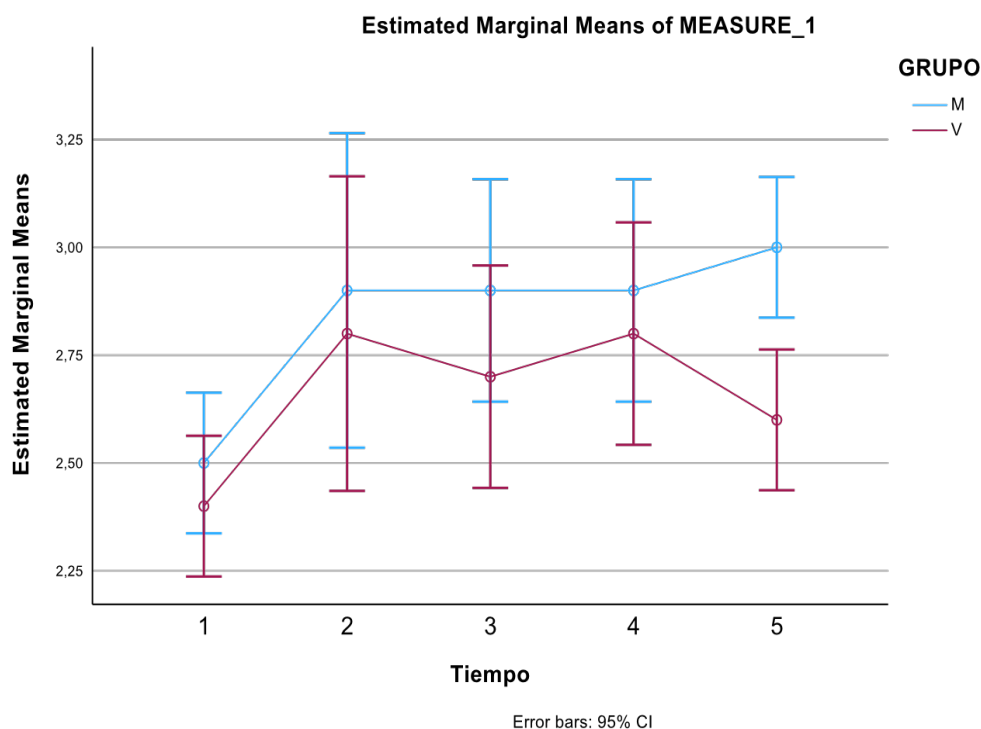
GC croma	grupo	Valid N	Media	Desviación estándar	Mediana	Percentile 25	Percentile 75	Min	Max
inicial	M	5	2,50	0,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
	V	5	2,40	0,22	2,50	2,50	2,50	2,00	2,50
	Total	10	2,45	0,16	2,50	2,50	2,50	2,00	2,50
4h	M	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	V	5	2,80	0,45	2,50	2,50	3,00	2,50	3,50
	Total	10	2,85	0,34	3,00	2,50	3,00	2,50	3,50
8h	M	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	V	5	2,70	0,27	2,50	2,50	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,80	0,26	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
24h	M	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	V	5	2,80	0,27	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,85	0,24	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
48h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,60	0,22	2,50	2,50	2,50	2,50	3,00
	Total	10	2,80	0,26	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00

En la tabla 5 se observa que el valor de croma inicial fue muy similar entre grupos: 2.50 para el grupo M y 2.40 para el grupo V. Sin embargo, las diferencias comenzaron a emerger con el tiempo:

- A las 4 horas, el croma aumentó más en el grupo M (2.90) que en el grupo V (2.80).
- Esta tendencia se mantuvo hasta las 24h, con valores constantes en M (2.90) y ligeramente inferiores en V (2.70–2.80).
- A las 48h, se invierte parcialmente la tendencia: el grupo M alcanzó el valor máximo posible (3.00), mientras que el grupo V descendió a 2.60.

En términos estadísticos no se observaron diferencias significativas entre los grupos V y M (Greenhouse-Geisser $p = 0.482$). Sí hubo diferencias significativas a lo largo del tiempo dentro del grupo GC® ($p = 0.018$), donde se detectó un aumento significativo entre el valor inicial (2.45) y el registrado a las 48 horas (2.80) (grafico 3). Aunque el grupo M tuvo en promedio un croma superior (2.84) frente al grupo V (2.66), la diferencia entre ambos no fue estadísticamente significativa (ANOVA $p = 0.052$), aunque estuvo cerca del umbral de significación.

Gráfico 3: Evolución de la pigmentación de las resinas GC® (croma) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo



Los valores de croma en VOCO® mostraron un comportamiento menos variable y más uniforme (tabla 6):

- Ambos grupos (M y V) comenzaron con valores similares (2.50 y 2.80, respectivamente).
- Desde las 4h hasta las 48h, el grupo M se mantuvo estable en 3.00, mientras que el grupo V osciló ligeramente entre 2.80 y 2.90.

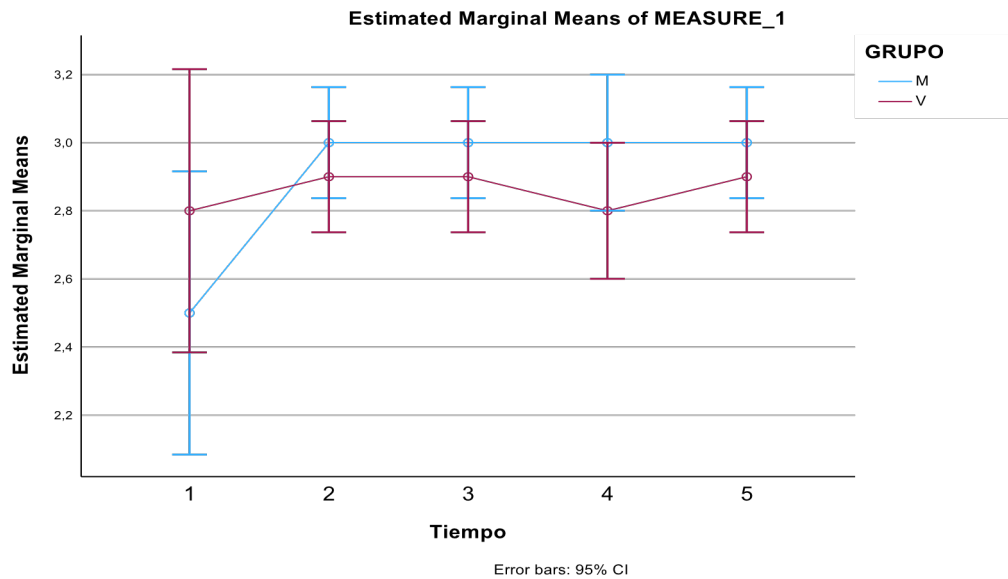
-

Tabla 6: análisis de los resultados del croma de VOCO® en los tiempos

VOCO croma	grupo	Valid N	Media	Desviación estándar	Mediana	Percentile 25	Percentile 75	Min	Max
inicial	M	5	2,50	0,50	2,50	2,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	2,80	0,27	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,65	0,41	2,75	2,50	3,00	2,00	3,00
4h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,95	0,16	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
8h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,95	0,16	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
24h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,80	0,27	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,90	0,21	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
48h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,95	0,16	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00

En este caso no se encontraron diferencias significativas (gráfico 4) entre los grupos a lo largo del tiempo ($p = 0.237$) ni entre las mediciones de diferentes tiempos ($p = 0.086$). Tampoco hubo diferencia significativa entre el grupo M (media = 2.90) y el grupo V (media = 2.86) (ANOVA $p = 0.455$).

Gráfico 4: Evolución de la pigmentación de las resinas VOCO® (croma) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo



En términos generales, no se observaron diferencias significativas entre GC® y VOCO® en ningún momento del estudio. En el grupo V (vino), sí se halló una diferencia significativa inicial (Wilcoxon $p = 0.046$), donde VOCO® inició con mayor croma que GC® (2.65 vs. 2.45). En las demás mediciones, no se detectaron diferencias estadísticamente significativas ($p > 0.05$).

Matiz según escala VITA SYSTEM 3D-MASTER

Aunque el matiz fue globalmente el parámetro menos estable del estudio, el análisis comparativo revela que:

- La resina VOCO® ofrece un comportamiento más predecible y estable
- El grupo VOCO®-M (té matcha) destacó como el más resistente a la alteración tonal en todas las mediciones.
- Por el contrario, GC®-M fue el grupo más inestable en matiz.

Estas diferencias podrían tener implicaciones clínicas, especialmente en pacientes con hábitos de consumo frecuentes de té matcha o vino tinto, donde la elección de materiales con mayor estabilidad tonal podría contribuir a una mejor longevidad estética.

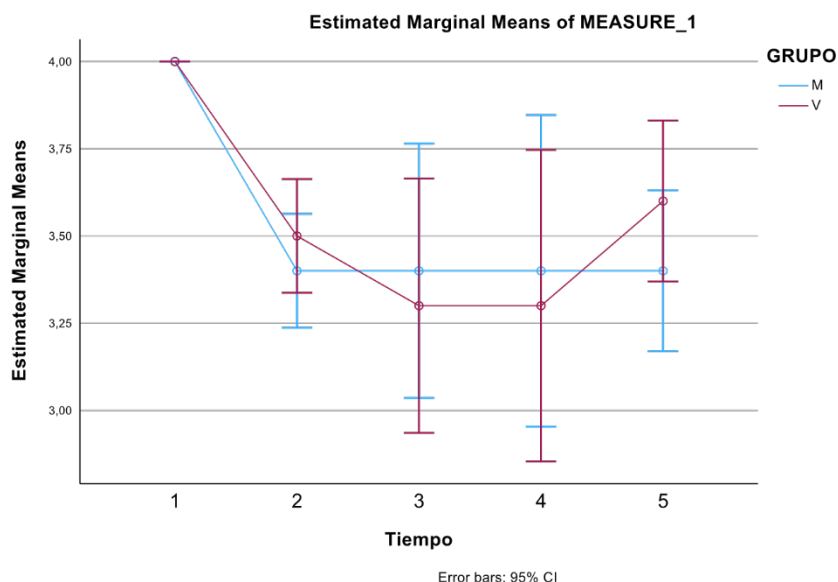
Valor y croma según escala VITA classical A1-D4

Con la escala VITA classical A1-D4, los valores de valor y croma han sido evaluados juntos, ya que son valores que se tienen en consideración juntos.

En la resina GC®, se ha observado (tabla 7) una disminución del valor y croma después de la inmersión en ambas soluciones pigmentantes:

- A las 4h, ambos grupos presentan una reducción evidente desde el valor inicial (4.00), siendo más pronunciada en el grupo M.
- A las 48h, el grupo vino tinto (V) muestra una recuperación parcial (3.60), mientras que el grupo matcha (M) permanece constante en 3.40 desde las 4h hasta las 48h.

Gráfico 5: Evolución de la pigmentación de las resinas GC® (valor+croma) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo



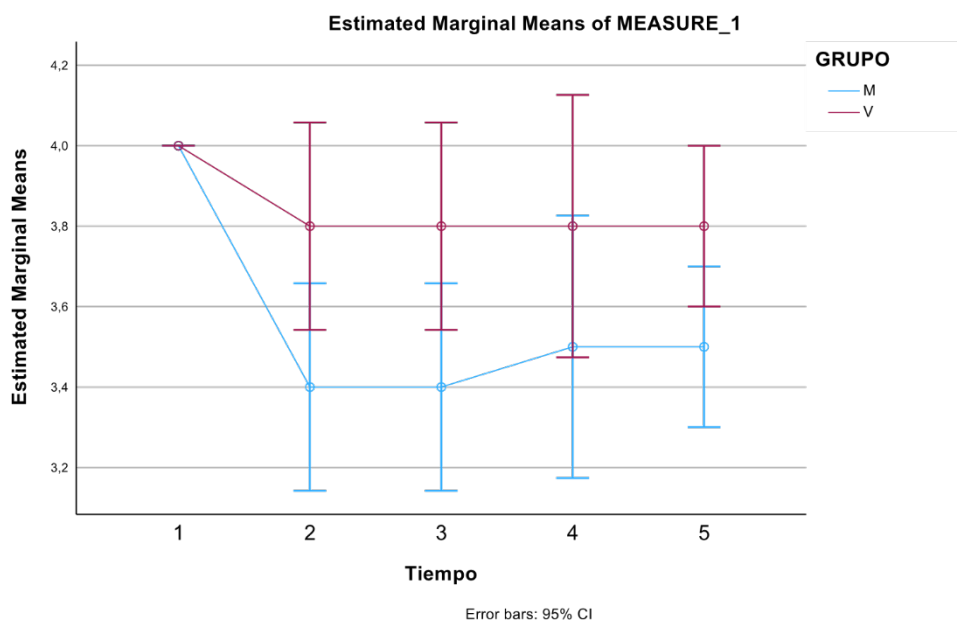
Aunque no hubo diferencias significativas entre los grupos V y M (ANOVA $p = 0.829$), sí hubo una diferencia significativa en el comportamiento general a lo largo del tiempo ($p = 0.002$), con una reducción clara del color respecto al valor inicial.

En la resina VOCO® se observó un comportamiento más diferenciado entre los grupos (tabla 8):

- El grupo vino tinto (V) mantiene consistentemente un valor y croma superior (3.80) en todas las mediciones tras la inicial
- El grupo matcha (M) desciende desde 4.00 a 3.40 y se estabiliza en 3.50 a partir de las 24h.

En términos estadísticos la diferencia entre los grupos sí fue significativa (ANOVA $p = 0.019$), con el grupo vino presentando valores significativamente más altos (3.84 vs. 3.56). Además, se observó un descenso significativo desde la medición inicial a las siguientes ($p = 0.001$), que podemos visualizar mejor en el gráfico 6.

Gráfico 6: Evolución de la pigmentación de las resinas VOCO® (valor+croma) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo



Al final, a pesar de las diferencias internas en cada resina, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre GC® y VOCO® en ninguno de los tiempos (Wilcoxon $p > 0.05$) y en los subgrupos

tampoco se detectaron diferencias relevantes entre GC®-M y VOCO®-M, ni entre GC®-V y VOCO®-V.

