

**Universidad Católica de Santa María**  
**Facultad de Odontología**  
**Escuela Profesional de Odontología**



**Efecto del peróxido de hidrogeno en gel al 35 porciento, en la recuperación del color de una resina compuesta modificado con ionómero de vidrio, sometido a 3 sustancias pigmentantes diferentes, estudio in vitro, Arequipa 2024.**

Tesis presentada por el Bachiller:

**Lopez Lopez, Carlos**

**ORCID: 0009-0006-5555-0052**

Para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista

Asesor:

**Dr. Escalante Otárola, Wilfredo Gustavo**

**ORCID: 0000-0003-4879-3938**

Arequipa - Perú

2025

UCSM-ERP

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA**

**ODONTOLOGIA**

**TITULACIÓN CON TESIS**

**DICTAMEN APROBACIÓN DE BORRADOR**

Arequipa, 12 de Mayo del 2025

**Dictamen: 013902-C-EPO-2025**

Visto el borrador del expediente 013902, presentado por:

**2020892031 - LOPEZ LOPEZ CARLOS**

Titulado:

**EFEECTO DEL PERÓXIDO DE HIDROGENO EN GEL AL 35 PORCIENTO, EN LA RECUPERACIÓN DEL COLOR DE UNA RESINA COMPUESTA MODIFICADO CON IONÓMERO DE VIDRIO, SOMETIDO A 3 SUSTANCIAS PIGMENTANTES DIFERENTES, ESTUDIO IN VITRO, AREQUIPA 2024.**

Nuestro dictamen es:

**APROBADO**

Título Profesional/Título de Segunda Especialidad/Grado Académico a optar:

**CIRUJANO DENTISTA**

**04641311 - TEJADA TEJADA RENAN FERNANDO  
DICTAMINADOR**



**29238358 - SALAS ROJAS MONICA HILDA CLEOFE  
DICTAMINADOR**



**44601950 - ALVARADO GOMEZ ALBERTO ARMANDO  
DICTAMINADOR**



# Efecto del peróxido de hidrogeno en gel al 35 porciento, en la recuperación del color de una resina compuesta modificado con ionómero de vidrio, sometido a 3 sustancias pigmentantes diferentes, estudi

## INFORME DE ORIGINALIDAD

24%

INDICE DE SIMILITUD

22%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

11%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	Submitted to Universidad Católica de Santa María Trabajo del estudiante	4%
2	hdl.handle.net Fuente de Internet	4%
3	creativecommons.org Fuente de Internet	2%
4	repositorio.continental.edu.pe Fuente de Internet	2%
5	repositorio.upt.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	repositorio.upla.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
9	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
10	Submitted to Universidad Andina del Cusco Trabajo del estudiante	<1%
11	repositorio.uan.edu.co	

## *Dedicatoria*

*Dedico esta tesis con todo mi cariño y gratitud a mi Madre, Vicenta Lopez Lope por ser el pilar más firme en mi vida. Gracias por su amor, sacrificio y por enseñarme a nunca rendirme ante las dificultades. Este logro es tanto mío como suyo.*

*A ti, Abigail Yanarico Gordillo, mi amada esposa, compañera incansable de vida. Gracias por tu amor incondicional, tu paciencia y tu fe constante en mí. Este logro es tan tuyo como mío, porque sin tu apoyo y comprensión no habría sido posible. Eres mi fuerza, mi paz y mi mayor bendición.*

*A mis hijos, por ser mi mayor motivación. Ustedes me impulsan a ser mejor cada día y a luchar por un futuro lleno de valores, esfuerzo y dedicación. Todo lo que hago, lo hago por ustedes y para ustedes.*

*Y finalmente, me dedico este trabajo a mí mismo, por no desistir, por creer en mis capacidades y por demostrar que, con esfuerzo, fe y disciplina, todo es posible.*

## *Agradecimientos*

*Agradezco en primer lugar a Dios, por brindarme la salud, la fortaleza y la perseverancia necesarias para culminar esta etapa tan importante de mi formación académica y profesional.*

*A mi familia, especialmente a mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y confianza en mí durante todos estos años de estudio. Gracias por ser mi motivación y por enseñarme con el ejemplo el valor del esfuerzo y la dedicación.*

*Expreso mi sincero agradecimiento al Dr. Wilfredo Escalante Otárola, mi asesor de tesis, por su guía, paciencia y compromiso en cada etapa de esta investigación. Su experiencia y disposición fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.*

*A la Universidad Católica de Santa María, por brindarme la formación académica y los recursos necesarios para desarrollar esta investigación, así como a los docentes de la Facultad de Odontología, quienes con sus enseñanzas y exigencia han contribuido a mi formación profesional.*

*Finalmente, agradezco a todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso y me ayudaron a llegar hasta aquí. A todos, ¡gracias!*

## *Epígrafe*



*"A quienes creen en mí incluso cuando yo dudo; esta investigación es prueba de que, con fe,  
dedicación y amor, todo es posible."*

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del tratamiento con peróxido de hidrógeno en gel al 35% sobre la recuperación del color de la resina compuesta Beautifil II de Shofu, previamente pigmentada con café, Coca-Cola y vino tinto. Se elaboraron 30 discos de resina, los cuales fueron sometidos a inmersión diaria en las bebidas durante 14 días. Posteriormente, se aplicaron tres sesiones de aclaramiento con peróxido de hidrógeno, y se realizaron mediciones cromáticas en distintos intervalos utilizando espectrofotometría.

Los resultados demostraron que todas las bebidas pigmentantes generaron alteraciones cromáticas clínicamente significativas ( $\Delta E > 3.3$ ), siendo el vino tinto y el café los agentes con mayor capacidad de tinción. El tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35% logró reducir de forma significativa los valores de cambio de color en todos los grupos, con mejor respuesta en las muestras pigmentadas con Coca-Cola. En contraste, el vino tinto mostró mayor resistencia al aclaramiento.

Se concluye que el peróxido de hidrógeno en gel al 35% es eficaz para revertir los efectos de la pigmentación extrínseca en la resina Beautifil II, aunque su eficacia depende del tipo de agente pigmentante. Este hallazgo tiene implicancias relevantes para la práctica clínica en odontología estética.

**Palabras claves:** *Resina compuesta, pigmentación extrínseca, aclaramiento dental.*

## ABSTRACT

This study aimed to evaluate the effect of 35% hydrogen peroxide gel on the color recovery of Beautifil II composite resin (Shofu), previously stained with coffee, Coca-Cola, and red wine. Resin discs were prepared and immersed daily in the beverages for 14 days. After staining, three bleaching sessions were performed using 35% hydrogen peroxide gel, and color stability was assessed at different stages using spectrophotometry.

The results showed that all pigmenting beverages caused clinically significant color changes ( $\Delta E > 3.3$ ), with red wine and coffee having the greatest staining capacity. Treatment with 35% hydrogen peroxide significantly reduced color change values in all groups, with the most favorable response observed in the Coca-Cola group. In contrast, red wine pigments exhibited greater resistance to bleaching.

It is concluded that 35% hydrogen peroxide gel is effective in reversing extrinsic discoloration in Beautifil II resin, although its efficacy depends on the type of pigmenting agent. These findings have relevant implications for aesthetic dental practice.