Matiz según escala VITA classical A1-D4

El análisis del matiz en las resinas GC® y VOCO® se llevó a cabo mediante comparación entre el valor inicial y los obtenidos en cada punto temporal (4h, 8h, 24h y 48h), categorizando las tonalidades como “A”, “B” y “C”.

A lo largo del estudio, el parámetro matiz evidenció ser el más variable e inestable, especialmente en la resina GC®.

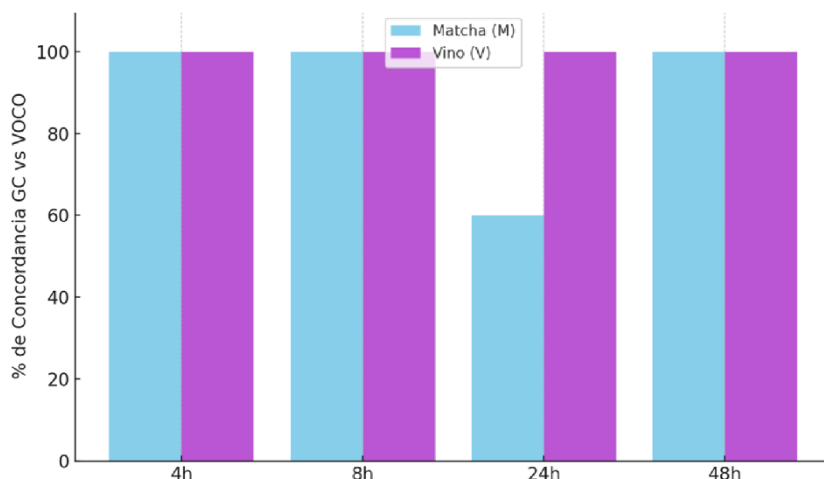
De hecho, en la resina GC®, la evolución del matiz desde el tiempo inicial hasta las 48 horas mostró una muy baja concordancia, lo que indica que las carillas modificaron su tonalidad de forma frecuente y sin un patrón claramente definido. En el grupo M (matcha), se observó una tendencia a la alteración del matiz: solo el 40% de las muestras mantuvieron la misma tonalidad a las 4, 8 y 48 horas, y este valor descendió hasta un 20% a las 24 horas, momento en el que incluso apareció un nuevo matiz (B), que en un principio no había. Este comportamiento revela que el té matcha tuvo un efecto progresivo en la modificación tonal, especialmente a medida que aumentaba el tiempo de inmersión. Por el contrario, el grupo V (vino tinto) mostró una mayor estabilidad.

Al comparar los resultados del matiz entre las resinas GC® y VOCO® (gráfico 7), se observó un comportamiento mucho más estable y predecible en la resina VOCO®, sobretodo en los tiempos siguientes a las 8 horas. En los intervalos de 4, 8 y 48 horas, la concordancia entre ambas marcas fue total (100%), lo que indica que ambas mantuvieron el mismo matiz en todas las muestras.

Pero a las 24 horas surgieron diferencias: mientras que VOCO® mantuvo la estabilidad total en el grupo V, GC® tuvo variaciones, especialmente en el grupo M, donde muestra cambió de matiz (de “A” a “B”). Aunque esto no supuso una diferencia estadísticamente significativa,

refleja una mayor susceptibilidad del material GC® a la alteración tonal inducida por el té matcha.

Gráfico 7: Concordancia del matiz entre GC® y VOCO® por grupo



8.2.2. Identificación de la bebida que más altera el color

Con esos análisis hemos podido establecer que el té matcha fue la bebida que causó una mayor alteración en el color de ambas resinas (GC® y VOCO®), siempre teniendo en cuenta las tres dimensiones principales del color que fueron evaluadas por separado:

- Valor: en el grupo del té matcha provocó una disminución más intensa y rápida, sobretodo en las primeras 4 y 8 horas. En comparación el vino tinto generó un descenso más leve, que indica un oscurecimiento menos agresivo.
- Croma: siempre en el grupo M (té matcha) se generó un aumento más marcado. En ambas resinas, los valores del croma se incrementaron mayormente en el grupo M, alcanzando su valor máximo a las 48 horas. Por lo contrario, en el grupo V (vino tinto), el croma se mantuvo más bajo, implicando que el té matcha no solo oscurece más rápidamente las resinas, sino que también intensifica más su color.

- Matiz: esa fue la dimensión más inestable del color, especialmente en la resina GC®. En ese grupo se observaron diferentes cambios de tonalidad a lo largo del tiempo, siendo el té matcha el agente más alterante. En cambio, en la resina VOCO®, ambos agentes pigmentantes mostraron una mayor estabilidad tonal, manteniendo en muchos casos el mismo matiz en diferentes puntos temporales.

Por eso, en el grupo M (té matcha), de ambas resinas, se observó un valor más bajo y un croma más alto, lo que implica una pigmentación más intensa. Mientras que el grupo V (vino tinto) provocó cambios más moderados y estables, con una evolución más predecible y menor alteración global del color.

8.2.3. Aplicación clínica y selección de materiales según los hábitos del paciente

Los resultados obtenidos en este estudio tienen una repercusión directa en la práctica clínica, particularmente en la toma de decisiones para tratamientos estéticos con resinas inyectables. Entender cómo los distintos materiales se comportan frente a agentes pigmentantes comunes permite al profesional poder adaptar la elección del material restaurador en función de los hábitos dietéticos del paciente, lo que contribuye a una mejoría tanto por el aspecto de la durabilidad estética como por la satisfacción a largo plazo del tratamiento.

En primer lugar, se ha demostrado que el té matcha induce una alteración cromática más significativa que el vino tinto, sobre todo en la resina GC®. Por lo tanto, en pacientes que consumen habitualmente té matcha, se recomienda tener precaución con el uso de resinas que presenten menor estabilidad frente a este agente pigmentante, como es el caso de GC®.

Por otro lado, aunque el vino tinto también genera pigmentación, esta es más progresiva y menos intensa. La resina VOCO® mostró una mayor resistencia general frente a ambos líquidos, con menor pérdida de luminosidad, menor aumento de saturación y mayor estabilidad del matiz, lo que, en consecuencia, la convierte en una opción más segura y predecible para pacientes con hábitos alimenticios que incluyan bebidas pigmentantes.

Además, desde una perspectiva de sostenibilidad y costos, elegir el material adecuado desde el principio ayuda a reducir la necesidad de retratamientos o sustituciones por motivos estéticos, lo que disminuye la producción de residuos clínicos y el impacto económico tanto para la clínica como para el paciente.

9. DISCUSIÓN

En odontología restauradora y estética, la estabilidad cromática de los materiales compuestos es un factor importante y determinante para un buen éxito clínico y la satisfacción estética del paciente. En particular, las resinas inyectables han ganado siempre más importancia como alternativa mínimamente invasiva para restauraciones anteriores, gracias a su facilidad de manejo y buenos resultados estéticos iniciales. Sin embargo, su comportamiento frente a una continua exposición a agentes pigmentantes aún plantea interrogantes, especialmente a causa de la tendencia creciente en el consumo de bebidas que contienen compuestos con alto potencial de tinción, como el vino tinto y el té matcha (2, 22).

Diferentes estudios han demostrado que la interacción entre la matriz orgánica del material y ciertos componentes de estas bebidas puede desencadenar cambios significativos en el color de las restauraciones. Estos cambios pueden manifestarse en tres dimensiones principales: pérdida de luminosidad (valor), aumento de la saturación (croma) y alteraciones en el matiz (16, 17). Por eso, la evaluación objetiva de estas variaciones cromáticas, mediante instrumentos digitales como el espectrofotómetro, resulta esencial para determinar la idoneidad de un material frente a situaciones clínicas (18).

Este estudio tuvo como objetivo principal la evaluación del grado de pigmentación que sufren dos resinas inyectables de las marcas GC® y VOCO®, al ser expuestas a dos agentes pigmentantes. Se analizaron los parámetros de valor, croma y matiz utilizando espectrofotometría por intervalos temporales preestablecidos (al comienzo, después de 4, 8, 24 y 48 horas). La elección de estas marcas responde a su uso frecuente en la práctica clínica y a sus diferencias en la composición, especialmente en la proporción de carga inorgánica y características de la matriz (12, 13).

Los resultados del estudio mostraron que ambas resinas experimentaron alteraciones cromáticas después de haber sido expuestas a los agentes pigmentantes, si bien con diferencias en intensidad y

velocidad de cambio. En general, el té matcha resultó ser más agresivo que el vino tinto, generando modificaciones más rápidas y marcadas, sobretodo en la resina GC®. De lo contrario la resina VOCO®, presentó una mayor resistencia al cambio de color, lo cual podría estar vinculado a su composición más densa en carga y posiblemente menos permeable (1, 21). Estos hallazgos permiten comparar el comportamiento de ambos materiales y poder extraer implicaciones clínicas útiles en la toma de decisiones terapéuticas personalizadas.

9.1. Discusión de resultados clave

Comparación del grado de pigmentación entre resinas

El análisis comparativo entre las resinas de marca GC® y VOCO® permite identificar diferencias importantes en su comportamiento cromático frente a la exposición a agentes pigmentantes. El parámetro valor, que representa la luminosidad del material, evidenció una reducción en ambas resinas con el paso del tiempo. La resina VOCO® mantuvo mejor su luminosidad inicial frente a ambas bebidas, en particular frente al vino tinto, donde incluso presentó cierta recuperación a las 48 horas. Por el contrario, la resina GC® sufrió una disminución más brusca y rápida del valor, siendo más pronunciada en el grupo expuesto al té matcha. Esto nos sugiere una menor resistencia de GC® a la alteración de la luminosidad, el cual es un hallazgo clínicamente relevante ya que el oscurecimiento temprano puede comprometer de manera significativa la estética de la restauración (2, 20).

El segundo parámetro evaluado fue el croma, que nos indica la intensidad o saturación del color. Ambas resinas presentaron un aumento progresivo de esos valores, aunque GC® alcanzó valores máximos de croma de manera más rápida, en particular con el té matcha, lo que denota una mayor absorción de pigmentos en su matriz. En cambio, con VOCO®, se mostró una evolución más controlada y menos brusca, incluso con el mismo agente. Este tipo de comportamiento puede estar directamente

relacionado con la composición química y la proporción de carga inorgánica presente en cada resina. En el caso de VOCO®, el alto contenido de partículas inorgánicas (89% en peso) actúa como barrera ante la penetración de pigmentos (13), mientras que la matriz orgánica de GC® es más susceptible al intercambio químico y absorción superficial (4, 12).

El otro parámetro evaluado fue el matiz, el cual fue la dimensión más inestable del color evaluada. Los cambios en este parámetro fueron evidentes en la resina GC®, la cual mostró transiciones de tonalidad sin un patrón bien definido a lo largo del tiempo. Este tipo de inestabilidad es especialmente problemática en contextos clínicos donde la percepción del color natural del diente es esencial para el éxito estético. De lo contrario, VOCO® mantuvo una mayor estabilidad en el matiz, tanto con vino tinto como con té matcha, lo que refuerza su idoneidad para restauraciones en zonas visibles, como en el sector anterior (19, 22).

Las propiedades físicas y ópticas de las resinas compuestas están directamente relacionadas con la composición del mismo material, en especial la proporción entre la matriz orgánica y la carga inorgánica (3). Asimismo, diferentes bebidas pigmentantes afectan el color de las resinas, evidenciando el papel de la composición del material en su estabilidad cromática (2).

Los avances en la formulación de los composites, especialmente aquellos con cargas de menor tamaño y mayor densidad, permiten una menor susceptibilidad a la tinción extrínseca. Este principio concuerda con el mejor comportamiento observado en la resina VOCO®, cuyo diseño incluye partículas funcionalizadas y cerámicas vítreas (4, 13).

Por otro lado, las investigaciones han demostrado que las resinas nanohíbridas con un mayor porcentaje de relleno y mejores propiedades mecánicas tienden a mantener su color más estable frente a bebidas pigmentantes. Esta evidencia refuerza la conclusión de que la resina

VOCO®, al contener una carga elevada, se muestra más estable que la resina GC® (21).

Las interacciones entre los factores extrínsecos (como los líquidos pigmentantes) y las características intrínsecas del material compuesto pueden amplificar el efecto pigmentante. Por ello, la selección del material debe realizarse considerando ambos aspectos de manera conjunta para aumentar la durabilidad estética de las restauraciones (25).

Identificación de la bebida que más altera el color

En este estudio se ha evidenciado que el té matcha, en comparación con el vino tinto, es el agente pigmentante que produce una mayor alteración cromática en las resinas GC® y VOCO®. Este efecto fue más subrayado tanto en la disminución del valor como en el aumento del croma, observándose desde las primeras 4-8 horas del experimento. La intensidad y rapidez del cambio cromático de las resinas sugiere que el té matcha tiene una mayor capacidad de penetración y fijación en la matriz resinosa, sobretudo en la resina GC®, que mostró mayor susceptibilidad (21).

Estos resultados concuerdan con los hallazgos de Arévalo Pineda y Larrucea (2), que demostraron que bebidas como el té pueden generar una pigmentación más agresiva que el vino, en particular en resinas con menor carga inorgánica. Asimismo, Vásquez y Delgado-Gaete (25) explican que los factores extrínsecos como la acidez de la bebida, la presencia de taninos y la frecuencia de exposición desempeñan un papel clave en la intensidad del manchado. El té matcha, a causa de su pH moderadamente bajo y alto contenido en catequinas, tiene una gran afinidad por las superficies poliméricas de las resinas compuestas (26).

Además, Christiani et al. (21) observaron que el contacto con bebidas de alto contenido en polifenoles genera una alteración significativa del color, sobretudo en los primeros momentos de exposición, lo que también se vió reflejado en ese estudio, donde el té matcha provocó un

oscurecimiento más acelerado. Arcos Tomalá et al. (20) señalaron que el tipo de bebida y el tiempo de contacto tienen un efecto directo importante sobre la estabilidad del color, siendo más críticos durante las primeras 24 horas.

De lo contrario, el vino tinto mostró un comportamiento más progresivo y moderado. Aunque provocó también una alteración cromática, esa fue menos intensa y más predecible. Esto puede explicarse por su diferente composición química. No obstante, contiene taninos y antocianinas, su capacidad de penetración puede ser menor a causa de su viscosidad y a la interacción superficial más limitada con ciertos polímeros (22).

Sosa et al. (24) aportan que la rugosidad superficial influye en la capacidad de las resinas para absorber pigmentos, y que bebidas con mayor capacidad de adherencia, como el té matcha, generan una mayor tinción, en particular en materiales con acabados menos lisos. De hecho, eso podría justificar la diferencia observada entre las dos bebidas, especialmente en la resina GC®, que podría presentar mayor microtextura tras el pulido (23).

La diferencia observada entre té matcha y vino tinto también puede relacionarse con la solubilidad de sus pigmentos. Según Vásquez et al. (22), la capacidad de los colorantes para poderse disolver en el entorno y fijarse a la superficie del material está influenciada por la polaridad de los compuestos y la porosidad del sustrato. En este caso, los compuestos del té matcha parecen adaptarse mejor a la penetración en la matriz de la marca GC® (3).

Aplicación clínica y selección de materiales según los hábitos del paciente

Los resultados de este estudio tienen implicaciones clínicas importantes para la selección de materiales restauradores en función del paciente y de sus hábitos dietéticos. El estudio muestra que el té matcha

posee una mayor capacidad pigmentante que el vino tinto, especialmente sobre resinas con menor carga inorgánica. Por lo tanto, en pacientes con un consumo frecuente de bebidas con alto contenido de polifenoles, como el té matcha, se debería priorizar el uso de materiales más estables cromáticamente como la resina de marca VOCO® (21, 25).

Los factores extrínsecos que afectan la pigmentación de las resinas pueden ser controlados de manera parcial mediante la educación al paciente, lo que incluye advertirlo sobre los efectos de ciertas bebidas, así como recomendaciones sobre higiene oral tras su ingesta (22). De este modo, la combinación de una correcta selección del material restaurador con estrategias de prevención puede contribuir a una mayor longevidad estética de las restauraciones (2, 24).

La elección de distintos materiales como VOCO®, que demostraron una mayor resistencia al cambio de color, es muy importante en sectores anteriores, donde la estética es una prioridad. Como se ha descrito en la literatura, materiales con alta densidad de relleno y menor proporción de matriz orgánica presentan mejores propiedades mecánicas y también mayor resistencia a la alteración del color (3, 13). Esto aumenta la necesidad de una evaluación individualizada del paciente, considerando sus hábitos, su nivel de demanda estética y la localización de la restauración (4).

Además, estudios como el de Sosa et al. (24) y Arcos Tomalá et al. (20) destacan que la combinación de material adecuado, técnicas de pulido eficaces y mantenimientos periódicos pueden minimizar la pigmentación extrínseca de las restauraciones con el tiempo. Estas medidas complementarias, junto con la elección de materiales más estables como el de marca VOCO®, ayudan a garantizar resultados más duraderos y satisfactorios.

Por tanto, los hallazgos de este estudio apoyan una odontología basada en la personalización de los tratamientos restauradores estéticos, donde no solo se debe tener en cuenta la estética inicial del material, sino

también su comportamiento futuro frente los factores pigmentantes propios del estilo de vida del paciente. Además, esa visión coincide con las tendencias actuales de odontología mínimamente invasiva y centrada en el paciente (1, 5).

9.2. Limitaciones

Ese estudio, presenta diferentes limitaciones que deben ser consideradas a la hora de interpretar los resultados.

En primer lugar, se trata de un estudio in vitro, por lo que no reproduce completamente las condiciones reales de la cavidad oral, como pueden ser la presencia de saliva, el pH a diferentes temperaturas, el biofilm bacteriano o la abrasión mecánica causada por la masticación y el cepillado (23). Estas variables pueden influir en la adhesión y en la penetración de los pigmentos, alterando así la evolución cromática real de las restauraciones en boca (24).

Además, el tamaño muestral fue limitado a 20 carillas, lo que, aunque sea adecuado para un estudio piloto, puede restringir bastante la generalización de los hallazgos. Un tamaño muestral más amplio y el uso de múltiples lotes de material podrían aportar mayor soporte estadístico a los resultados obtenidos (17). También se utilizó un único espectrofotómetro y dos operadores, lo cual, aunque minimiza la variabilidad interobservador, no permite poder evaluar la efectivamente la reproducibilidad del método frente a otros sistemas de medición de color (16).

Otro aspecto relevante es la duración del protocolo experimental, que fue de 48 horas. No obstante, este diseño simula una exposición intensa en un tiempo breve, no permite poder extrapolar los resultados al comportamiento de los materiales tras semanas o meses de uso clínico, donde la pigmentación tiende a ser más acumulativa y progresiva (20, 21).

Serían necesarios estudios con seguimientos prolongados para poder evaluar la resistencia a la pigmentación a largo plazo y su relación con el mantenimiento de la estética.

Además, solo se han considerado dos tipos de bebidas pigmentantes (té matcha y vino tinto), cuando hoy en día existen numerosos agentes pigmentantes, como el café, los refrescos carbonatados, los jugos cítricos, etc.. Cada uno de esos tiene características propias en cuanto a composición química, viscosidad y pH que podrían formar diferentes patrones de pigmentación (22, 24). Ampliar el espectro de bebidas evaluadas permitiría poder obtener una visión más completa y amplia sobre los riesgos de pigmentación en contextos reales de consumo.

9.3. Futuras líneas de investigación

Se propone la realización de estudios in vivo que incluyan diferentes variables clínicas como el cepillado, el tipo de dieta, el uso de pastas dentales abrasivas y el efecto de la saliva. Estas investigaciones podrían ayudar a validar los resultados obtenidos en condiciones controladas y a poder desarrollar protocolos preventivos personalizados para cada paciente dependiendo de sus necesidades (25). Asimismo, se recomienda evaluar el comportamiento cromático de otras marcas de resinas inyectables y también de resinas convencionales, obteniendo así una comparación más vasta de diferentes formulaciones y tecnologías de carga (3, 4).

También resultaría útil investigar la eficacia de estrategias clínicas para poder prevenir la pigmentación, como la aplicación de selladores superficiales, barnices protectores o unos protocolos de pulido periódico. Estudios como los de Sosa et al. (24) ya han explorado estas posibilidades en otros tipos de resinas, pero no se ha extendido su aplicación de forma sistemática a las técnicas de inyección.

10. CONCLUSIÓN

El presente estudio ha permitido poder evaluar de forma objetiva y comparativa la estabilidad cromática de dos resinas inyectables de las marcas GC® y VOCO®, tras su exposición a dos agentes pigmentantes, los cuales han sido el té matcha y el vino tinto. A partir de los resultados obtenidos en el estudio, se pueden establecer las siguientes conclusiones, concordes:

1. Se ha podido constatar que ambas resinas sufren alteraciones cromáticas tras la exposición a líquidos pigmentantes, aunque esas tengan diferencias notables. La resina VOCO® ha mostrado una mayor resistencia general al cambio de color, mientras que la de GC® tuvo una mayor pérdida de luminosidad, aumento de saturación y variabilidad tonal, especialmente frente al té matcha. Esta diferencia se relaciona directamente con la composición del material, especialmente con el porcentaje de carga inorgánica y la estructura de la matriz orgánica.
2. El té matcha fue el agente pigmentante que indujo una mayor alteración del color en ambas resinas. Su efecto fue más rápido e intenso respecto a la del del vino tinto, lo cual puede explicarse por su alto contenido en taninos y catequinas, y su interacción con la superficie de las resinas. Esta constatación permite poderlo identificar como un factor de riesgo estético relevante en pacientes con hábitos de consumo frecuentes.
3. Se reafirma la importancia de la selección del material restaurador dependiendo de los hábitos del paciente. En contextos clínicos donde la estética es prioritaria, la elección de materiales con mayor estabilidad cromática frente a diferentes agentes pigmentantes debe ser considerada primariamente. Además, es recomendable que los profesionales informen a los pacientes sobre la posibilidad de cambio de color asociado al consumo habitual de ciertas bebidas, y adopten medidas preventivas complementarias.

Finalmente, aunque los hallazgos son consistentes con la literatura científica, es necesario seguir investigando en esta dirección mediante estudios in vivo, con tamaños muestrales mayores, tiempos de estudio más prolongados y ampliar la diversidad de agentes pigmentantes. Esto permitirá afinar la aplicabilidad clínica de los resultados y mejorar las estrategias de prevención y selección de materiales.

11. BIBLIOGRAFÍA

1. Fernandez-Montecinos EA, Padilla-Alvear PA. Variaciones histórico-culturales de la estética dental. *Rev Fac Odontol Univ Antioq.* 2022;33(2):64–74
2. Arévalo Pineda M, Larrucea Verdugo C. Recidiva del color dentario por té, café y vino. In vitro. *Rev clín periodoncia implantol rehabilit oral.* 2012;5(2):57–65.
3. Rodas Cando DF, Morales Bravo BR. Estudio comparativo de los diferentes tipos de resinas compuestas y sus usos de acuerdo a su composición: revisión de literatura. 2023.
4. Rodríguez G DR, Pereira S NA. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontol Venez.* 2018;46(1):1–10
5. Rodas Cando, D. F., & Morales Bravo, B. R. Estudio comparativo de los diferentes tipos de resinas compuestas y sus usos de acuerdo a su composición. Revisión de literatura. 2023
6. Veneziani M. Injection technique: a new concept for anterior restorations with flowable composites. *StyleItaliano.* 2024;1: 6–15.
7. Attia A, Elrashid A. An Improved Direct Injection Technique With a Flexible Stent for Composite Restorations. *Oper Dent.* 2020;45(3):235–242.
8. Clínica G. Técnica de inyección de composite. *Www.gc.dental.* 2023
9. Clínica G. GC get connected. *Www.gc.dental.* 2019
10. Rathod P, Patel A, Mankar N, Chandak M, Ikhar A. Enhancing aesthetics and functionality of the teeth using injectable composite resin technique. *Cureus.* 2024 May;16(5):e56284
11. Espina Vilchis M. Propiedades de las resinas fluidas y su uso en el sector anterior: técnica de inyección. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México; 2022
12. GC Europe N.V. G-ænial® Universal Injectable: Manual Técnico. Bélgica. Octubre 2018
13. VOCO GmbH. GrandioSO - Composite. Cuxhaven, Alemania. 2025

14. Huang M, Ye H, Chen H, Zhou Y, Liu Y, Wang Y, et al. Evaluation of accuracy and characteristics of tooth-color matching by intraoral scanners based on Munsell color system: an in vivo study. *Odontology*. 2022;110(1):53-60
15. Ortiz Zamora FG. Procesamiento morfológico de imágenes en color: aplicación a la reconstrucción geodésica. Santiago de Chile: Universidad de Chile; 2012
16. Valenzuela-Aránguiz V, Bofill-Fonbote S, Crisóstomo-Muñoz J, PavezOvalle F, Brunet-Echavarría J. Selección de color dentario: comparación de los métodos visual y espectrofotométrico. *Rev Clin Periodoncia Implantol Rehabil Oral*. 2016;9(2):57-61
17. García LF, Rojas J, Gómez C, Gómez G. Parámetros para la evaluación visual e instrumental del color dental en estudios in-vitro: Revisión de la literatura. *Acta Odontol Colomb*. 2022;16(1):25-30.
18. Ovalle I. Evaluación del color dental: Comparación entre métodos visuales e instrumentales. Santiago de Chile. 2011
19. Higashi C, Gomes GM, Garcia EJ, Gomes OM, Gomes JC. Color y características ópticas para restauraciones estéticas de dientes anteriores. *Acta Odontol Venez*. 2011;49(3):196-202.
20. Arcos Tomalá LC, Montañó Tatés VA, Armas A del C. Estabilidad en cuanto a color y peso, de resinas compuestas tipo flow tras contacto con bebidas gaseosas: estudio in vitro. *OVital*. 2019;45(2):45-51.
21. Christiani JJ, Acevedo ED, Rocha MT. Estabilidad de color de tres resinas nanohíbridas en solución de café. *Int J Odontostomat*. 2023;17(1):35-42.
22. Vásquez LJ, Cárdenas AM, Cárdenas LM, Cárdenas AM. Factores extrínsecos implicados en la pigmentación de las resinas compuestas dentales. *Rev Estomatol Herediana*. 2020;30(1):8-14
23. Lepri CP, Palma-Dibb RG. Surface roughness and color change of a composite: influence of beverages and brushing. *Dent Mater J*. 2012;31(5):844-849

24. Sosa D, Pineda C, Pineda R, Pineda A. Alteraciones del color en 5 resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas. *Rev Cient Cienc Salud*. 2018;19(1):29-34
25. Vázquez LJ, Delgado-Gaete B. Extrinsic factors involved in the pigmentation of dental composite resins. *Rev Estomatol Herediana*. 2022;32(2):98–104.
26. Kochman J, Jakubczyk K, Antoniewicz J, Mruk H, Janda K. Health benefits and chemical composition of matcha green tea: A review. *Molecules*. 2020;25(24):5773.
27. Ferrán Aranaz M. SPSS para Windows: programación y análisis estadístico. Madrid: McGraw-Hill; 1996.
28. Everitt, B. S. The analysis of contingency tables. Chapman & Hall. Second Edition. 1992.

12. ANEXOS

Anexo 1: Documento de aprobación del estudio experimental por parte del director del Departamento Clínico de Odontología de la UEV



Comisión de Investigación

El abajo firmante, autoriza la realización del siguiente proyecto de investigación en las instalaciones a su cargo de la Universidad Europea:

Datos del proyecto

Título:	Resinas inyectables. Comparación de las características de los materiales
Investigador responsable:	Camilla Villa y Carla Saborido Aguilar

Atentamente,

Nombre:	Santiago Arias Herrera
Cargo:	Vicedecano de Odontología
Firma:	

Anexo 2: Documento de aprobación del estudio por el Comité de Ética - Comisión de Investigación de la Universidad Europea



Comisión de Investigación

Villaviciosa de Odón, 9 de enero de 2025

Estimado/a investigador/a,

La Comisión de Investigación de la Escuela de Doctorado e Investigación, una vez revisada la documentación e información, remitida por el investigador responsable con fecha 09/12/2024, relativa al proyecto abajo indicado, autoriza su desarrollo en la Universidad Europea.