**Keywords:** *Composite resin, extrinsic staining, dental bleaching.*

## ÍNDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTOS

EPÍGRAFE

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN ..... 1

CAPÍTULO I..... 3

PLANTEAMIENTO TEÓRICO..... 3

1. Determinación del problema: ..... 4

2. Pregunta de Investigación ..... 5

3. Justificación..... 5

4. OBJETIVOS..... 6

4.1. Objetivo General: ..... 6

4.2. Objetivos Especiales: ..... 6

5. MARCO TEÓRICO ..... 7

5.1 Marco Conceptual ..... 7

5.1.1 Peróxido de hidrogeno en gel al 35%..... 7

5.1.2 Mecanismo de Acción. .... 8

5.1.3 Técnicas de Aclaramiento ..... 8

5.1.4 Efectos Colaterales Sobre las Estructuras Dentales ..... 9

5.1.5 Efectos Sobre la Pulpa Dental. .... 10

5.1.6 Hipersensibilidad Dentaria. .... 10

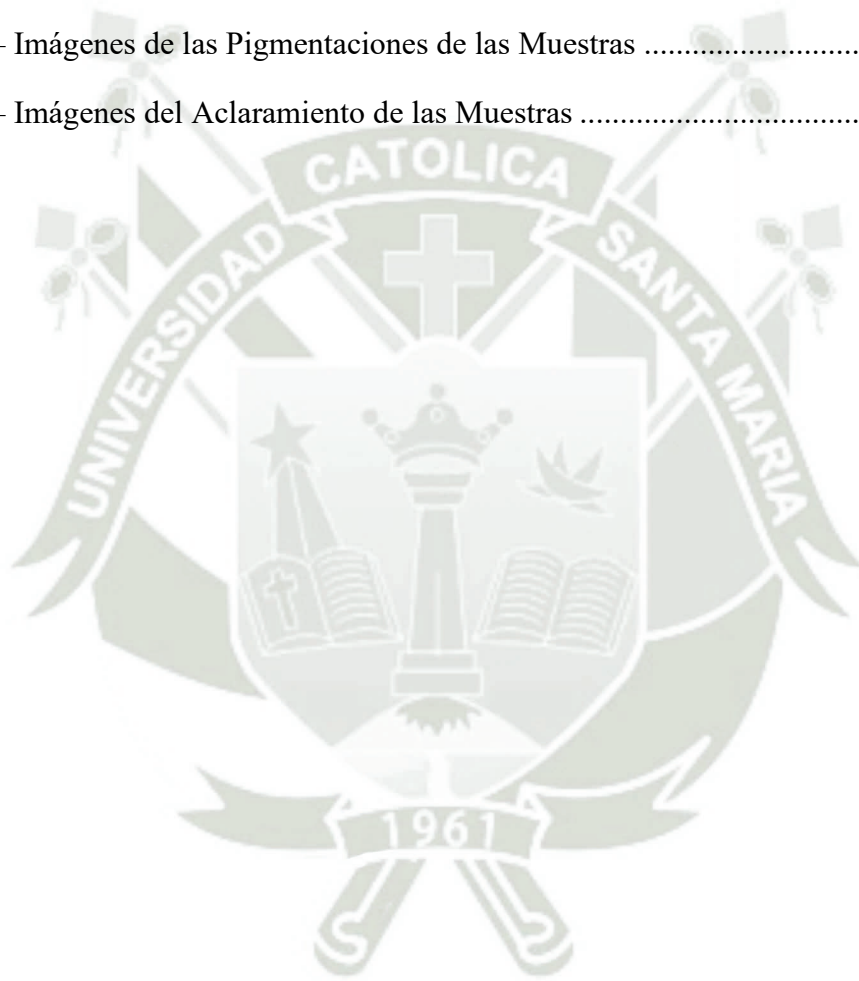
5.1.7 Efecto Sobre los Tejidos Blandos. .... 11

5.2 Resinas Compuestas ..... 11

5.2.1 Composición de las Resinas Compuestas. .... 12

5.2.2	Clasificación de las Resinas Compuestas.....	14
5.2.3	Propiedades de las Resina Compuestas.....	17
5.2.4	Polimerización de las Resinas Compuestas. ....	19
5.2.5	Resina Compuesta Beautifil II de Shofu: .....	22
5.2.6	Propiedades de Color: .....	23
5.2.7	Registro del Color. ....	24
5.2.8	Pigmentación:.....	25
5.2.9	Capa Inhibida de Oxígeno:.....	26
5.3	Bebidas Pigmentantes .....	27
5.4	Antecedentes Investigativos:.....	29
6.	HIPÓTESIS.....	34
CAPÍTULO II .....		35
PLANTEAMIENTO OPERACIONAL .....		35
1.	Diseño Metodológico. ....	36
2.	Muestra.....	36
3.	Tabla de Variables.....	37
4.	Técnicas y Procedimientos.....	38
5.	Plan de Análisis.....	40
6.	Consideraciones Éticas.....	41
7.	Recursos .....	41
8.	Cronograma.....	42
Tabla 3. Cronograma .....		42
CAPÍTULO III .....		43
RESULTADOS.....		43
1.	RESULTADOS.....	44
2.	DISCUSIÓN.....	46
3.	CONCLUSIONES .....	49

4. RECOMENDACIONES .....	50
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
ANEXOS.....	56
Anexo 1 – Matrices de los resultados.....	57
Anexo 2 – Imágenes de la Fabricación de las Muestras .....	60
Anexo 3 – Imágenes del pulido de las muestras .....	61
Anexo 4 – Imágenes de las Pigmentaciones de las Muestras .....	62
Anexo 5 – Imágenes del Aclaramiento de las Muestras .....	63



## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables. ....	37
Tabla 2. Presupuesto asignado .....	41
Tabla 3. Cronograma.....	42
Tabla 4. Resultado general .....	45



## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Matriz de acero inoxidable de 3" x 8mm x 2mm .....	36
FIGURA 2. Línea del tiempo de pigmentación y aplicación del aclaramiento .....	40
FIGURA 3. Cambio de color en función del agente pigmentante y los tiempos de exposición y tratamiento. ....	45



## INTRODUCCIÓN

La estabilidad del color es un atributo fundamental en los materiales restauradores estéticos utilizados en odontología, ya que incide directamente en la aceptación de los tratamientos por parte de los pacientes. En este sentido, las resinas compuestas han evolucionado considerablemente en cuanto a su composición, estética y resistencia, sin embargo, aún presentan susceptibilidad a la pigmentación provocada por diversos agentes externos, especialmente aquellos presentes en la dieta diaria. Entre los factores extrínsecos más frecuentes que comprometen la apariencia estética de estas restauraciones, destacan el consumo habitual de bebidas pigmentantes como el café, la Coca-Cola y el vino tinto.

Distintas investigaciones han demostrado que la exposición continua a estas bebidas puede inducir cambios cromáticos clínicamente inaceptables en materiales restauradores, incluso después de un corto periodo de contacto. Esta variación no solo afecta la estética de la restauración, sino que también puede alterar la percepción del éxito clínico del tratamiento restaurador por parte del paciente (1). La magnitud del cambio de color depende en gran medida de la naturaleza química del agente pigmentante, del tiempo de exposición y del tipo de resina utilizada. En el caso de los giómeros, como el Beautifil II de Shofu, su composición híbrida entre resina compuesta y ionómero de vidrio les confiere ciertas ventajas, pero también una particular sensibilidad frente a agentes colorantes (1).

Ante este desafío estético, el uso de agentes aclaradores, como el peróxido de hidrógeno en gel al 35%, ha sido ampliamente difundido en la práctica clínica como una alternativa para revertir las alteraciones cromáticas inducidas por estos pigmentantes (2). Su mecanismo de acción se basa en procesos de oxidación que descomponen los cromógenos responsables de la pigmentación, permitiendo recuperar parcialmente el color original de los materiales restauradores. No obstante, la eficacia del tratamiento aclarador puede variar en función del tipo de pigmento y la profundidad de su adherencia a la estructura de la resina (2).

En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo evaluar in vitro el efecto de tres bebidas pigmentantes (café, Coca-Cola y vino tinto) sobre la estabilidad del color de una resina compuesta modificada con ionómero de vidrio (Beautifil II - Shofu), así como la efectividad del tratamiento de aclaramiento con peróxido de hidrógeno al 35% en la recuperación de su

aparición estética. Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias significativas en el grado de pigmentación entre las sustancias analizadas, siendo el vino tinto y el café los agentes con mayor capacidad de tinción. Asimismo, se observó que el tratamiento aclarador logró una mejora significativa en la estabilidad del color en todos los grupos pigmentados, aunque con distintas eficacias según la bebida utilizada.

La presente investigación busca contribuir al conocimiento clínico sobre la susceptibilidad de los materiales restauradores frente a agentes pigmentantes comunes, así como sobre el potencial terapéutico de los agentes aclaradores. Esta información resulta relevante tanto para la selección de materiales como para la toma de decisiones en tratamientos estéticos y de mantenimiento de restauraciones a largo plazo.

Por tal motivo, se plantea la necesidad de evaluar el comportamiento cromático de la resina compuesta modificada con ionómero de vidrio Beautifil II (Shofu) frente a distintos agentes pigmentantes y determinar el efecto del tratamiento con peróxido de hidrógeno en gel al 35 % sobre los cambios inducidos. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo general determinar el efecto del tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35 % en la pigmentación de dicha resina tras la exposición a café, vino tinto y Coca-Cola. La hipótesis nula establece que el tratamiento aclarador no ejerce ningún efecto significativo en la restauración del color original de la resina luego del desafío pigmentante.



# **CAPÍTULO I**

## **PLANTEAMIENTO TEÓRICO**

## PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.

### 1. Determinación del problema:

Hoy en día los tratamientos de aclaramiento dental se han vuelto bastante populares y son muy buscados para mejorar la estética de los dientes, recientemente, se ha evaluado la efectividad de estos métodos en resinas compuestas pigmentadas por ciertas bebidas. Para analizar el impacto de los sistemas de aclaramiento, tanto de uso doméstico como los de consultorio, sobre las superficies de resinas compuestas pigmentadas se han llevado a cabo varias investigaciones (3).

Teniendo los problemas de decoloración, el aclaramiento dental se considera un método efectivo y seguro para la eliminación de las manchas en el tejido dental (4). Varios investigadores han evaluado su eficacia en resinas compuestas pigmentadas, en general, la efectividad del sistema de aclaramiento se ha estudiado principalmente en la superficie del material. El procedimiento de aclaramiento genera un cambio de color que depende de la solución de tinción utilizada y de las características del material, sin embargo, el mecanismo detrás del proceso de aclaramiento no está del todo claro. Algunos estudios sugieren que podría tratarse de un efecto de limpieza superficial que altera el color de la superficie de la resina compuesta tras la aplicación de los productos de aclaramiento, en lugar de un efecto (5).