Título del proyecto:	Estudio experimental comparativo de 2 marcas de resinas inyectables para frente anterior en modelos 3D. Pigmentación y filtración. (Resistencia a la fractura)
Tipo de proyecto:	TFG
Investigador/a responsable:	SABORIDO AGUILAR- CARLA
Código CI:	2025-52
Código OTRI:	Sin especificar
Código Departamento:	Sin especificar
Dictamen:	APROBADO

Atentamente,



Fdo. Óscar García López

Director de la Escuela de Doctorado e Investigación

ci@universidadeuropea.es

Anexo 3: checklist CONSORT modificada

Modified CONSORT checklist of items for reporting in vitro studies of dental materials		
Section/Topic	Checklist item	Reported on Page No.
Abstract	Item 1. Structured summary of trial design, methods, results, and conclusions	1-3
Introduction		
Background and objectives	Item 2a. Scientific background and explanation of rationale Item 2b. Specific objectives and/or hypotheses	7, 21
Methods		
Intervention	Item 3. The intervention for each group, including how and when it was administered, with sufficient detail to enable replication	23-24
Outcomes	Item 4. Completely defined, pre-specified primary and secondary measures of outcome, including how and when they were assessed	25-27
Sample size	Item 5. How sample size was determined	24
Randomization Sequence generation	Item 6. Method used to generate the random allocation sequence	23-24
Allocation concealment mechanism	Item 7. Mechanism used to implement the random allocation sequence (for example, sequentially numbered containers), describing any steps taken to conceal the sequence until intervention was assigned	23-24
Implementation	Item 8. Who generated the random allocation sequence, who enrolled teeth,	23-24
Blinding	Item 9. If done, who was blinded after assignment to intervention (for example, care providers, those assessing outcomes), and how	-
Statistical methods	Item 10. Statistical methods used to compare groups for primary and	30-31
Results		
Outcomes and estimation	Item 11. For each primary and secondary outcome, results for each group,	33-50
Discussion		
Limitations	Item 12. Trial limitations, addressing sources of potential bias, imprecision,	51-58
Other Information		
Funding	Item 13. Sources of funding and other support (for example suppliers of drugs), role of funders	23
Protocol	Item 14. Where the full trial protocol can be accessed, if available	-

Anexo 4: Imágenes

Figura 1: Procedimiento de fabricación de carillas escaneado de la fantoma con escáner extraoral MEDIT



Figura 2: encerado diagnóstico 1.2 y 2.2 reducidos



Figura 3: llave de silicona sobre fantoma inicial con silicona transparente exaclear (Zhermack)



Figura 4: inyección de resina fluida VOCO® para carillas en 2.2



Figura 5: discos de pulido so-flex



Figura 6: modelos con carillas de resinas en 1.2 y 2.2



Figura 7: vino tinto y té matcha en los recipientes donde se sumergirán los correspondientes modelos



Figura 8: horno "Thermo scientific" a 37° para simular la cavidad oral



Figura 9: medición de los colores de las resinas con espectrofotómetro VITA-easyshade V



Figura 10: modelos después de 24 horas sumergidos en los líquidos pigmentantes



Anexo 5: Tablas

Tabla 1: Protocolo de recogida de datos con escala color VITA SYSTEM 3D-MASTER

numero modelo	medición inicial						medición después de 4h						medición después de 8h						medición después de 24h						medición después de 48h					
	GC			VOCO			GC			VOCO			GC			VOCO			GC			VOCO			GC			VOCO		
	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma	valor	matiz	croma
1V	4	R	2,5	4	R	2,5	4	R	2,5	3	M	3	3	R	2,5	4	R	2,5	3	R	2,5	3	M	3	3	R	2,5	4	M	3
2V	4	R	2,5	4	M	3	3	M	3	4	R	2,5	3	M	3	4	M	3	3	M	3	3	M	3	4	R	2,5	4	M	3
3V	4	R	2,5	4	M	3	3	R	2,5	3	M	3	3	R	2,5	3	M	3	3	R	2,5	2,5	R	2,5	3	R	2,5	4	R	2,5
4V	5	M	2	4	R	2,5	3	R	3,5	3	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3	4	R	2,5	3	M	3
5V	4	R	2,5	4	M	3	3	R	2,5	4	M	3	3	R	2,5	4	M	3	3	M	3	2,5	R	2,5	3	M	3	4	M	3
1M	4	R	2,5	4	R	2,5	3	M	3	2	M	3	3	R	2,5	2	M	3	4	L	2,5	3	M	3	3	M	3	2	M	3
2M	4	R	2,5	5	M	2	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3
3M	4	R	2,5	5	M	2	3	R	2,5	2	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3
4M	4	R	2,5	4	M	3	3	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3
5M	4	R	2,5	4	M	3	3	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	2	M	3	3	M	3	3	M	3	3	M	3

Tabla 2: Protocolo de recogida de datos con escala color VITA classical A1-D4

Numero modelo	medición inicial				medición después de 4h				medición después de 8h				medición después de 24h				medición después de 48h			
	GC		VOCO		GC		VOCO		GC		VOCO		GC		VOCO		GC		VOCO	
	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma	matiz	valor y croma
1V	A	4	A	4	A	3,5	A	3,5	A	2,5	A	4	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5
2V	A	4	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	4	A	4	A	4
3V	A	4	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	3,5	A	2,5	A	4	A	3,5	A	4
4V	C	4	A	4	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5
5V	A	4	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	4	A	3,5	A	4
1M	A	4	A	4	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3	B	4	A	3	A	3,5	A	3,5
2M	A	4	C	4	A	3	A	3,5	A	3	A	3,5	A	3,5	B	4	A	3	A	3,5
3M	C	4	C	4	A	3,5	A	3	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5
4M	C	4	A	4	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3	A	3,5	A	3,5	A	3,5
5M	C	4	A	4	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3,5	A	3	A	3,5	A	3,5	A	3,5

Tabla 3: análisis de los resultados del valor de GC® en los tiempos determinados

GC valor	grupo	Valid N	media	Desviación estándar	Mediana	Percentile 25	Percentile 75	Min	Max
inicial	M	5	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	V	5	4,20	0,45	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00
	Total	10	4,10	0,32	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00
4h	M	5	2,80	0,45	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,20	0,45	3,00	3,00	3,00	3,00	4,00
	Total	10	3,00	0,47	3,00	3,00	3,00	2,00	4,00
8h	M	5	2,40	0,55	2,00	2,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Total	10	2,70	0,48	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00
24h	M	5	2,60	0,89	2,00	2,00	3,00	2,00	4,00
	V	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	Total	10	2,80	0,63	3,00	2,00	3,00	2,00	4,00
48h	M	5	2,60	0,55	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,40	0,55	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00
	Total	10	3,00	0,67	3,00	3,00	3,00	2,00	4,00

Tabla 4: análisis de los resultados del valor de VOCO® en los tiempos determinados

VOCO valor	grupo	Valid N	media	Desviación estándar	Mediana	Percentile 25	Percentile 75	Min	Max
Inicial	M	5	4,40	0,55	4,00	4,00	5,00	4,00	5,00
	V	5	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	Total	10	4,20	0,42	4,00	4,00	4,00	4,00	5,00
4h	M	5	2,60	0,55	3,00	2,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,40	0,55	3,00	3,00	4,00	3,00	4,00
	Total	10	3,00	0,67	3,00	3,00	3,00	2,00	4,00
8h	M	5	2,80	0,45	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,60	0,55	4,00	3,00	4,00	3,00	4,00
	Total	10	3,20	0,63	3,00	3,00	4,00	2,00	4,00
24h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,80	0,27	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,90	0,21	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
48h	M	5	2,80	0,45	3,00	3,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	3,80	0,45	4,00	4,00	4,00	3,00	4,00
	Total	10	3,30	0,67	3,00	3,00	4,00	2,00	4,00

Tabla 5: análisis de los resultados del cromograma de GC® en los tiempos determinados

GC cromograma	grupo	Valid N	Media	Desviación estándar	Mediana	Percentile 25	Percentile 75	Min	Max
inicial	M	5	2,50	0,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
	V	5	2,40	0,22	2,50	2,50	2,50	2,00	2,50
	Total	10	2,45	0,16	2,50	2,50	2,50	2,00	2,50
4h	M	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	V	5	2,80	0,45	2,50	2,50	3,00	2,50	3,50
	Total	10	2,85	0,34	3,00	2,50	3,00	2,50	3,50
8h	M	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	V	5	2,70	0,27	2,50	2,50	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,80	0,26	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
24h	M	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	V	5	2,80	0,27	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,85	0,24	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
48h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,60	0,22	2,50	2,50	2,50	2,50	3,00
	Total	10	2,80	0,26	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00

Tabla 6: análisis de los resultados del cromograma de VOCO® en los tiempos determinados

VOCO cromograma	grupo	Valid N	Media	Desviación estándar	Mediana	Percentile 25	Percentile 75	Min	Max
inicial	M	5	2,50	0,50	2,50	2,00	3,00	2,00	3,00
	V	5	2,80	0,27	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,65	0,41	2,75	2,50	3,00	2,00	3,00
4h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,95	0,16	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
8h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,95	0,16	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
24h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,80	0,27	3,00	2,50	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,90	0,21	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
48h	M	5	3,00	0,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
	V	5	2,90	0,22	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00
	Total	10	2,95	0,16	3,00	3,00	3,00	2,50	3,00

Tabla 7: análisis de los resultados de valor y croma de GC® en los tiempos determinados (VITA Classical A1-D4)

GC valor+croma	grupo	Valid N	Media	Desviación estándar	Mediana	Percentile 25	Percentile 75	Min	Max
inicial	M	5	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	V	5	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	Total	10	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
4h	M	5	3,40	0,22	3,50	3,50	3,50	3,00	3,50
	V	5	3,50	0,00	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
	Total	10	3,45	0,16	3,50	3,50	3,50	3,00	3,50
8h	M	5	3,40	0,22	3,50	3,50	3,50	3,00	3,50
	V	5	3,30	0,45	3,50	3,50	3,50	2,50	3,50
	Total	10	3,35	0,34	3,50	3,50	3,50	2,50	3,50
24h	M	5	3,40	0,42	3,50	3,00	3,50	3,00	4,00
	V	5	3,30	0,45	3,50	3,50	3,50	2,50	3,50
	Total	10	3,35	0,41	3,50	3,00	3,50	2,50	4,00
48h	M	5	3,40	0,22	3,50	3,50	3,50	3,00	3,50
	V	5	3,60	0,22	3,50	3,50	3,50	3,50	4,00
	Total	10	3,50	0,24	3,50	3,50	3,50	3,00	4,00

Tabla 8: análisis de los resultados de valor y croma de VOCO® en los tiempos determinados (VITA Classical A1-D4)

VOCO valor+croma	grupo	Valid N	Media	Desviación estándar	Mediana	Percentile 25	Percentile 75	Min	Max
inicial	M	5	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	V	5	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
	Total	10	4,00	0,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
4h	M	5	3,40	0,22	3,50	3,50	3,50	3,00	3,50
	V	5	3,80	0,27	4,00	3,50	4,00	3,50	4,00
	Total	10	3,60	0,32	3,50	3,50	4,00	3,00	4,00
8h	M	5	3,40	0,22	3,50	3,50	3,50	3,00	3,50
	V	5	3,80	0,27	4,00	3,50	4,00	3,50	4,00
	Total	10	3,60	0,32	3,50	3,50	4,00	3,00	4,00
24h	M	5	3,50	0,35	3,50	3,50	3,50	3,00	4,00
	V	5	3,80	0,27	4,00	3,50	4,00	3,50	4,00
	Total	10	3,65	0,34	3,50	3,50	4,00	3,00	4,00
48h	M	5	3,50	0,00	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
	V	5	3,80	0,27	4,00	3,50	4,00	3,50	4,00
	Total	10	3,65	0,24	3,50	3,50	4,00	3,50	4,00

Anexo 6: Gráficos

Gráfico 1: Evolución de la pigmentación de las resinas GC® (valor) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo

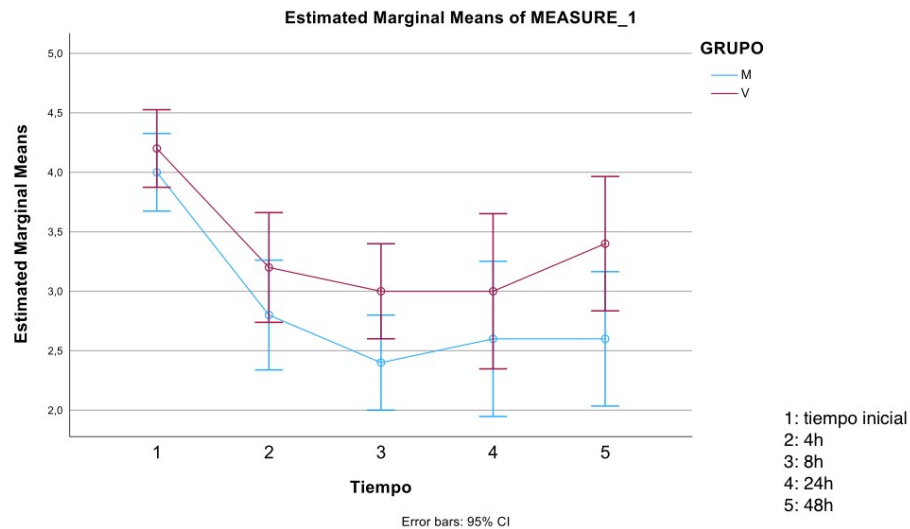


Gráfico 2: Evolución de la pigmentación de las resinas VOCO® (valor) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo

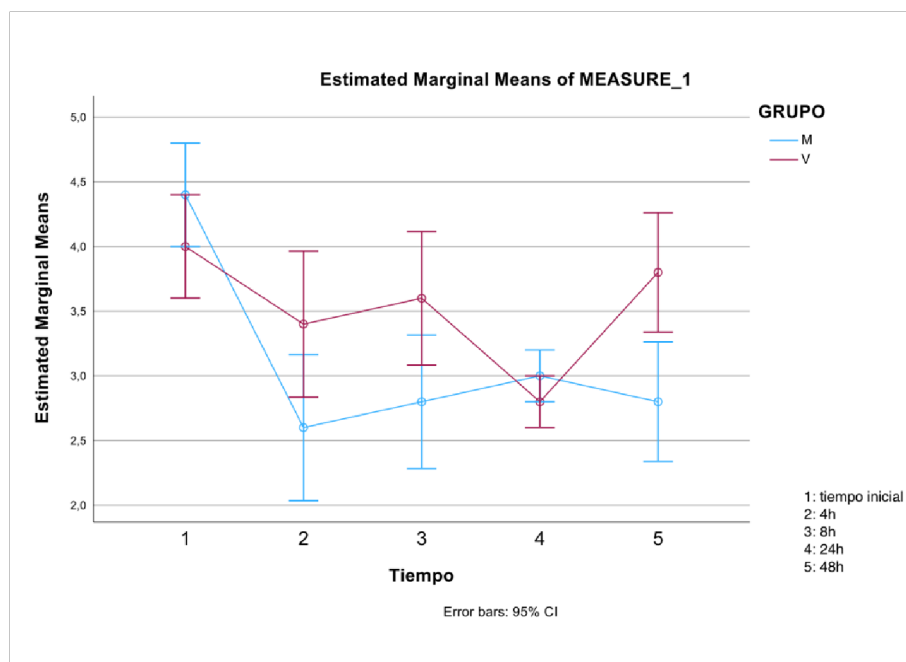


Gráfico 3: Evolución de la pigmentación de las resinas GC® (croma) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo

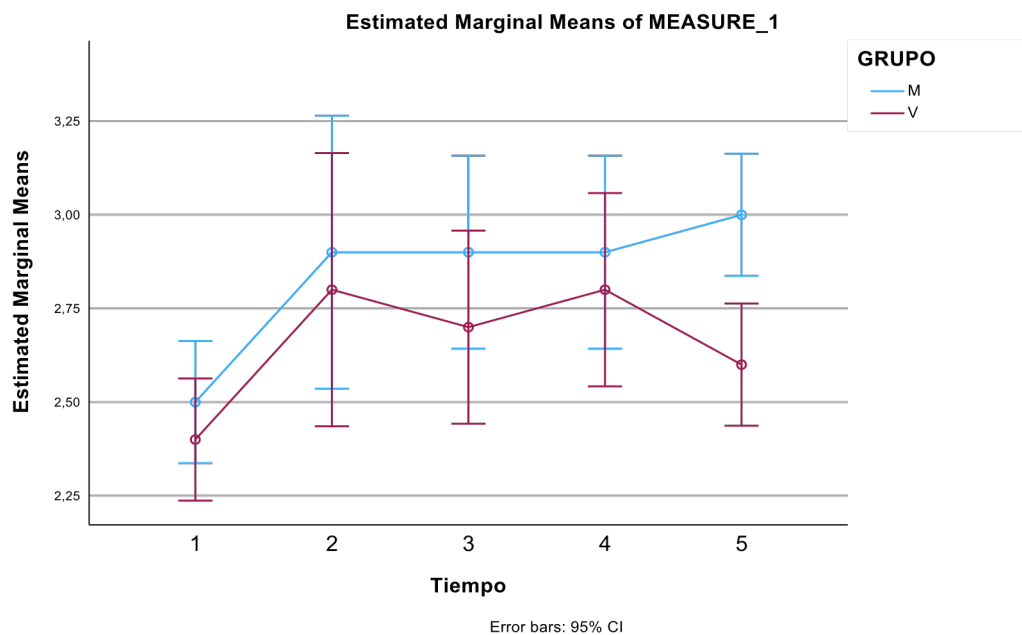


Gráfico 4: Evolución de la pigmentación de las resinas VOCO® (croma) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo

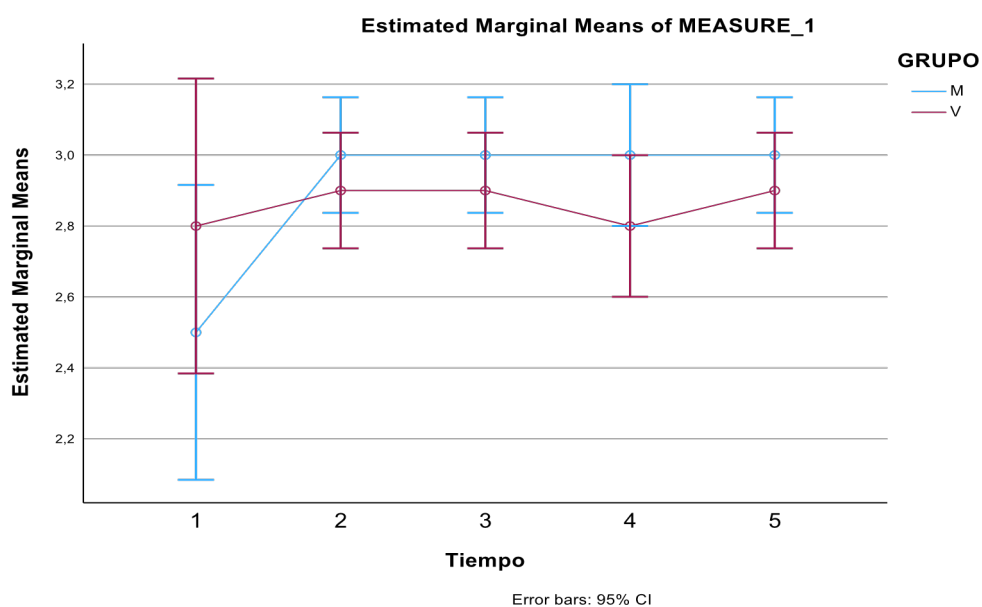


Gráfico 5: Evolución de la pigmentación de las resinas GC® (valor+croma) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo

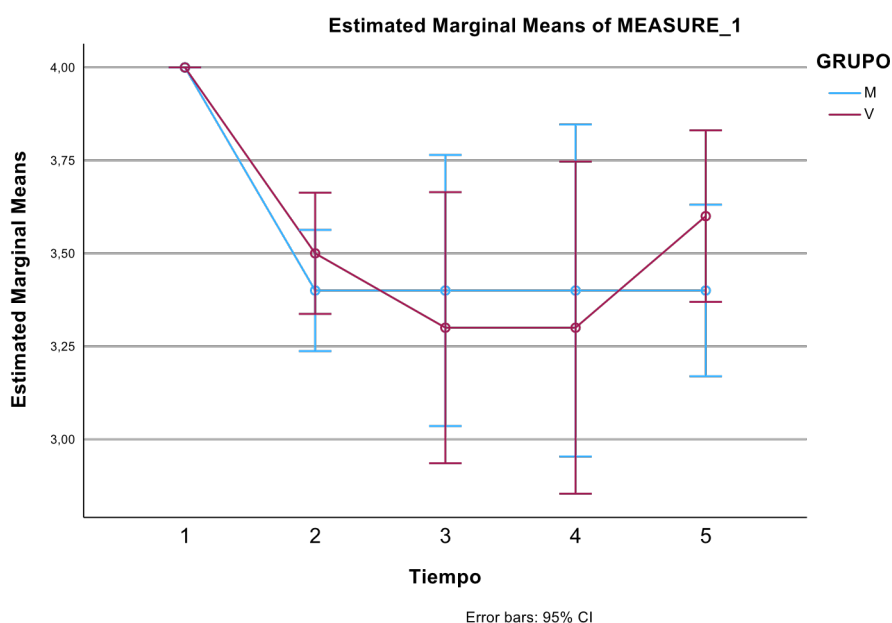


Gráfico 6: Evolución de la pigmentación de las resinas VOCO® (valor+croma) expuestas a té matcha (M) y vino tinto (V) a lo largo del tiempo

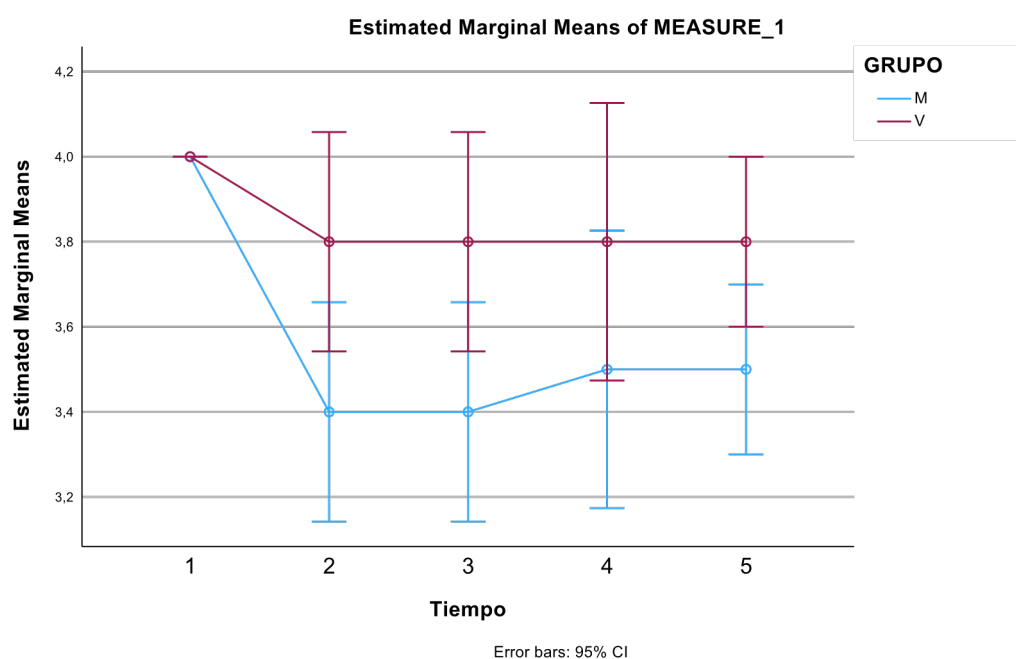
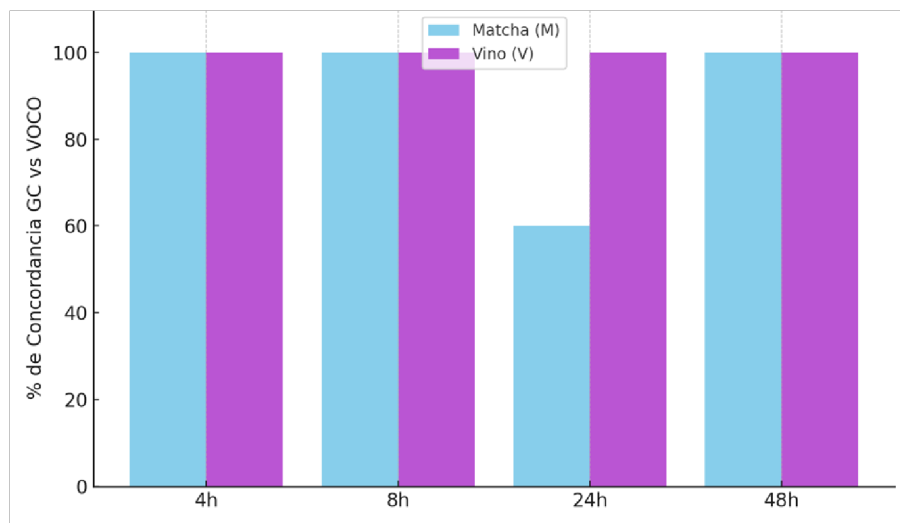


Gráfico 7: Concordancia del matiz entre GC® y VOCO® por grupo, expuestos a vino tinto y té matcha



Anexo 7: Declaración detallada de uso de IA

En la elaboración del presente trabajo, se ha recurrido a herramientas de inteligencia artificial para guiar el procedimiento metodológico:

- Herramienta: ChatGPT 4º, desarrollado por OpenAI
- Funciones: para redacción y asistencia técnica-lingüística como revisión gramatical y ortográfica del texto, mejora de redacción científica (estilo académico y precisión terminológica), traducción de artículos
- Prompts utilizados: se utilizaron instrucciones como “Rescribe esta sección con lenguaje científico más claro y conciso”, “Corrige la gramática y ortografía de este párrafo manteniendo el tono científico”, “Tradúceme este artículo científico del inglés al español manteniendo el lenguaje técnico”.

**EVALUACIÓN DEL GRADO DE PIGMENTACIÓN EN INCISIVOS
LATERALES CON CARILLAS INYECTADAS UTILIZANDO
ESPECTROFOTOMETRÍA: COMPARACIÓN ENTRE LAS MARCAS
GC® y VOCO®.
ESTUDIO PILOTO IN VITRO**

**Título corto: Pigmentación de resinas inyectadas con té matcha y
vino tinto**

Autores:

Camilla Villa (1), Carla Saborido Aguilar (2)

1. Estudiante de quinto año del Grado de Odontología, Universidad Europea de Valencia, España
2. Profesora de la Facultad de Odontología, Universidad Europea de Valencia, España

Correspondencia

Universidad Europea de Valencia
Paseo de la Alameda 7
46010 Valencia, España.
Universidadeuropea.com

Resumen

Introducción: La estabilidad del color en restauraciones estéticas es fundamental para poder satisfacer al paciente. En este estudio se analiza la pigmentación inducida por dos agentes pigmentantes (té matcha y vino tinto) sobre resinas inyectables de dos marcas diferentes (VOCO® y GC®), ampliamente empleadas en odontología restauradora.

Materiales y métodos: Se diseñó un estudio piloto in vitro, longitudinal y comparativo, en el cual se fabricaron un total de 20 carillas inyectadas (10 con resina GC® y 10 con VOCO®) colocadas sobre modelos impresos digitalmente. Las muestras se sumergieron en vino tinto o té matcha (dependiendo del grupo) durante 48h a 37°C. La pigmentación de las resinas se midió con espectrofotometría en 5 tiempos (al comienzo del experimento, después de 4, 8, 24 y 48 horas). Se analizaron los parámetros: valor, croma y matiz.