Tras conocer esta problemática, de las pigmentaciones superficiales de las resinas, y como es que se pueden aclarar con peróxido de hidrogeno en gel al 35%, es que se decidió realizar este proyecto para dar a conocer la influencia que tiene algunas bebidas comunes como la coca cola el vino tinto y el café, sobre los cambios de tinción en la superficie de estas resinas compuestas, en aquellas personas que las consumen de manera más frecuente y a veces desmedidas, debido a la progresiva preocupación por la repercusión de estas bebidas en las superficies de las resinas compuestas, nos proponemos investigar el efecto de las pigmentaciones superficiales en las resinas compuestas a causa de estas bebidas más consumidas y también como se puede revertir este efecto con el uso de los aclaradores dentales en nuestra actualidad.

## 2. Pregunta de Investigación

Determinar el efecto del tratamiento con peróxido de hidrógeno en gel al 35% en la pigmentación de la resina compuesta modificada con ionómero de vidrio, Beautifil II de Shofu, tras su exposición a tres sustancias pigmentantes diferentes.

## 3. Justificación

El consumo de estas bebidas más comunes, como la Coca Cola, Vino Tinto y Café, se ha incrementado exponencialmente en estos últimos años, mayormente entre los jóvenes y también adultos jóvenes. Estas bebidas se caracterizan por su alto contenido de azúcar, ácidos y cafeína, lo que las convierte en una causa de riesgo potencial para nuestra salud bucal, particularmente para la influencia en la pigmentación de la superficie de las resinas compuestas.

A pesar del creciente consumo de estas bebidas comunes, existe una brecha significativa en la investigación científica sobre su impacto específico en la salud bucal, particularmente para la influencia en la pigmentación de la superficie de las resinas compuestas. Dicho estudio tiene el potencial de llenar este vacío de conocimiento y contribuir a una comprensión más profunda de los riesgos asociados al consumo de estas bebidas.

Los resultados de esta investigación pueden ser usados para informar a la población, en general, sobre los riesgos del consumo excesivo de estas bebidas comunes para la salud bucal. Esta información puede contribuir a la promoción de hábitos de consumo más saludables que protejan las restauraciones hechas con resinas compuestas y nuestra salud bucal en general.

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. Objetivo General:

- Determinar el efecto del tratamiento con peróxido de hidrogeno en gel al 35% en la pigmentación de la resina compuesta modificada con ionómero de vidrio, Beautifil II de Shofu.

### 4.2. Objetivos Especiales:

- Determinar el efecto del tratamiento con peróxido de hidrogeno en gel al 35% en la resina compuesta modificado con ionómero de vidrio, Beautifil II de Shofu, pigmentada con café, por medio de espectrofotometría.
- Determinar el efecto del tratamiento con peróxido de hidrogeno en gel al 35% en la resina compuesta modificada con ionómero de vidrio, Beautifil II de Shofu, pigmentada con coca cola, por medio de espectrofotometría.
- Determinar el efecto del tratamiento con peróxido de hidrogeno en gel al 35% en la resina compuesta modificada con ionómero de vidrio, Beautifil II de Shofu, pigmentada con vino tinto, por medio de espectrofotometría.

## 5. MARCO TEÓRICO

### 5.1 Marco Conceptual

#### 5.1.1 Peróxido de hidrogeno en gel al 35%

El peróxido de hidrogeno ( $H_2O_2$ ) tiene una historia que se remonta al siglo XIX, su descubrimiento se atribuye a Louis Jacques Thenard quien lo aisló por primera vez en 1818. Inicialmente, se producía mediante la reacción de Bario con Ácido Nítrico.

Con el tiempo, se desarrollaron métodos más eficaces para su producción, como la reacción de hidrogeno con oxígeno en presencia de catalizadores y también mediante la oxidación de compuestos orgánicos. El peróxido de hidrogeno al 35% se obtiene generalmente mediante un proceso de concentración de soluciones más diluidas, ya que se usa en diversas aplicaciones industriales, médicas y también de limpieza (6).

Su uso se ha expandido a lo largo de los años y hoy en día se emplea en sectores como la industria, la odontología, la medicina y la limpieza, aprovechando sus propiedades desinfectantes y blanqueadoras.

En odontología el peróxido de hidrógeno en gel al 35% es ampliamente utilizado en tratamientos de aclaramientos dentales debido a su eficacia para eliminar manchas y decoloraciones. Este compuesto penetra en el esmalte y la dentina, lo que permite la eliminación de pigmentos que causan decoloración. Se aplica generalmente en forma de gel en las superficies dentales, a menudo se utiliza en combinación con luz o laser para activar el peróxido, potenciando su efecto blanqueador. Los tratamientos con peróxido de hidrogeno en gel al 35% pueden producir resultados visibles en una sola sesión, a diferencia de los métodos más suaves que pueden requerir múltiples aplicaciones. Debido a su alta concentración, se debe usar con cuidado para evitar irritación en los tejidos blandos de la boca y la sensibilidad dental, por ello es importante que el tratamiento sea supervisado por un profesional dental. Cada tratamiento puede ser ajustado según las necesidades

del paciente, teniendo en cuenta factores como la intensidad dental. El peróxido de hidrogeno en gel al 35% es una herramienta efectiva en aclaramientos dentales, pero debe utilizarse de manera controlada para garantizar la seguridad y el control del paciente (7).

### **5.1.2 Mecanismo de Acción.**

Los pigmentos en los dientes están compuestos por elementos oscuros que reciben el nombre de cromógenos, que se acumulan en el tejido dental. Las estructuras duras del diente son muy permeables a diversas sustancias y se encuentran en los espacios inter prismáticos y en los túbulos de la dentina. Los cromógenos son compuestos orgánicos grandes que contienen enlaces dobles (8).

El proceso de aclaramiento dental implica la oxidación de moléculas de alto peso molecular que están unidas al esmalte y la dentina. Este proceso se divide en 2 etapas: Primero, las moléculas del peróxido de hidrogeno en gel al 35% interactúan como los geles aclaradores aplicados en los dientes, liberando radicales libres, moléculas de oxígeno reactiva y aniones de peróxido de hidrogeno. Luego estas moléculas inician el proceso de oxidación y descomponen las manchas en fragmentos más pequeños. La liberación de oxígeno en los dientes no ocurre de inmediato, ya que permanece durante un tiempo prolongado (9). Esto puede interferir con la polimerización de las resinas, ya que el oxígeno actúa como inhibidor de esta reacción, lo que debilita la adhesión entre las resinas compuestas y el diente, los agentes químicos utilizados en el aclaramiento actúan como potentes oxidantes, formando radicales libres y aniones de peróxido de hidrogeno que penetran en la estructura dura del diente. Descomponiendo las macromoléculas orgánicas cromógenas responsables de la decoloración, al romperse, los anillos de carbono se convierten en cadenas lineales con enlaces dobles, que aun retienen el pigmento. Si el proceso continua estos radicales libres rompen los enlace dobles, dejando cadenas de carbono con enlaces simples, lo que resunta en el aclaramiento dental (10).

### **5.1.3 Técnicas de Aclaramiento**

Estos agentes aclaradores están disponibles en diversas concentraciones y

presentaciones, dependiendo de la técnica empleada para el aclaramiento. Existen dos métodos principales para aclarar los dientes.

**a. Aclaramiento en Consulta.**

El aclaramiento dental que se lleva a cabo en la consulta, conocido como dentro del consultorio o profesional, utiliza peróxido de hidrogeno en gel en altas concentraciones, generalmente entre el 25% al 35%. Esto permite obtener resultados en menos tiempo en comparación con los tratamientos en casa. Para realizar este procedimiento. Es necesario aplicar un protector gingival para prevenir quemaduras en las mucosas y encías, luego se aplica el agente aclarador sobre los dientes. El peróxido de hidrogeno puede ser activado mediante luz o calor para acelerar el proceso de oxidación y la liberación de radicales libres (11).

**b. Aclaramiento Domiciliario.**

Este tipo de tratamiento se le conoce como at-home o domiciliario, ya que se realiza en casa, aunque siempre bajo la supervisión de un profesional. La frecuencia, el momento y el número de aplicaciones varían según la concentración del gel y las características del paciente. Se utiliza peróxido de hidrogeno en concentraciones más bajas del 6 al 10%. Este procedimiento puede llevarse a cabo de varias maneras, siendo el más común el uso de férulas de acetato de vinilo, que se fabrican a partir de un molde de la arcada dental del paciente, donde se aplica el agente aclarante antes de colocarlas sobre los dientes (11).