Resultados: Ambas resinas mostraron alteraciones cromáticas después de la inmersión con los dos líquidos, pero el té matcha generó una pigmentación más rápida e intensa, con respecto al vino tinto. La resina VOCO® presentó mayor estabilidad cromática frente a ambos líquidos, con una menor disminución del valor y una mayor estabilidad del matiz. La resina GC® evidenció mayor variabilidad tonal, sobretodo frente al té matcha.

Conclusiones: El té matcha tiene una mayor capacidad pigmentante respecto al vino tinto. La resina VOCO® fue más resistente a las alteraciones cromáticas. La selección de un determinado material restaurador debe considerar los hábitos del paciente, para optimizar la durabilidad estética de las restauraciones.

Palabras clave: estabilidad del color, resinas inyectables, pigmentación, vino tinto, té matcha, espectrofotometría, VOCO®, GC®, odontología estética.

Introducción

La creciente demanda de tratamientos estéticos conservadores ha causado el desarrollo de técnicas restauradoras mínimamente invasivas, entre las cuales hay la técnica de inyección de carillas con resinas fluidas. Esta técnica permite reproducir de manera fidel la morfología dental a través del uso de matrices de silicona y materiales de última generación, obteniendo así resultados funcionales y muy estéticos (1). Dentro de los materiales más utilizados para esa técnica se encuentran las resinas compuestas inyectables, que combinan una buena manejabilidad con unas propiedades ópticas muy parecidas a las del esmalte dental natural (2, 3).

Sin embargo, un aspecto crítico en la durabilidad estética de esas restauraciones es su estabilidad cromática a lo largo del tiempo. Las resinas pueden verse afectadas por diferentes factores intrínsecos, como pueden ser la composición del material, y factores extrínsecos, como los hábitos dietéticos del paciente. Entre estos últimos, el consumo habitual de bebidas pigmentantes, como el vino tinto o el té matcha (que han sido analizados en ese estudio) ha demostrado ser una de las principales causas de tinción de las restauraciones estéticas (4, 5). Estudios anteriores han evidenciado que estos agentes pigmentantes pueden alterar de manera significativa el color de las resinas compuestas, especialmente en aquellas con menor carga inorgánica o con mayor porosidad superficial (6, 7). El vino tinto contiene antocianinas y taninos, que son compuestos con alta capacidad de tinción, mientras que el té matcha tiene una concentración elevada de catequinas y un pH ácido, los cuales son factores que favorecen la absorción de pigmentos en las superficies restauradas (8). Además, la composición química y física de cada tipo de resina influye de forma determinante en su resistencia a estos agentes pigmentantes. Las resinas que tienen un mayor porcentaje de carga inorgánica y una matriz más densa, tienden a presentar una menor absorción de colorantes (9, 10).

A pesar de que en la literatura se ha abordado ampliamente estudios sobre la pigmentación en resinas convencionales, todavía existen pocas investigaciones centradas específicamente en resinas inyectables. A causa de su creciente aplicación clínica, resulta importante evaluar su comportamiento frente a agentes pigmentantes de uso comunes (11, 12). En este contexto, el objetivo del presente estudio fue el de evaluar y comparar la alteración cromática inducida por la exposición a vino tinto y té matcha en dos resinas inyectables, la de GC® y la de VOCO®, utilizando análisis espectrofotométrico de los parámetros de valor, croma y matiz a lo largo de 48 horas de inmersión in vitro.

Materiales y métodos

Ese estudio piloto in-vitro se llevó a cabo siguiendo la declaración de la Guía CONSORT modificada.

- Diseño del estudio

Se llevó a cabo un estudio experimental in vitro, longitudinal, prospectivo y comparativo, diseñado para poder analizar de manera objetiva las alteraciones cromáticas en dos resinas inyectables sometidas a la acción de dos agentes pigmentantes comunes, el té matcha y el vino tinto. La elección de un modelo in vitro permitió poder controlar variables ambientales, simulando condiciones clínicas sin la interferencia de factores biológicos. La investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad Europea de Valencia (código CI 202552), cumpliendo con los principios de la Declaración de Helsinki y las directrices internacionales para la investigación en odontología experimental.

- Selección de la muestra

Para realizar el estudio se utilizaron modelos de arcada superior fabricados mediante impresora 3D para reproducir con precisión la anatomía dental. Sobre estos modelos se realizaron 20 carillas mediante técnica de inyección con matrices de silicona de alta precisión (Zhermack).

Las carillas fueron diseñadas digitalmente con el software CAD-CAM para garantizar estandarización de forma y grosor (de 1,5 mm), asegurando condiciones homogéneas y reproducibles. Esta estandarización es esencial para poder eliminar la variabilidad estructural en los análisis de color.

- **Tamaño muestral**

El tamaño muestral se determinó considerando la naturaleza exploratoria del estudio. Se realizaron 20 carillas inyectadas, divididas aleatoriamente en cuatro grupos experimentales (en cada grupo había 5 carillas): GC® con té matcha, GC® con vino tinto, VOCO® con té matcha y VOCO® con vino tinto. Siendo un estudio piloto, el tamaño muestral es reducido respecto a los estudios experimentales en sí, ya que se pretende generar hipótesis clínicas para futuras investigaciones con mayor potencia estadística.

- **Material empleado**

Los modelos sobre los cuales se fabricaron las carillas fueron realizados con impresora 3D, encima de los cuales se han utilizado resinas inyectadas. Las resinas evaluadas fueron GC® G-ænial Universal Injectable (GC corporation) y VOCO® GrandioSO (VOCO GmbH), ambas aptas clínicamente para restauraciones inyectadas. La obtención de estas carillas se hizo mediante el uso de un escáner extraoral (MEDIT) y un posterior encerado diagnóstico digital CAD-CAM para realizar carillas inyectadas en los incisivos laterales superiores con llave de silicona transparente exaclear (Zhermack). Para acabar la realización de las carillas se hará el pulido con discos so-flex. Los agentes pigmentantes que se utilizaron han sido vino tinto y té matcha.

- **Descripción del procedimiento**

Para este estudio se realizaron un total de 20 carillas mediante la técnica de inyección directa, utilizando resinas inyectables de dos marcas comerciales: GC® G-ænial Universal Injectable y VOCO® GrandioSO. Se

garantizó la homogeneidad de las carillas en cuanto a forma, grosor y color. El diseño se realizó partiendo del escaneo extraoral de una fantoma utilizando el escáner MEDIT, seguido de un encerado diagnóstico a través del software CAD-CAM, recortando los incisivos laterales superiores de 0,5 mm en mesial, vestibular, distal e incisal. A partir del encerado se imprimieron 10 modelos 3D de canino a canino superior. Con una llave de silicona transparente (Exaclear), confeccionada sobre la fantoma inicial, se inyectó la resina GC® en el diente 1.2 y la resina VOCO® en el 2.2, obteniendo así 10 carillas por marca. Tras la inyección, se fotopolimerizó el material, se aplicó glicerina para evitar la capa por inhibición de oxígeno y se realizó un segundo ciclo de fotopolimerización. Posteriormente, se eliminó la glicerina con agua y aire, y se realizó el pulido final con discos abrasivos so-flex, siguiendo una secuencia decreciente de abrasividad. Las muestras fueron numeradas y divididas en dos grupos experimentales según la solución pigmentante: modelos 1–5 (grupo V, vino tinto) y modelos 6–10 (grupo M, té matcha). Las carillas se sumergieron en los líquidos correspondientes y se almacenaron en un horno a 37 °C (Thermo Scientific) para poder simular condiciones orales. Se realizaron mediciones cromáticas en cinco momentos, al comienzo del experimento, después de 4, 8, 24 y 48 horas, y esas mediciones se realizaron el espectrofotómetro VITA Easyshade V, que nos daba los valores siguiendo las escalas VITA Classical A1-D4 y VITA SYSTEM 3DMaster. Los valores registrados para cada muestra en cada intervalo fueron posteriormente procesados y comparados estadísticamente para evaluar la estabilidad cromática y el grado de pigmentación inducido por cada agente pigmentante en las dos resinas analizadas.

- Recogida de datos

La medición del color se realizó utilizando el espectrofotómetro digital VITA Easyshade V, previamente calibrado según las instrucciones del fabricante. Se analizaron los valores de las escalas VITA Classical A1–D4 y VITA SYSTEM 3DMaster, enfocándose en los parámetros de valor (luminosidad), croma

(saturación) y matiz (tono). Las lecturas se realizaron en el centro de la superficie vestibular de cada carilla gracias a una férula recortada para asegurar la lectura del color siempre en el mismo sitio y manteniendo una inclinación perpendicular entre la sonda y la muestra.

- Análisis estadístico

Los datos se analizaron con el software IBM SPSS Statistics v29.0. Inicialmente se aplicó la prueba de Kolmogorov-Smirnov para verificar la normalidad de los datos. Para el análisis de diferencias entre tiempos y grupos se utilizó ANOVA de medidas repetidas con corrección de Greenhouse-Geisser. En caso de no cumplirse los supuestos de normalidad, se utilizó la prueba de Wilcoxon para comparaciones pareadas y la prueba de Kruskal-Wallis para diferencias entre grupos independientes. Se fijó un nivel de significancia estadística de $p < 0,05$.

Asimismo, se generaron gráficos de cajas y diagramas de dispersión para visualizar las tendencias temporales de los cambios cromáticos y posibles valores atípicos (13, 14).

Resultados

- Comparación del grado de pigmentación entre resinas

El análisis de los datos mostró que, si bien ambas resinas experimentaron cambios cromáticos significativos tras la exposición a los agentes pigmentantes, ha habido diferencias en su comportamiento.

En el análisis de la escala VITA SYSTEM 3D-MASTER, los resultados mostraron que ambas resinas sufrieron una disminución progresiva en su valor (gráfico 1) y un aumento en el croma (gráfico 2) a lo largo del tiempo, siendo GC® más afectada, especialmente en el grupo del té matcha. En GC®, el valor disminuyó de 4.00 a 2.60 en el grupo M y a 3.40 en el grupo V. En VOCO®, el valor también disminuyó, pero con una recuperación mejor frente al vino tinto, alcanzando 3.80 a las 48 horas. En cuanto al croma, VOCO® mostró mayor estabilidad, quedándose constante en el

grupo M con un valor de 3.00 desde las 4h, mientras que GC®-M presentó un aumento progresivo hasta alcanzar ese mismo valor. En el grupo V, ambas resinas mantuvieron niveles de croma más bajos. Respecto al matiz, en VOCO® se obtuvieron valores más estables, sin cambios detectables, mientras que en GC®, en especial en el grupo M, subrayó variaciones tonales desde las 24h, lo que indica una mayor susceptibilidad a la alteración del tono.

En el análisis de la escala VITA classical A1-D4, los resultados fueron coherentes con los obtenidos en la escala VITA SYSTEM 3D-MASTER (gráfico 3). En GC®, el grupo M mostró una disminución progresiva del valor+croma desde 4.00 a 3.40, sin indicios de recuperación, mientras que GC®-V logró una recuperación parcial hasta 3.60. En VOCO®, el grupo M descendió hasta 3.50 y se estabilizó, mientras que el grupo V mantuvo niveles constantes cerca de 3.80, reflejando su mayor resistencia a la alteración.

- Identificación de la bebida que más altera el color

El té matcha fue el agente pigmentante que generó mayor alteración cromática en ambas resinas. La disminución del valor fue más pronunciada en el grupo M desde las primeras 4 horas y se mantuvo hasta el final del estudio. Este oscurecimiento fue acompañado de un incremento del croma más marcado en el grupo M en ambas resinas, especialmente en la GC®. En comparación, el vino tinto provocó alteraciones más graduales, hasta la recuperación del valor, sobre todo en VOCO®. Con la escala VITA Classical A1-D4, se observó también una mayor resistencia al cambio en VOCO®-V, que mantuvo valores superiores en todas las mediciones.

- Aplicación clínica y selección de materiales según los hábitos del paciente

Los hallazgos obtenidos tienen una implicación directa en la práctica clínica. En pacientes con consumo habitual de té matcha, el uso de resinas como GC® podría comprometer la estética a corto plazo, dada su menor

resistencia al oscurecimiento y su inestabilidad tonal. Por el contrario, VOCO® mostró un mejor rendimiento frente a ambos agentes pigmentantes, especialmente al vino tinto, manteniendo valores más altos y un matiz constante. La elección del material restaurador debe considerar los hábitos dietéticos del paciente. En contextos clínicos donde la estética es prioritaria, como en el sector anterior, VOCO® puede representar una alternativa más predecible y duradera. Estos resultados apoyan una odontología basada en la personalización de materiales y refuerzan la importancia de orientar al paciente sobre las posibles consecuencias estéticas de sus hábitos de consumo.

Discusión

En este estudio se evaluó la alteración del color de dos resinas inyectables (GC® y VOCO®) tras su exposición a dos agentes pigmentantes (té matcha y vino tinto). Ambos materiales sufrieron modificaciones cromáticas, aunque con diferencias notables en la magnitud y la rapidez del cambio, lo que nos confirma que no todos los composites se comportan de igual manera frente a factores extrínsecos (6).

En términos generales, la resina VOCO® mostró un comportamiento más estable frente a la pigmentación. Esta mayor resistencia podría deberse a su elevada proporción de carga inorgánica, que actúa como una barrera física frente a la absorción de pigmentos. Por lo contrario, GC® presentó un patrón de cambio más brusco, con una disminución más rápida del valor y un aumento más pronunciado del croma, especialmente tras la exposición al té matcha. Estas diferencias entre materiales pueden ser causadas por las características de su matriz orgánica (9, 1).

El té matcha resultó ser el agente pigmentante más agresivo, causando alteraciones significativas incluso en las primeras horas tras la exposición a los líquidos. Este hallazgo coincide con estudios previos que han destacado la elevada capacidad de tinción del té, debido a su contenido en polifenoles como las catequinas, su pH ácido y su buena afinidad por las superficies poliméricas (4). En comparación, el vino tinto provocó un

cambio de color más gradual, predecible y leve, lo cual puede estar relacionado a las diferencias en la composición química, viscosidad y mecanismos de interacción con la superficie de la resina.

Estos resultados tienen importantes implicaciones clínicas. De hecho, la elección del material restaurador debe considerar las características estéticas iniciales y también la estabilidad cromática frente a los hábitos del paciente, como el consumo frecuente de bebidas con alto potencial pigmentante. En contextos donde la estética es prioritaria, resulta recomendable optar por materiales como VOCO®, que ha demostrado una mayor resistencia a la tinción. Asimismo, es importante educar al paciente sobre la higiene oral tras la ingesta de estas bebidas y en el hecho de que puede contribuir significativamente a mantener la apariencia estética de las restauraciones (5, 7).

A pesar de los resultados obtenidos, es importante considerar las limitaciones del presente estudio. El hecho de que se haya realizado in vitro implica que no se consideraron factores como la presencia de saliva y la acción del cepillado, los cuales pueden influir de manera significativa en la evolución real del color en boca. Además, se analizaron únicamente dos bebidas pigmentantes durante un periodo de tiempo corto (48 horas), lo cual limita la generalización de los resultados. Futuras investigaciones deberían incluir condiciones clínicas simuladas más completas, un seguimiento más prolongado en el tiempo, y una mayor variedad de agentes pigmentantes para obtener una visión más integral del fenómeno (15, 16).

Conclusiones

Este estudio permitió comparar de manera objetiva la estabilidad cromática de dos resinas inyectables (GC® y VOCO®) frente a la exposición de té matcha y vino tinto. Se observó que ambas resinas presentaron alteraciones de color, aunque con comportamientos diferentes. La resina VOCO® mostró mayor resistencia cromática, mientras que la resina GC® fue más susceptible a cambios, especialmente

frente al té matcha, el cual provocó las mayores alteraciones en todos los grupos.

Estos resultados confirman que la composición del material, en particular el porcentaje de carga inorgánica, influye directamente en su comportamiento frente a agentes pigmentantes externos. Asimismo, se destaca la importancia de considerar los hábitos del paciente al seleccionar el material restaurador, favoreciendo aquellos con una mayor estabilidad óptica en contextos donde la estética es prioritaria.

Por último, se recomienda continuar la investigación en condiciones clínicas reales, incorporando más variables, agentes pigmentantes y tiempos de observación más prolongados, con el fin de optimizar las decisiones terapéuticas y personalizar la elección de materiales en función del estilo de vida del paciente.

Bibliografía

1. VOCO GmbH. GrandioSO - Composite. Cuxhaven, Alemania. 2025
2. Rodríguez G DR, Pereira S NA. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. Acta Odontol Venez. 2018;46(1):1–10
3. GC Europe N.V. G-ænial® Universal Injectable: Manual Técnico. Bélgica. Octubre 2018
4. Arévalo Pineda M, Larrucea Verdugo C. Recidiva del color dentario por té, café y vino. In vitro. Rev clín periodoncia implantol rehabil oral. 2012;5(2):57–65.
5. Vásquez LJ, Cárdenas AM, Cárdenas LM, Cárdenas AM. Factores extrínsecos implicados en la pigmentación de las resinas compuestas dentales. Rev Estomatol Herediana. 2020;30(1):8-14
6. Christiani JJ, Acevedo ED, Rocha MT. Estabilidad de color de tres resinas nanohíbridas en solución de café. Int J Odontostomat. 2023;17(1):35-42.
7. Sosa D, Pineda C, Pineda R, Pineda A. Alteraciones del color en 5 resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas. Rev Cient Cienc Salud. 2018;19(1):29-34

8. Kochman J, Jakubczyk K, Antoniewicz J, Mruk H, Janda K. Health benefits and chemical composition of matcha green tea: A review. *Molecules*. 2020;25(24):5773.
9. Hervás García A, Martínez Lozano MA, Cabanes Vila J, Barjau Escribano A, Fos Galve P. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2016 May 1;21(3):e411–7.
10. Vásquez LJ, Delgado-Gaete B. Extrinsic factors involved in the pigmentation of dental composite resins. *Rev Estomatol Hered*. 2022;32(2):98-104.
11. Fernandez-Montecinos EA, Padilla-Alvear PA. Variaciones históricoculturales de la estética dental. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*. 2022;33(2):64–74
12. Veneziani M. Injection technique: a new concept for anterior restorations with flowable composites. *StyleItaliano*. 2024;1: 6–15.
13. Ferrán Aranaz, M. SPSS para Windows. Programación y Análisis Estadístico. Mc Graw Hill. 1996.
14. Everitt, B. S. The Analysis of Contingency Tables. Chapman & Hall. Second Edition. 1992.
15. García LF, Rojas J, Gómez C, Gómez G. Parámetros para la evaluación visual e instrumental del color dental en estudios in-vitro: Revisión de la literatura. *Acta Odontol Colomb*. 2022;16(1):25-30.
16. Arcos Tomalá LC, Montaña Tatés VA, Armas A del C. Estabilidad en cuanto a color y peso, de resinas compuestas tipo flow tras contacto con bebidas gaseosas: estudio in vitro. *OVital*. 2019;45(2):45-51.

Conflicto de interés: ninguno declarado.

Gráfico 1: evolución del valor de las resinas GC® y VOCO®, en vino tinto y té matcha

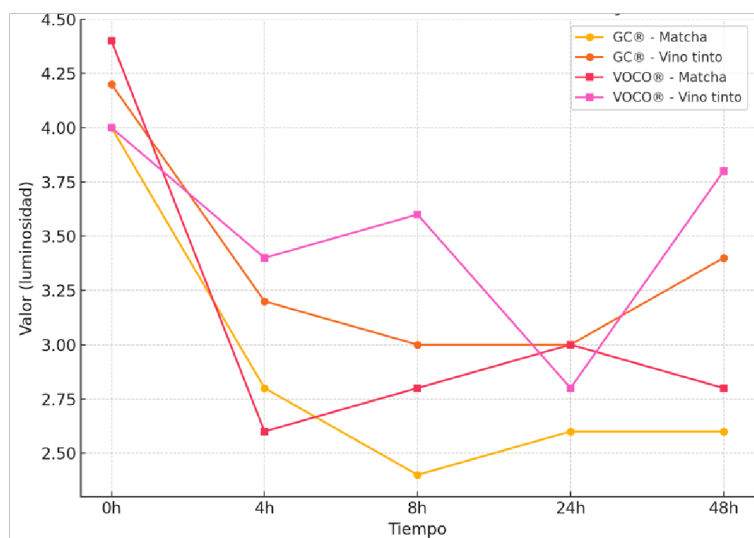


Gráfico 2: evolución del croma de las resinas GC® y VOCO®, en vino tinto y té matcha

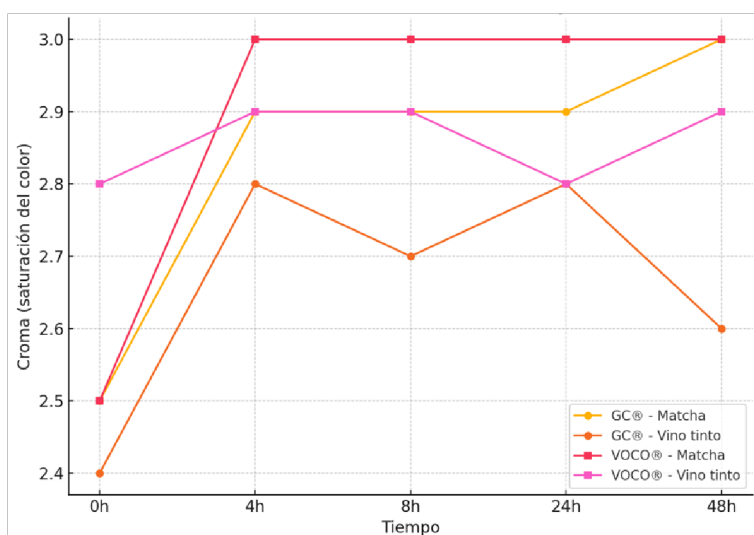
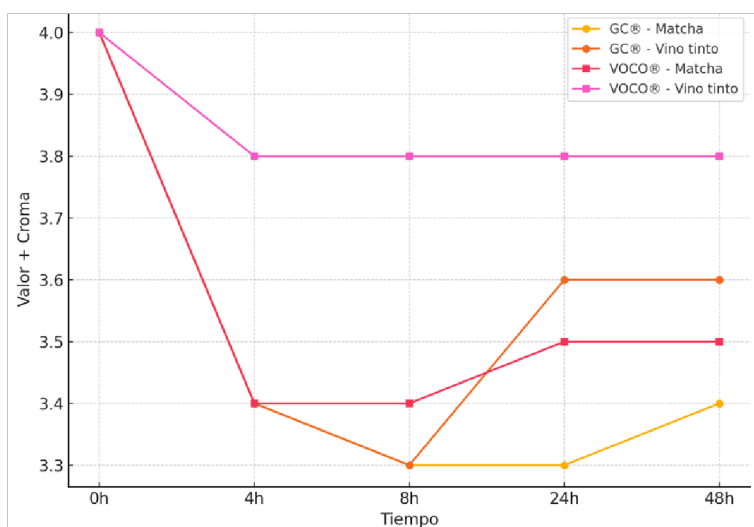


Gráfico 3: evolución de valor+croma de resinas GC® y VOCO®, en vino tinto y té matcha



**EVALUATION OF THE DEGREE OF PIGMENTATION IN LATERAL
INCISORS WITH INJECTED CARTILAGES USING
SPECTROPHOTOMETRY: COMPARISON BETWEEN GC® AND
VOCO® MARKS.
IN VITRO PILOT STUDY**

**Running title: Pigmentation of resins injected with matcha tea and
red wine**

Authors:

Camilla Villa (1), Carla Saborido Aguilar (2)

1. Fifth year student of the Degree in Dentistry, European University of Valencia, Spain
2. Professor at the Faculty of Dentistry, European University of Valencia, Spain

Correspondence:

European University of Valencia
Street Alameda 7
46010 Valencia, Spain.
Universidadeuropea.com

Abstract

Introduction: Colour stability in aesthetic restorations is essential to satisfy the patient. This study analyses pigmentation induced by two pigment agents (matcha tea and red wine) on injectable resins of two different brands (VOCO® and GC®), widely used in restorative dentistry.

Materials and methods: An in vitro, longitudinal and comparative pilot study was designed, in which a total of 20 injected veneers (10 with GC® resin and 10 with VOCO®) were manufactured placed on digitally printed models. Samples were soaked in red wine or matcha tea (depending on the group) for 48h at 37°C. The pigmentation of the resins was measured by 5-point spectrophotometry (at the beginning of the experiment, after 4, 8, 24 and 48 hours). Parameters were analyzed: value, chroma and nuance.

Results: Both resins showed chromatic alterations after immersion with the two liquids, but matcha tea generated a faster and more intense pigmentation compared to red wine. The VOCO® resin showed greater chromatic stability against both liquids, with a lower decrease in value and greater stability of hue. The GC® resin showed greater tonal variability, especially compared to matcha tea.

Conclusions: Matcha tea has a greater pigment capacity than red wine. VOCO® resin was more resistant to chromatic changes. The selection of a particular restorative material must consider the patient's habits, to optimize the aesthetic durability of the restorations.

Keywords: colour stability, injectable resins, pigmentation, red wine, matcha tea, spectrophotometry, VOCO®, GC®, aesthetic dentistry.

Introduction

The growing demand for conservative aesthetic treatments has led to the development of minimally invasive restorative techniques, among which is the injection technique for veneers using flowable composites. This technique allows for a faithful reproduction of dental morphology using silicone matrices and nextgeneration materials, thus achieving functional and highly aesthetic results (1). Among the most used materials for this technique are injectable composite resins, which combine good handling properties with optical characteristics very similar to those of natural dental enamel (2, 3). However, a critical aspect of the aesthetic durability of these restorations is their colour stability over time. Resins can be affected by various intrinsic factors, such as the composition of the material, and extrinsic factors, such as the patient's dietary habits. Among the latter, the regular consumption of pigmented beverages, such as red wine or matcha tea (which were analysed in this study), has been shown to be one of the main causes of staining in aesthetic restorations (4, 5). Previous studies have shown that these staining agents can significantly alter the colour of composite resins, especially those with lower inorganic filler content or higher surface porosity (6, 7).

Red wine contains anthocyanins and tannins, which are compounds with high staining capacity, while matcha tea has a high concentration of catechins and an acidic pH, both of which are factors that promote pigment absorption on restored surfaces (8). Moreover, the chemical and physical composition of each type of resin plays a decisive role in its resistance to these staining agents. Resins with a higher percentage of inorganic filler and a denser matrix tend to exhibit lower pigment absorption (9, 10).

Although the literature has extensively addressed studies on staining in conventional resins, there is still limited research specifically focused on injectable resins. Due to their increasing clinical use, it is important to assess their behavior when exposed to commonly used staining agents (11, 12).

In this context, the aim of the present study was to evaluate and compare the color change induced by exposure to red wine and matcha tea in two

injectable resins, GC® and VOCO®, using spectrophotometric analysis of value, chroma, and hue parameters over a 48-hour in vitro immersion period.

Materials and Methods

This in vitro pilot study was conducted following the modified CONSORT guidelines.

- Study Design

An experimental, longitudinal, prospective, and comparative in vitro study was carried out, designed to objectively analyse the colour changes in two injectable resins exposed to two common staining agents: matcha tea and red wine. The use of an in vitro model made it possible to control environmental variables, simulating clinical conditions without the interference of biological factors. The research was approved by the Ethics Committee of the European University of Valencia (code CI 2025-52), complying with the principles of the Declaration of Helsinki and international guidelines for experimental dental research.

- Sample Selection

Upper arch models were fabricated using a 3D printer to accurately reproduce dental anatomy. On these models, 20 veneers were produced using the injection technique with high-precision silicone matrices (Zhermack). The veneers were digitally designed using CAD-CAM software to ensure standardized shape and thickness (1.5 mm), ensuring homogeneous and reproducible conditions. This standardization is essential to eliminate structural variability in colour analyses.

- Sample Size

The sample size was determined based on the exploratory nature of the study. Twenty injected veneers were made and randomly divided into four experimental groups (each group included 5 veneers): GC® with matcha

tea, GC® with red wine, VOCO® with matcha tea, and VOCO® with red wine. Being a pilot study, the sample size is smaller than that of full experimental studies, as the goal is to generate clinical hypotheses for future research with greater statistical power.