#### **5.1.4 Efectos Colaterales Sobre las Estructuras Dentales**

- **Esmalte:** la superficie del esmalte permanece intacta tras el tratamiento de aclaramiento con peróxido de hidrogeno al 35% activado con luz, estudios realizados al respecto indican que no se observan alteraciones morfológicas en el esmalte. Sin embargo, en algunos casos, puede ocurrir una pérdida de capas de esmalte aprismatico, un daño que se puede reparar

después de 90 días. Aunque las opiniones son variadas, siempre se aconseja proceder con precaución, y respetando tanto los tiempos de exposición así como las sesiones correspondientes (12).

- **Dentina:** lo más destacado es la pérdida temporal de adhesión de los materiales restauradores, lo que indica que es recomendable esperar por lo menos 7 días o más antes de realizar cualquier restauración con materiales adhesivos (12).
- **Cemento Radicular:** los productos de aclaramiento que contienen peróxido de hidrogeno en gel al 35% no le producen ningún daño al cemento radicular (12).

### 5.1.5 Efectos Sobre la Pulpa Dental.

En estudios histológicos, se evidencio que no había daño en la pulpa dental tras exponer premolares a peróxido de hidrogeno en gel al 35% durante periodos prolongados. Sin embargo, se ha demostrado que el uso de calor junto con el peróxido de hidrógeno al 35% puede causar daño pulpar. La temperatura en el tejido pulpar no debe de exceder los 5.5 grados centígrados, ya que esto podría provocar necrosis en un 15% de los casos. Si la temperatura supera los 11.1 grados centígrados la necrosis podría aumentar al 60% y si supera los 16.1 grados centígrados se produciría necrosis en el 100% de los casos, por lo cual es de vital importancia no excederse con la temperatura (13).

### 5.1.6 Hipersensibilidad Dentaria.

Según la teoría de Brannstrom, la hiperestesia es causada por diversos estímulos externos, como los osmóticos, químicos, mecánicos y térmicos. Estos estímulos generan un aumento de la presión de los fluidos en los túbulos dentinarios, lo que provoca la hiperestimulación de las terminaciones nerviosas pulpares, resultando en dolor. Esta hiperestesia se presenta especialmente en la etapa inicial del tratamiento, en parte debido a la unión entre el esmalte y el cemento que no es perfecto, dejando áreas de dentina expuestas en la zona del cuello del diente. Además, el grabado ácido que produce el peróxido de hidrogeno sobre el esmalte

incrementa su permeabilidad, facilitando la difusión del peróxido de hidrogeno a través de su bajo peso molecular. Sin embargo, este efecto es completamente reversible (9).

### **5.1.7 Efecto Sobre los Tejidos Blandos.**

Los peróxidos en concentraciones del 30% al 35% son cáusticos y pueden dañar la encía y la mucosa oral en general. Aunque a menudo, se observan pequeñas quemaduras en los márgenes gingivales al quitar la resina protectora. Es recomendable aplicar inmediatamente bicarbonato de sodio al 7% u otros productos similares en las áreas afectadas, ya que esto facilitara una cicatrización rápida (14).

## **5.2 Resinas Compuestas.**

Las resinas compuestas así como los materiales dentales no han sido ajeno a la evolución y al cambio a través del tiempo, ya que antiguamente fueron los silicatos en usarse para las restauraciones, debido al parecido en color al diente y también porque liberaban flúor, la desventaja del silicato es que se desgastaban muy rápido, ya en los años 50 fueron las resinas acrílicas que empezaron a reemplazar a los silicatos, estas resinas acrílicas estaban principalmente compuestos por alúmina, diamante, sílice, vidrio y plata, y se encontraban en el mercado solo en presentaciones de polvo y líquido, una de las mayores desventajas de las resinas acrílicas es su alto porcentaje de contracción al momento de la fotopolimerización razón por la cual había mayor índice de filtración dental, Bowen R. L. en los años 1965 da inicio a los nuevos compuestos, a base de polvo de silicato y mezclado con resina epóxica y ya para el año 1970 revoluciono con una nueva resina compuesta, se trataba de un monómero viscoso que hoy en día es conocido como Bis-GMA al cual le agrego un agente de unión llamado silano orgánico, esta mezcla innovo grandemente las propiedades de las resinas compuestas, reemplazando de una manera muy rápida los demás compuestos, en este punto se da un giro importante al inicio de las restauraciones estéticas. Los aportes de Bowen a las resinas compuestas han sido de gran utilidad ya que la mayoría de las resinas compuestas que se encuentran en el mercado se basan en sus conceptos (15).

### 5.2.1 Composición de las Resinas Compuestas.

La composición de las resinas compuestas se puede desglosar en dos componentes principales, la matriz orgánica que consta de resina acrílica o epóxica el cual le proporciona la cohesión y forma al material, y se agregan aditivos con agentes de curado, estabilizadores y colorantes que mejoran sus propiedades y apariencia, el relleno inorgánico que son partículas a base de vidrio, sílice o cerámica, son los que van aportar resistencia y con esto logran mejorar las propiedades mecánicas, en algunos casos las resinas compuestas contienen fibras estos aumentan resistencia y la rigidez del material, todo estos elementos están unidos por un agente llamado Silano, este agente permite el acoplamiento tanto de la matriz de resina con todos los elementos de relleno que se encuentran en la resina (15).

#### a. La Matriz Orgánica.

La matriz orgánica está presente casi en el 30 a 50% de la resina compuesta el cual se encuentra en forma de monómeros y estos monómeros a su vez forman las macromoléculas conocidos como polímeros, esta matriz orgánica esta mayormente conformada por los monómeros bifuncionales, los compuestos más comunes para la creación de los polímeros entrecruzados son: el Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) el Dimetacrilato de Trietilenglicol (TEDMA) y el Metacrilato de Uretano (UDMA) (16).

El Bisfenol-A-Glicidil Metacrilato tiene un peso molecular muy elevado, lo que conlleva como resultado una alta viscosidad, pero dificulta la manipulación de la resina. Para solucionar este problema, se incorporan monómeros como el Trietilenglicol Dimetacrilato, que tienen una viscosidad más baja. Tanto el sistema Bisfenol-A- Glicidil Metacrilato (Bis-GMA) y el Dimetacrilato de Trietilenglicol (TEDMA) han demostrado ser clínicamente eficaz y es más empleado (15).

La matriz orgánica de las resinas compuestas incluye canforquinona que actúa como foto iniciador en la polimerización de radicales libres. También contiene pigmentos que logran el color deseado de la estructura dentaria, como óxidos y

otros compuestos. Además incorpora un sistema acelerador que facilita la polimerización en un tiempo razonable, así como estabilizadores o inhibidores que aseguran la durabilidad del producto tanto en estabilidad química y también en su almacenamiento (16).

#### **b. Relleno Inorgánico.**

Compuesto por partículas que mejoran las propiedades de la resina compuesta como por ejemplo: bario, estroncio, cuarzo, circonio y sílice, estos son los que mayormente se utiliza para los rellenos inorgánicos, una combinación de estas partículas reducen el coeficiente de expansión térmica y la absorción de agua y aumenta la abrasión, resistencia a la tracción, compresión y el módulo de elasticidad y reduce la contracción a la polimerización, lo que resulta en menor presión sobre las cúspides dentales, y reduce la aparición de microfisuras en el tejido del esmalte, que pueden causar pigmentación filtración marginal, sensibilidad postoperatoria y caries secundaria, en la actualidad se investiga disminuir el tamaño de estas partículas a  $0.05\mu\text{m}$  si se consigue un porcentaje mayor de relleno, harán que las resinas compuestas mejoren enormemente sus propiedades, en la actualidad se están incorporando trifluoruro de iterbio así como ionómero de vidrio a algunas resinas compuestas, con estas incorporaciones se les confiere la capacidad de adsorber y liberar flúor en el medio bucal y a la misma vez una de las características más importantes que es la fluorescencia (17).

#### **c. Agente de Enlace o Acoplamiento.**

La matriz orgánica y el relleno inorgánico deben estar debidamente unidos, lo que requiere un compuesto químico que los adhiera. Para lograr esto, la extensión del relleno debe ser tratada con un agente de acoplamiento, el más usado es un Silano orgánico, el Gammametacril-oxipropitrimetoxi-silano, que al ser una molécula bifuncional hará que se una a los grupos hidroxilos de la sílice por uno de sus extremos que es la porción inorgánica y por el otro extremo con el doble enlace de los monómeros de la matriz que es la porción orgánica. El agente que facilita la unión, tiene que ser una molécula bifuncional el cual

contiene en un extremo grupos de silano (Si-OH) y en el otro extremo grupos de metacrilatos (C=C) dado que la mayor parte de resinas compuestas que se encuentran en el mercado contienen su relleno inorgánico a base de sílice, por ende su agente de acoplamiento viene a ser el silano (17).

### 5.2.2 Clasificación de las Resinas Compuestas.

Las resinas compuestas se clasifican de acuerdo al tamaño de las partículas de rellenos que contienen.

#### a. Resinas Compuestas de Macrorelleno:

Estas resinas son las que se utilizaron por primera vez, sus partículas consistían de un tamaño de 10 a 50 $\mu$ m, su principal desventaja fue la conexión débil que existía entre la matriz y las macropartículas, lo que las hacía susceptibles a la hidrólisis y con muy poca resistencia al desgaste, por otro lado, estas resinas eran muy difíciles de trabajar y además causaban un cambio de color rápido en la resina. En la actualidad ya no se usan (18).

#### b. Resinas Compuestas de Microrelleno:

Estas resinas mayormente el relleno era a base de Sílice coloidal que oscilaban en un tamaño de 0.01 $\mu$ m a 0.05 $\mu$ m. se observó que estas resinas funcionaban mejor en la zona anterior de los dientes, ya que ofrecen un alto nivel de pulido y brillo superficial, sin embargo en la zona posterior debido a sus menores propiedades físicas y mecánicas, muestran un mayor porcentaje de absorción de agua, un módulo de elasticidad reducido y un coeficiente de expansión térmica elevado (18).

#### c. Resinas Híbridas:

Estas resinas tienen una proporción de relleno que varía del 76% al 80% y está compuesto por vidrios de diversos tamaños y también de composiciones, que

normalmente su tamaño oscila entre  $10\mu\text{m}$  y  $50\mu\text{m}$ , además de incluir sílice de  $4\text{nm}$ . Estas resinas presentan una amplia gama de colores y una excelente capacidad para mimetizarse con las estructuras dentales, también nos ofrece una contracción menor al momento de la polimerización, reducida absorción de agua y sobre todo dentro de las ventajas que más resaltan de estas resinas son sus excelentes propiedades de texturización y pulido (18).

**d. Resinas Microhíbridas:**

Estas resinas cuentan con una elevada proporción de relleno de las partículas sub micrométricas que cuentan con un volumen del más de 60% su reducido tamaño de sus partículas que son de  $0.4\mu\text{m}$  a  $1.0\mu\text{m}$  junto con su alta proporción de relleno, proporciona una excelente resistencia a sus propiedades mecánicas y una excelente resistencia a los desgastes(18).

**e. Resinas Nanohíbridas:**

Estas resinas contienen en su composición inorgánica partículas nanométricas que varían de 20 a 60nm pero lo que lo diferencia de las resinas con nanorelleno es que estos no presentan nanoclusters en forma de racimo, en su lugar estos cuentan con un microrelleno de 0.7 micrones de promedio, las cuales sirven de soporte para las partículas nanométricas, el cual van a regular su consistencia y van a aportar viscosidad al material y de esta manera contribuyen a la radiopacidad y al color (18).

**f. Resinas de Nanorelleno:**

Estas resinas son de un desarrollo y de una fabricación bastante reciente el cual está formado por partículas de tamaños muy inferiores a los  $10\text{nm}$  o  $0.01\mu\text{m}$  estos rellenos pueden presentarse de manera individual o en nanoclusters agrupados llamados nanoagregados de  $75\text{nm}$  de tamaño aproximadamente, la incorporación de nanotecnología en estas resinas ha sido uno de los mejores avances en cuanto a resinas compuestas, porque gracias a la incorporación de

esta nanotecnología se puede conseguir un alto grado de pulido y una translucidez superior, muy parecido a las resinas de microrelleno, pero al mismo tiempo estas resinas compuestas también conservan las propiedades físicas y la resistencia a los desgastes comparables a las resinas compuestas híbridas. Por estos motivos son muy recomendables para el sector anterior y posterior (18).

**g. Giomeros:**

Los giomeros son una mezcla de ionómero de vidrio y resina compuesta, diseñada para combinar las propiedades de ambos tipos de materiales dentales, la literatura señala que, gracias a su composición y nanotecnología, obtienen de la resina características estéticas y facilidad de manejo, así como propiedades de los composites híbridos, por otro lado, del ionómero de vidrio adquieren la capacidad de liberar y recargar iones de flúor en el esmalte y al dentina, lo que genera un gran efecto anticariogénico. Estos materiales son especialmente útiles para restauraciones en dientes anteriores y posteriores y se ha demostrado su eficacia en superficies oclusales y proximales (19).

Los giomeros no solo liberan iones de flúor, sino también iones de aluminio, estroncio, sodio, borato y silicato. Estos iones poseen diversas actividades biológicas que ayudan a potenciar la acción bactericida. Una de sus principales ventajas es la capacidad de recarga y liberación de flúor, lograda gracias a su relleno S-PRG, cuya concentración en la boca determina la cantidad que se libera. La estructura superficial no se altera durante este proceso y estudios han demostrado que el flúor liberado puede ser absorbido de colutorios y pastas dentales que lo contienen. Esto contribuye a la formación y calcificación del tejido duro, lo que reduce significativamente la hipersensibilidad, ya que genera fluorapatita, dando así la capacidad y propiedad del esmalte y la dentina a remineralizarse (19).

Los giomeros proporcionan un efecto anti placa y también un efecto antibacteriano y son capaces de formar una capa protectora en el área de la restauración, lo que reduce la adherencia del biofilm dental en la superficie y por lo tanto limita la reproducción de bacterias (19). Las ventajas que nos ofrecen los giomeros son diversos y una de las más destacadas es su estética, ya que imitan de manera efectiva la luz y el brillo del esmalte dental de los dientes

adyacentes. Además, se indica que el color de este material se mantiene sin cambios después del fotocurado, lo que hace que, al finalizar la restauración, el resultado sea casi siempre muy similar a la tonalidad de los dientes. Además, son resistentes robustos y duraderos debido a su microestructura homogénea, lo que le confiere una alta resistencia a la flexión en cualquier área del diente a restaurar, incluyendo los giomeros fluidos. Poseen una gran resistencia al desgaste por fuerzas oclusales, compresión y cepillado. Además, el pulido de este material es más efectivo debido a sus pequeñas micropartículas, lo que resulta en una superficie más suave y con menor riesgo de acumulación de placa dental (20).

Estos giomeros de restauración pueden emplearse también como selladores de fisuras y fosetas, así como en restauraciones de clase I a IV, también en obturaciones en caso de abrasiones, obturaciones muy pequeñas y en tratamientos de dientes residuos. El procedimiento para llevar a cabo restauraciones con este material es idéntico y con los mismos protocolos que se emplea para todas las restauraciones con resinas compuestas sin ninguna excepción (20).

### **5.2.3 Propiedades de las Resina Compuestas.**

#### **a. Resistencia al Desgaste:**

Es la propiedad de la resina compuesta para resistir la pérdida de material en la superficie y también se caracterizan por su capacidad a la resistencia de la tracción y compresión, las cuales los hacen muy parecidos a los de la dentina, esta resistencia está relacionada con el porcentaje y tamaño de sus partículas de relleno a medida que se incrementa el porcentaje y el tamaño de dichas partículas, también se incrementa la resistencia a la tracción y compresión de las resinas (21).

#### **b. Coeficiente de Expansión Térmica:**

Es la tasa del cambio dimensional que existe por cada unidad de cambio en la temperatura, un coeficiente de expansión térmica bajo se relaciona directamente

con una mejor adaptación marginal. Estas resinas presentan tres veces más su coeficiente de expansión térmica, lo que los convierte en una buena opción dado que las restauraciones pueden estar expuestas a temperaturas que varían desde el 0° a los 60° centígrados (21).

**c. Módulo de Elasticidad:**

Propiedad que nos demuestra la rigidez del material, mientras mayor sea su módulo de elasticidad de este material, hará que este material sea más rígido, por el contrario, si el material tiene un módulo de elasticidad bajo esto hará que tenga mayor flexibilidad. En estas resinas compuestas dicha propiedad está vinculada al porcentaje y su tamaño de sus partículas de relleno, a mayor porcentaje y tamaño de sus partículas, mayor será su módulo elástico (21).

**d. Textura Superficial:**

Propiedad que se refiere a la uniformidad que se encuentra en la superficie del material restaurado. En estas resinas compuestas, la suavidad superficial principalmente relacionada con la cantidad, tamaño y tipo de las partículas de relleno, así como con la técnica adecuada de pulido y acabado, si la superficie queda rugosa puede favorecer la aparición y acumulación de placa bacteriana tanto blanda como dura y actuar como un agente irritante mecánico, es por eso que durante la fase del pulido de estas restauraciones, se consigue reducir la energía superficial eliminando la capa inhibida, una de las propiedades excelentes de las resinas compuestas con nanorelleno es que nos ofrecen un alto brillo superficial (21).

**e. Estabilidad Cromática:**

Es la capacidad que ofrece un material para resistir los cambios de color, se ha identificado 3 alteraciones cromáticas.

- **Pigmentaciones Externas:** asociadas a las características de la superficie dentaria, si existe un inapropiado pulido de las restauraciones, esto generara

la acumulación de placa y manchas en la superficie, sin embargo, estas acumulaciones y manchas pueden ser eliminados mediante una correcta y apropiada higiene oral.