- Materials Used

The models on which the veneers were fabricated were created using a 3D printer, onto which injectable resins were applied. The evaluated resins were GC® G-ænial Universal Injectable (GC Corporation) and VOCO® GrandioSO (VOCO GmbH), both clinically suitable for injectable restorations. The veneers were obtained using an extraoral scanner (MEDIT) followed by a digital CAD/CAM diagnostic wax-up to create injected veneers on the upper lateral incisors using a transparent silicone key (Exaclear, Zhermack). The final finishing of the veneers was done using Sof-Lex polishing discs. The staining agents used were red wine and matcha tea.

- Procedure Description

A total of 20 veneers were produced for this study using the direct injection technique, employing injectable resins from two commercial brands: GC® G-ænial Universal Injectable and VOCO® GrandioSO. Uniformity in the shape, thickness, and colour of the veneers was ensured. The design process began with an extraoral scan of a dental model using the MEDIT scanner, followed by a diagnostic wax-up via CAD-CAM software, trimming the upper lateral incisors by 0.5 mm on the mesial, buccal, distal, and incisal surfaces. Based on the wax-up, ten 3D models from canine to canine were printed. Using a transparent silicone key (Exaclear), made from the initial model, GC® resin was injected into tooth 1.2 and VOCO® resin into tooth 2.2, producing 10 veneers per brand.

After injection, the material was light-cured, glycerine was applied to prevent the oxygen-inhibited layer, and a second light-curing cycle was performed. The glycerin was then removed with water and air, and final polishing was done using Sof-Lex abrasive discs in decreasing order of

abrasiveness. The samples were numbered and divided into two experimental groups based on the staining solution: models 1–5 (Group V, red wine) and models 6–10 (Group M, matcha tea). The veneers were immersed in their respective liquids and stored in an oven at 37 °C (Thermo Scientific) to simulate oral conditions. Colour measurements were taken at five time points: at the start of the experiment, and after 4, 8, 24, and 48 hours. These measurements were performed using the VITA Easyshade V spectrophotometer, which provided values according to the VITA Classical A1D4 and VITA SYSTEM 3D-Master scales. The values recorded for each sample at each interval were later statistically processed and compared to assess colour stability and the degree of staining induced by each staining agent in the two resins analysed.

- Data Collection

Color measurement was carried out using the VITA Easyshade V digital spectrophotometer, previously calibrated according to the manufacturer's instructions. Values were analyzed based on the VITA Classical A1–D4 and VITA SYSTEM 3D-Master scales, focusing on the parameters of value (lightness), chroma (saturation), and hue (tone). Readings were taken at the centre of the buccal surface of each veneer using a trimmed guide to ensure colour was always measured in the same location and with a perpendicular angle between the probe and the sample.

- Statistical Analysis

Data were analysed using IBM SPSS Statistics v29.0 software. Initially, the Kolmogorov-Smirnov test was applied to verify the normality of the data. To analyse differences between time points and groups, repeated measures ANOVA with Greenhouse-Geisser correction was used. If the assumptions of normality were not met, the Wilcoxon test was used for paired comparisons, and the Kruskal-Wallis test was used for differences between independent groups. A statistical significance level of $p < 0.05$ was established. Additionally, box plots and scatter diagrams were generated

to visualize temporal trends in colour changes and identify any potential outliers (13, 14).

Results

- Comparison of the degree of staining between resins

Data analysis showed that although both resins experienced significant colour changes after exposure to the staining agents, there were differences in their behaviour.

According to the VITA SYSTEM 3D-MASTER scale analysis, results showed that both resins exhibited a progressive decrease in value (Graph 1) and an increase in chroma (Graph 2) over time, with GC® being more affected, especially in the matcha tea group. For GC®, the value decreased from 4.00 to 2.60 in group M and to 3.40 in group V. For VOCO®, the value also decreased, but it recovered better in the red wine group, reaching 3.80 after 48 hours. In terms of chroma, VOCO® showed greater stability, remaining constant in group M at a value of 3.00 from hour 4 onward, while GC®-M presented a progressive increase up to the same value. In group V, both resins maintained lower chroma levels. Regarding hue, VOCO® showed more stable values, with no detectable changes, while GC® (especially in group M) showed tonal variations from hour 24, indicating a higher susceptibility to hue alteration. Using the VITA Classical A1-D4 scale, the results were consistent with those from the VITA SYSTEM 3D-MASTER scale (Graph 3). In GC®, group M showed a progressive decrease in value+chroma from 4.00 to 3.40, with no signs of recovery, while GC®-V achieved partial recovery to 3.60. In VOCO®, group M dropped to 3.50 and stabilized, while group V maintained constant levels near 3.80, reflecting higher resistance to colour change.

- Identification of the beverage causing the most colour alteration

Matcha tea was the staining agent that caused the greatest colour alteration in both resins. The decrease in value was more pronounced in

group M from the first 4 hours and persisted until the end of the study. This darkening was accompanied by a more marked increase in chroma in group M for both resins, especially in GC®.

In comparison, red wine caused more gradual changes, with partial recovery of value, particularly in VOCO®. According to the VITA Classical A1-D4 scale, VOCO®-V also showed greater resistance to change, maintaining higher values across all measurements.

- Clinical application and material selection based on patient habits

The findings have direct implications for clinical practice. In patients who regularly consume matcha tea, the use of resins like GC® could compromise short-term aesthetics due to lower resistance to darkening and tonal instability. On the other hand, VOCO® performed better against both staining agents, especially red wine, maintaining higher values and a consistent hue.

The choice of restorative material should consider the patient's dietary habits. In clinical settings where aesthetics is a priority, such as in the anterior region, VOCO® may represent a more predictable and long-lasting alternative. These results support a patient-specific, personalized approach to material selection in dentistry and highlight the importance of educating patients about the potential aesthetic consequences of their consumption habits.

Discussion

This study evaluated the colour alteration of two injectable resins (GC® and VOCO®) following exposure to two staining agents (matcha tea and red wine). Both materials experienced colour changes, although with notable differences in the magnitude and rate of change, confirming that not all composites respond similarly to extrinsic factors (6).

Overall, VOCO® resin demonstrated more stable behaviour in response to staining. This greater resistance may be attributed to its higher proportion

of inorganic filler, which acts as a physical barrier to pigment absorption. In contrast, GC® exhibited a more abrupt change pattern, with a faster decrease in value and a more pronounced increase in chroma, especially after exposure to matcha tea. These differences between materials may be due to the characteristics of their organic matrix (9, 1).

Matcha tea proved to be the most aggressive staining agent, causing significant alterations even within the first few hours of exposure. This finding aligns with previous studies that highlighted the strong staining potential of tea, due to its content of polyphenols such as catechins, its acidic pH, and its high affinity for polymeric surfaces (4). In comparison, red wine caused more gradual, predictable, and milder colour changes, which may be related to differences in chemical composition, viscosity, and mechanisms of interaction with the resin surface.

These results have important clinical implications. Indeed, the selection of restorative materials should consider not only the initial aesthetic characteristics but also colour stability in relation to the patient's habits, such as frequent consumption of beverages with high staining potential. In contexts where aesthetics are a priority, it is advisable to opt for materials such as VOCO®, which has demonstrated greater stain resistance. Furthermore, educating patients about proper oral hygiene following the intake of these beverages can significantly contribute to maintaining the aesthetic appearance of restorations (5, 7).

Despite the findings, it is important to consider the limitations of this study. The in vitro nature of the study means that factors such as the presence of saliva and the action of tooth brushing were not considered, both of which can significantly influence real-life colour changes in the oral environment. Additionally, only two staining beverages were analysed over a short period (48 hours), which limits the generalizability of the results. Future research should include more comprehensive simulated clinical conditions, longer observation periods, and a greater variety of staining agents to obtain a more complete understanding of the phenomenon (15, 16).

Conclusions

This study objectively compared the colour stability of two injectable resins (GC® and VOCO®) when exposed to matcha tea and red wine. It was observed that both resins underwent colour changes, although with different behaviours. VOCO® resin exhibited greater colour stability, while GC® resin was more susceptible to changes, especially in response to matcha tea, which caused the most significant alterations across all groups.

These results confirm that the material's composition, particularly the percentage of inorganic filler, directly influences its behaviour when exposed to external staining agents. The importance of considering patient habits when selecting restorative materials is emphasized, favouring those with higher optical stability in situations where aesthetics is a priority.

Finally, further research is recommended under real clinical conditions, incorporating more variables, staining agents, and longer observation periods to optimize therapeutic decisions and personalize material selection based on the patient's lifestyle.

References:

- VOCO GmbH. GrandioSO - Composite. Cuxhaven, Germany. 2025.
- Rodríguez G DR, Pereira S NA. Evolution and Current Trends in Composite Resins. *Acta Odontol Venez*. 2018;46(1):1–10.
- GC Europe N.V. G-ænial® Universal Injectable: Technical Manual. Belgium. October 2018.
- Arévalo Pineda M, Larrucea Verdugo C. Relapse of Tooth Color Due to Tea, Coffee, and Wine: In Vitro Study. *Rev Clín Periodoncia Implantol Rehabil Oral*. 2012;5(2):57–65.
- Vásquez LJ, Cárdenas AM, Cárdenas LM, Cárdenas AM. Extrinsic Factors Involved in the Staining of Dental Composite Resins. *Rev Estomatol Herediana*. 2020;30(1):8-14.

- Christiani JJ, Acevedo ED, Rocha MT. Color Stability of Three Nanohybrid Resins in Coffee Solution. *Int J Odontostomat*. 2023;17(1):35-42.
- Sosa D, Pineda C, Pineda R, Pineda A. Color Changes in 5 Composite Resins for the Posterior Sector Polished and Exposed to Different Beverages. *Rev Cient Cienc Salud*. 2018;19(1):29-34.
- Kochman J, Jakubczyk K, Antoniewicz J, Mruk H, Janda K. Health Benefits and Chemical Composition of Matcha Green Tea: A Review. *Molecules*. 2020;25(24):5773.
- Hervás García A, Martínez Lozano MA, Cabanes Vila J, Barjau Escribano A, Fos Galve P. Composite Resins: Review of Materials and Clinical Indications. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2016;21(3):e411–7.
- Vásquez LJ, Delgado-Gaete B. Extrinsic Factors Involved in the Pigmentation of Dental Composite Resins. *Rev Estomatol Hered*. 2022;32(2):98-104.
- Fernandez-Montecinos EA, Padilla-Alvear PA. Historical and Cultural Variations in Dental Aesthetics. *Rev Fac Odontol Univ Antioq*. 2022;33(2):64–74.
- Veneziani M. Injection Technique: A New Concept for Anterior Restorations with Flowable Composites. *StyleItaliano*. 2024;1:6–15.
- Ferrán Aranaz M. SPSS for Windows: Programming and Statistical Analysis. McGraw-Hill. 1996.
- Everitt BS. The Analysis of Contingency Tables. Chapman & Hall. Second Edition. 1992.
- García LF, Rojas J, Gómez C, Gómez G. Parameters for Visual and Instrumental Evaluation of Tooth Color in In Vitro Studies: Literature Review. *Acta Odontol Colomb*. 2022;16(1):25-30.
- Arcos Tomalá LC, Montaña Tatés VA, Armas A del C. Color and Weight Stability of Flowable Composite Resins After Contact with Soft Drinks: In Vitro Study. *OVital*. 2019;45(2):45-51.

Conflict of Interest: None declared.

Figure 1: Evolution of the value of GC® and VOCO® resins exposed to red wine and matcha tea.

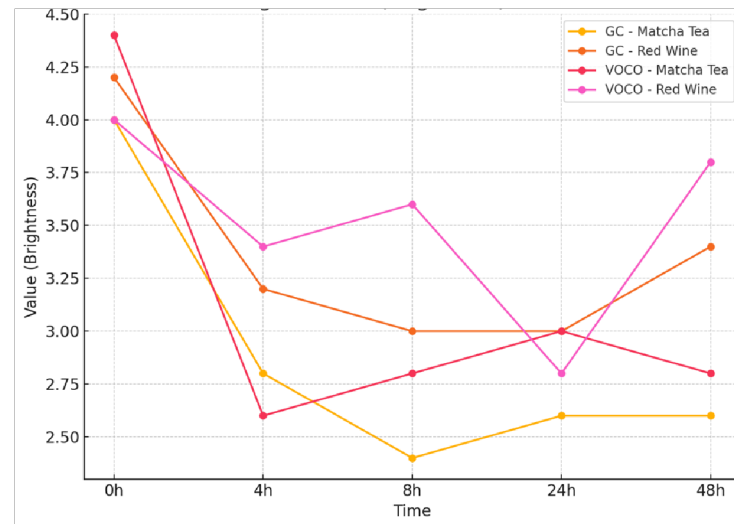


Figure 2: Evolution of the chroma of GC® and VOCO® resins exposed to red wine and matcha tea.

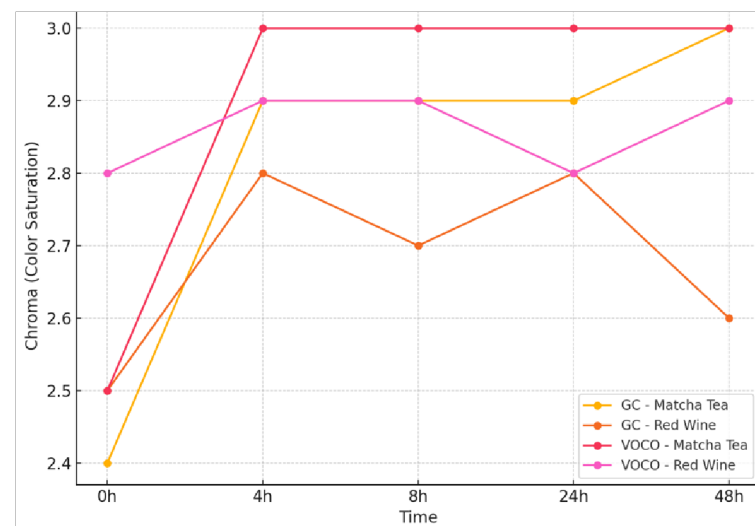


Figure 3: Evolution of value + chroma of GC® and VOCO® resins exposed to red wine and matcha tea.