- **Pigmentaciones Subsuperficiales:** estas pigmentaciones se originan degeneración de la superficie o por la leve impregnación o captación de sustancias que pigmentan en el material de la resina.
- **Pigmentaciones Intrínsecas:** estas pigmentaciones se producen por la fotoxidación de ciertos componentes químicos que se encuentran en la resina, en el polimerización existen amidas que son responsables de estas activaciones y también son estas mismas las causantes de estas variaciones de color y alteraciones cromáticas (22).

**f. Radiopacidad:**

Es necesario lograr un contraste radiográfico entre las resinas y la estructura dental para facilitar la detección de caries secundaria, de los contactos proximales, de las filtraciones marginales y de los desgastes en las superficies proximales de los tejidos dentales, por estas razones es que esta propiedad es especialmente relevante para todos los materiales que se usan en la restauración dental. La radiopacidad se consigue agregando elementos radiopacos en el material para que sean más visibles y para la respectiva diferenciación entre el resina y la estructura dental, tales como, iterbio e itrio, bario, estroncio, zinc y zirconio (23).

#### **5.2.4 Polimerización de las Resinas Compuestas.**

La polimerización es el resultado de la unión y repetición de múltiples monómeros, que pueden ser de la combinación de un solo tipo o de diferentes tipos de moléculas, todos los monómeros tienen al menos un carbono con un doble enlace y mediante el uso de sistemas de iniciación se convierten en copolímeros y polímeros, la polimerización se refiere a la transformación que se les da a los oligómeros y

monómeros para convertirlo en una matriz de polímeros, esta transformación se puede iniciar de muchas maneras generando radicales libres y estos a su vez inicien el proceso, en el momento que se polimerizan 2 o más monómeros distintos, el material resultante se denomina copolímeros, y sus propiedades físicas que adquieran dependerán no solo de los monómeros, sino también dependerá de la manera como están unidos entre sí, sin embargo estos sistemas de las resinas compuestas tendrán que atravesar por lo menos 3 importantes etapas para lograr su conversión de monómero a polímero (24).

#### a. **Iniciación y Activación:**

Para el comienzo de esta reacción se va a necesitar la activación de un agente que se descompone para generar un radical libre, esta molécula de radical libre va a alcanzar una fase energética bastante alto y de esta manera esta molécula pueda transferir este estado a otra molécula haciendo colisión, si un radical libre tiende a unirse con un carbono que contiene un doble enlace en el monómero, este formara un par con uno de los electrones de dicho enlace, lo que convertirá al otro electrón del carbono en un nuevo radical libre, permitiendo que la reacción continúe, el mecanismo de esta polimerización de las resinas compuestas se lleva a cabo mediante un proceso químico que consta de 4 maneras distintas.

- **Calor:** cuando exponemos al calor el peróxido de benzoilo esto genera que se separe y de esta manera se forman los radicales libres.
- **Química Auto Polimerización:** en este caso para separar el peróxido benzoico en radicales libres se utiliza las amidas terciaras quienes actuaran como donadores de electrones.
- **Luz UV:** cuando se irradia a 365 nm conseguimos iluminar el éter metilbenzoico, que se encuentra en una concentración del 0.2%, generando radicales libres sin necesidad de que actúen las amidas terciaras.

- **Por Luz Visible:** las longitudes de onda de luz que se encuentren entre los 420 y 470 nm estimula la camforquinona, que se encuentra en concentraciones de 0.03% a 0.1% o estimula a otra dicetona que lo emplea como iniciador, llevándolo a una etapa triple en este estado hará que interactúe con la amida terciara no aromática como el metacrilato de N,N-dimetilaminoetilo al 0.1% o menos, al ser estimulada la camforquinona reacciona con la amida terciara, dando inicio a la creación de radicales libres (24).

La activación por luz visible en estas resinas compuestas, no se necesitan los iniciadores químicos, la luz azul que emite energía radiante de 470nm hace que alcance una dicetona como la camforquinona, induciendo un estado triple de estimulación que provoca la división de esta molécula alifática que es una amida terciaria, la cual va a actuar como un agente de reducción resultando en la creación de 2 radicales reactivos (24).

Cuando se han agotado los agentes inhibidores los radicales libres se encuentran listos para reactivarse con las moléculas de los oligómeros o monómeros al producirse esta reacción se forma un radical monomérico que reacciona continuamente con las demás moléculas de monómeros, generando así una cadena de polímeros en crecimiento. A medida que avanza la polimerización las cadenas de polímeros adoptan diversas estructuras y a medida que los radicales libres se vuelven menos disponibles, la cantidad de enlaces de carbono doble reactivos disminuye gradualmente (24).

#### **b. Propagación:**

Se forman diferentes cadenas dependiendo de las propiedades de cada compuesto orgánico. Las que generan cadenas bastantes rígidas y con movilidad limitada son las moléculas del Bis-GMA, por otro lado, diluentes más flexibles como el TEDMA pueden doblarse y reaccionar, dado que la mayoría de las moléculas de Bis-GMA ya se encuentran unidas. Estos diluentes reaccionan posteriormente para favorecer las uniones inter e intra-cadenas de los enlaces dobles de carbono, lo que resulta en un entrelazado que aumenta la densidad de

la masa resultante. De tal manera es así que la matriz de resina que se forma durante la polimerización no es totalmente homogénea (24).

### c. Terminación:

Momento exacto en que 2 radicales se unen dando lugar a la unión intermolecular, que puede resultar en una cadena larga o en la formación de 2 cadenas totalmente individuales, una de las cuales tiene una unión doble mientras que la otra es saturada, en las resinas compuestas lo que se quiere es que se forme la primera mientras que la última se denomina terminación desproporcionada (24).

#### 5.2.5 Resina Compuesta Beautifil II de Shofu:

La resina compuesta Beautifil II es un giomero que tiene como matriz orgánica el Bis-GMA, y TEGDMA, y la matriz inorgánica está diseñado con la tecnología S-PRG (ionómero de vidrio pre-accionado) su relleno inorgánico este compuesto por micro partículas de vidrio pre-accionadas. Al componer la reacción en su desarrollo de fabricación, se obtiene una fase estable de ionómero de vidrio en toda la superficie de sus partículas de vidrio, con esto se consigue evitar cualquier reacción posterior en el medio bucal (absorción de agua) sus rellenos S-PRG le dan características especiales al composite, como el efecto anti placa y la recarga de liberación de flúor, sin incumbir en sus propiedades físicas. Beautifil II atrae por su aspecto estético y a esto añadido un magnífico equilibrio de color, además por las grandiosas propiedades de manipulación y por impedir la aparición de la placa bacteriana, y gracias a su alto porcentaje de relleno bioactivo S-PRG que contiene esta resina el cual se encuentra en las categorías de los Giomeros, tiene la ventaja de liberar flúor en las concentraciones necesarias para el medio bucal. Sus propiedades de difusión y transmisión de luz en las piezas dentales cuentan con la tecnología de relleno, el cual nos permite unas restauraciones totalmente mimetizadas con el color natural del diente. Este resina nos ofrece un material de relleno muy similar a la estructura del esmalte haciéndolo muy tolerante con su antagonista, es por estos motivos que esta resina brinda todos los cuidados necesarios para los dientes posteriores así como también para los anteriores (19).

### 5.2.6 Propiedades de Color:

La percepción del color y sus características cambian constantemente esto depende si el objeto coloreado se ve a través de un material transparente o translucido o si presenta opalescencia o fluorescencia. Además, las superficies con diferentes texturas y niveles de pulido también afectan la manera en que se percibe el color, como el color no es una magnitud física, solo se puede percibir mediante sus propiedades: valor, matiz y croma (25).

- **Valor:**

Propiedad que diferencia los colores claros de los colores oscuros y a esto se le denomina brillo o luminosidad, es por eso que el blanco tendrá un mayor nivel de brillo, mientras que el color negro vendrá a ser su contraparte, entre estos 2 extremos encontraremos una gran variedad de grises cuyo valor se determinará por la proporción de su mezcla en ellos, un color más gris tendrá un valor mucho menor, mientras que un color que se acerque más al blanco este será más brillante reflejando así más luz y teniendo un mayor valor. La luminosidad de un color se tiene que evaluar en relación con una cuantiosa gama de tonalidades en grises que van desde el blanco hasta el negro (25).

- **Matiz:**

Se refiere a un rango de longitudes de onda en la dispersión de la luz blanca a esto se le conoce como la tonalidad o tinte, los colores principales son el anaranjado, rojo, verde, amarillo, violeta, índigo y azul, a menudo esto se confunde con el concepto del color, los tonos primarios que no se obtienen mediante la mezcla de otros colores son: el verde, el rojo y el azul, pero al combinarlos de manera adecuada se pueden reproducir una infinidad de tonos presentes en la naturaleza (25).

- **Croma:**

Se refiere a la intensidad y saturación de un determinado tono la integridad de

un tono indica cuan vibrante o pálido es, además se puede determinar por la cantidad de gris que se encuentra en un color a mayor proporción de gris en el color menor será la saturación del croma en ese color (25).

### 5.2.7 Registro del Color.

#### a. Método Visual:

El método visual es uno de los más empleados actualmente entre los profesionales de la Odontología, consiste en comparar el color del diente con colorímetros específicos que se comercializan. Sin embargo esta tarea es bastante compleja debido a las diferentes interpretaciones que puede tener el observador y a la iluminación del entorno en el que se lleva a cabo la evaluación, esto puede generar inconsistencia en la comparación entre la guía y las observaciones de un mismo odontólogo y de otros (26).

- **Guías de Color:**

- **VITA Classical:** La VITA Classical fue creada en el año 1956 y desde entonces se ha empleado mayormente en las investigaciones relacionados a los blanqueamientos y coloraciones de los dientes, actualmente existe una gran variedad de resinas que se corresponden con esta guía, está compuesto por dieciséis tonos de color organizados en grupos de 4 y organizados por letras mayúsculas de la siguiente manera, la letra A se encuentra el marrón-rojizo, en la letra B se encuentra el amarillo-rojizo, en la letra C se encuentra el gris y en la letra D se encuentra el gris-rojizo, cada grupo tiene una escala de saturación del 1 hasta el 4 (27).
- **VITA SYSTEM 3D-MASTER®:** esta guía nos ayuda a identificar y representar de manera exhaustiva y confiable la mayoría de los colores de los dientes naturales consta de 30 láminas que se agrupan del cero al cinco según su claridad, las láminas se encuentran organizadas de manera vertical por intensidad cromática creciente y de manera horizontal según su tonalidad, amarillo, medio y rojizo (27).

**b. Método Instrumental:**

En vista que existen diversos factores que pueden afectar ya sea la fatiga visual o también la iluminación en la toma de color por parte del Odontólogo, se han comenzado a utilizar instrumentos digitales, como cámaras espectrofotómetros y cámaras digitales para medir el color del diente, con la ayuda de estos dispositivos se obtendrán colores exactos y en 3 dimensiones, ya que estos dispositivos digitales son realmente muy precisos y con resultados bastante confiables, facilitando la evaluación visual, sin embargo debido a su alto costo actualmente su uso es muy limitado (27).

- **El Espectrofotómetro Easyshade®**

Este instrumento es uno de los más usados en este tipo de estudios donde se tiene que medir el color. Este instrumento está equipado con una punta de fibra óptica circular con un diámetro de 5mm, que debe tener contacto directo con el diente o material cuya tonalidad se desea medir. Con estos dispositivos digitales el color se expresa en el espacio CIEL\*a\*b\*, proporcionando especificaciones en tres dimensiones, además de los sistemas Vita Classical (A1-D4) y Vita 3D-Master. El Espectrofotómetro Easyshade® es altamente confiable, presentando un margen de error mínimo en las mediciones. Cuenta con un innovador software y combinado con la red neural VITA vBrain, asegura una determinación precisa del color dental en los sistemas cromáticos ampliamente reconocidos,

**5.2.8 Pigmentación:**

La pigmentación en las resinas compuestas puede ser ocasionada por diversos factores y las causas pueden ser tanto intrínsecos y también pueden extrínsecos.

**a. Pigmentaciones Intrínsecas:**

Se originan dentro de las estructuras dentales debido a diversas enfermedades metabólicas o también por factores sistémicos, dentro de ellas tenemos a la

“Hipoplasia del Esmalte” y la “Dentinogénesis Imperfecta” estas condiciones se producen durante el proceso de formación de los dientes, aunque también pueden presentarse en dientes ya desarrollados como en casos de la pérdida del esmalte y también en la fluorosis (28).

#### **b. Pigmentaciones Extrínsecas:**

Estas pigmentaciones se originan en el exterior o fuera de las estructuras dentales esto generalmente a causa de diversas sustancias que generan pigmentación, dichas sustancias tienden a adherirse a las estructuras del diente a través de la película adquirida. Existen pigmentaciones temporales las cuales se pueden eliminar haciendo uso de una buena técnica de cepillado pero hay otras que son permanentes y que generalmente son causadas por el consumo de alimentos y bebidas pigmentantes como los refrescos el café y el vino, el tabaco también causa pigmentaciones y el más importante es por la caries dental, las resinas no son ajenas a esta pigmentación ya que gracias a la absorción de líquidos es que consiguen pigmentarse, por ejemplo la coca cola, el vino y el café son las bebidas que tienden a pigmentar a los materiales restauradores (28).

#### **5.2.9 Capa Inhibida de Oxígeno:**

Tras la polimerización de los radicales libres de la resina compuesta se inicia la solidificación de los monómeros bifuncionales existentes en la resina tales como el Bis-GMA y el TEGDMA. Sin embargo esta reacción se ve significativamente inhibida por la presencia de radicales libres, en este caso el oxígeno, lo que provoca la formación de una capa superficial que está parcialmente polimerizada en la parte de la resina expuesta al oxígeno del aire, esta capa viscosa y pegajosa es común en resinas recién polimerizadas y se forma debido a la oxidación de los radicales en compuestos estables denominados peróxidos, y estos presentan una disminuida reactividad hacia los monómeros en sí.

El grosor de la capa inhibida que se forma puede tener distintos espesores y van desde uno cuantos micrones cuando las resinas compuestas son polimerizadas mediante la luz visible y estos miden alrededor de 2.5 micrones, y las que se polimerizan químicamente miden alrededor de 50 micrones, por tal motivo es que

después de una restauración con resina compuesta se debe seguir con el procedimiento de pulido, ya que esto nos permitirá eliminar la capa superficial afectada por el oxígeno en la restauración, no obstante, las características de esta capa inhibida por el oxígeno son muy beneficiosas cuando se utiliza la técnica por incremento, o la estratificada, en estos casos la capa inhibida puede funcionar como un fuerte agente de unión entre capa y capa de la resina compuesta, gracias a los grupos monoméricos libres presentes (29).

### 5.3 Bebidas Pigmentantes

- **Café**

El café es una de las bebidas con mayor capacidad pigmentante sobre las resinas compuestas, esto se debe principalmente a sus Colorantes amarillos las cuales tienen afinidad por la matriz orgánica de las resinas, especialmente aquellas que contienen monómeros como Bis-GMA, UDMA o TEGDMA, también contiene Cafeína y otros compuestos fenólicos, y estos compuestos pueden contribuir a la adsorción y absorción de los pigmentos en la superficie y estructura interna de la resina, también contiene taninos que, junto con otros pigmentos naturales como las catequinas y flavonoides, pueden adherirse al esmalte dental y a las resinas compuestas, provocando manchas y decoloración en la superficie de los dientes, la interacción de estos componentes con la matriz de la resina resulta en una notable decoloración, afectando tanto la superficie como la estructura interna del material restaurador, su **pH** del café se encuentra generalmente entre 4.85 y 5.10, lo que lo clasifica como una bebida moderadamente ácida, la acidez del café puede aumentar la porosidad superficial de las resinas compuestas, facilitando la absorción de pigmentos y, por ende, la decoloración del material restaurador (30).

- **Coca-Cola**

Aunque la Coca-Cola es una bebida oscura, su capacidad para pigmentar resinas compuestas es menor en comparación con el café y el vino. Esto se

debe a principalmente a su bajo contenido de colorantes amarillos, la Coca-Cola contiene colorantes como el caramelo que se obtiene mediante la caramelización de los azúcares, Aunque el colorante caramelo tiene una menor capacidad de penetración en comparación con las antocianinas o melanoidinas, su presencia puede causar una pigmentación superficial en las resinas compuestas, pero en menor concentración que los pigmentos presentes en el café o el vino, sin embargo, estudios han demostrado que la Coca-Cola no presenta una pigmentación significativa o que genere daños en la integridad de la superficie de las resinas compuestas, tiene un **pH** aproximadamente de 2.5, lo que la convierte en una bebida altamente ácida. Su alta acidez puede erosionar la superficie de las resinas compuestas, aumentando su rugosidad y susceptibilidad a la pigmentación por otras sustancias (30).

- **Vino.**

El vino, especialmente el tinto, es altamente pigmentante debido a la acidez del vino tinto, junto con sus pigmentos naturales, puede penetrar la matriz orgánica de las resinas compuestas, causando una notable decoloración, uno de los principales agentes es el ácido tartárico, este ácido, presente en mayor cantidad que el ácido málico en el vino, tiene la capacidad de penetrar la matriz orgánica de la resina, causando pigmentación, y con la presencia de alcohol en el vino puede aumentar la permeabilidad de la resina, facilitando la absorción de pigmentos, por otro lado se encuentran los pigmentos oscuros y menos translúcidos del vino tinto que también contribuyen significativamente a la decoloración de las resinas compuestas, El vino tinto es rico en taninos y otros pigmentos naturales que pueden penetrar la matriz orgánica de las resinas compuestas, causando una notable decoloración, todos estos componentes hacen que el vino tinto sea una de las bebidas con mayor capacidad para pigmentar materiales restaurativos dentales, su **pH** Varía entre 3.3 y 3.6, lo que lo convierte en moderadamente ácido pero esto irá dependiendo del tipo de uva y proceso de elaboración (30).

#### 5.4 Antecedentes Investigativos:

**Título:** ¿Es posible blanquear en profundidad los composites dentales descoloridos?

**Autor:** Luca Giachetti, Daniele Scaminaci Russo, Michele Nieri y Francesca Cinelli.

**Fuente:** <https://rde.ac/DOIx.php?id=10.5395/rde.2024.49.e23>

**Resumen:**

Esta investigación in-vitro tuvo como finalidad evaluar la efectividad de un sistema blanqueador en resina compuesta que había sido sometida previamente a pigmentación, analizando en particular la profundidad de la acción blanqueadora dentro de la estructura del material.

Se usó una resina compuesta comercial de nano-relleno. Las muestras fueron sometidas a tinción con una solución de café y se aplicó un gel de peróxido de carbanita al 10% como agente blanqueador. Para evaluar la penetración del pigmento y el efecto del gel blanqueador, se midió el color (valores CieLab) comenzando del borde exterior hasta el interior de las muestras. Se midió en 14 puntos en total, empezando de 0.1mm del borde externo y llegando hasta 3.0mmn. Los resultados de los análisis de varianza revelaron diferencias estadísticamente importantes con el grupo control, el de pigmentación y el de blanqueamiento. El agente aclarador demostró ser efectivo hasta una profundidad de 1.5mm y los valores del índice de aclaramiento no mostraron diferencias estadísticamente significativas en comparación con el grupo control hasta 0.5mm de profundidad.

**Conclusiones:** los agente blanqueadores aplicados a las resinas compuestas de nano-relleno que habían sido pigmentados parecen ser efectivos para restaurar el índice de blancura a niveles cercanos a los originales, especialmente en las capas más superficiales de las muestras (31).

**Título:** “cambios microscópicos y de color en resinas compuestas para restauración dental directa tras inmersión en bebidas: caracterización mediante microscopia electrónica de barrido (SEM) y espectroscopia de rayos X por energía dispersa (EDS)”

**Autor:** Gianluca Gambarini

**Fuentes:** <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC11351510/>

**Resumen:**

El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto a la pigmentación de la superficie de las resinas compuestas (Kerr, Bolzano, Italia), (Herculite Ultra XRV), (GC Corp, Tokio, Japon), (G-enail A'CHORD) y (Omnichroma, Yamaguchi, Japon) los cuales fueron expuestos a las bebidas más comunes el vino tinto, café y coca cola, durante 10 días en un total de 60 muestras que se prepararon en forma de discos. La evaluación de color se hizo utilizando un espectrofotómetro mientras que la morfología de la superficie y la composición elemental se evaluaron con SEM y EDS los cuales mostraron cambios significativos después de ser sumergidos en las bebidas, la coca cola mostro un mayor grado de variación tanto superficial y elemental a comparación de los demás. Se encontró que la coca cola tuvo más cambios de color en la resina Herculite Ultra XRV en comparación que el vino tinto y el café, en esta circunstancia se comprobó que las bebidas investigadas afectaron cuantiosamente la condición superficial de la resina y como también la composición química de dichas resinas.

**Conclusión:** en esta investigación se evidencio que las bebidas avaluadas afectaron significativamente el estado superficial y el color de los materiales compuestos dentales. Los análisis SEM y EDS mostraron alteraciones notables en la morfología de la superficie y en la composición elemental, lo que pone de relieve la vulnerabilidad de estos materiales a las propiedades acidas y colorantes de las bebidas, además, se registraron cambios de color significativos, lo que sugiere el grado en que estas bebidas pueden modificar la apariencia estética de los compuestos dentales (32).

**Título:** “efecto del blanqueamiento dental sobre resina compuesta pigmentada”

**Autor:** Gonzales Milla, Andy Rodrigo

**Fuente:**

[https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/7128/UNFV\\_FO\\_Gonzales\\_Milla\\_Andy\\_Rodrigo\\_Titulo\\_profesional\\_2023.pdf?sequence=1](https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/7128/UNFV_FO_Gonzales_Milla_Andy_Rodrigo_Titulo_profesional_2023.pdf?sequence=1)

**Resumen:**

Se comparó la variación de color en discos de resina nanohíbrida y microhíbrida que fueron pigmentados y posteriormente tratados par su aclaramiento, este estudio fue experimental, prospectivo, longitudinal y comparativo, se utilizaron 50 discos de resina, 25 de cada tipo con un diámetro de 8mm y altura de 2mm. Cada disco fue pulido en una sola cara con discos Sof-Lex y sumergidos en agua destilada durante un día y una noche a 37°C. Luego, se dividieron en 10 discos para vino, 10 para café y 5 para el grupo control. Finalmente, los grupos de vino y café se subdividieron en otros 2 grupos de 5 para aplicar tratamiento de aclaramiento con Peróxido de Hidrogeno y peróxido de carbanita. Resultados: los datos fueron recopilados y analizados utilizando las pruebas de Levene, ANOVA y Turkey, con un nivel de confianza del 95%. Los resultados mostraron que ambas resinas eran susceptibles a la variación de color al ser expuestos a estas sustancias, siendo la resina nanohíbrida (Filtek Z250XT) más susceptible que la resina microhíbrida (Polofil Supra), con una diferencia significativa. Además, se observó que el vino fue la sustancia que causó mayor variación de color, y el tratamiento de aclaramiento no logró restaurar ningún grupo a un tono clínicamente aceptable.

**Conclusión:** la resina que presento menor variación de color fue la microhíbrida (Polofil Supra), después de quince días de pigmentación y los tratamientos aclaradores posteriores (33).

**Título:** “Alteraciones del color en 5 resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas”.

**Autor:** Dario Sosa, Victro Setien y Jhon Rangel.

**Fuente:**

[https://www.researchgate.net/publication/327980091\\_Alteraciones\\_del\\_color\\_en\\_5\\_resinas\\_compuestas\\_para\\_el\\_sector\\_posterior\\_pulidas\\_y\\_expuestas\\_a\\_diferentes\\_bebidas](https://www.researchgate.net/publication/327980091_Alteraciones_del_color_en_5_resinas_compuestas_para_el_sector_posterior_pulidas_y_expuestas_a_diferentes_bebidas)

**Resumen:**

Dada la amplia variedad de marcas y colores de resinas compuestas, los profesionales buscan constantemente resinas con mejores propiedades para prevenir alteraciones del color por agentes pigmentarios como el café, vino tinto y coca cola. Existe una necesidad de materiales restauradores que imiten la naturalidad y el color del tejido dental para ser prácticamente imperceptibles, lo que hace urgente estudiar las variaciones de color en resinas compuestas para el sector posterior como, Tetric Ceram HB, Filtek P90 Z350, Filtek Z250 y Brillant NG.

**Materiales y métodos:** este estudio fue descriptivo y de diseño experimental. Se recolectaron datos utilizando un instrumento de observación basado en la guía Vita de escala de valores. Los resultados fueron analizados mediante estadísticas descriptivas, un análisis multifactorial de la varianza y un test de comparación múltiple.

**Resultados:** el vino y el café fueron las sustancias que más alteraron el color de las resinas estudiadas. La coca cola fue la que menos pigmento a excepción de la resina Filtek Z250 y la resina Filtek P90 mostro mayor resistencia a la pigmentación.

**Conclusión:** la mayoría de las resinas analizadas presentaron alteraciones de color al ser sumergidas en las bebidas (34).

**Título:** “Comparación de la estabilidad cromática de tres resinas compuestas expuestas a tres bebidas pigmentantes in-vitro”.

**Autor:** Ticona Sánchez, Elián Melchor Laura, Danya Jacqueline.

**Fuente:** <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/15444>

**Resumen:**

Objetivo: comparar la estabilidad cromática de tres resinas compuestas al ser expuestas a diferentes bebidas pigmentantes in-vitro.

**Materiales y método:** se utilizó un enfoque científico de tipo aplicado y nivel explicativo, con un diseño experimental longitudinal y prospectivo. La población consistió en 33 discos de resina compuesta de las marcas Tetric Ceram, 3M Z250 y 3M Z350 XT, cuyos datos fueron registrados en una hoja de recolección.

Resultados: el estudio mostro cambios significativos en los valores de luminosidad (L), cromaticidad (C) y matiz (H) de las resinas compuestas tras diferentes periodos de inmersión. El primer día, se observa reducciones en los valores promedio de L, C y H, lo que indica una alteración inicial del color. A los 7 días estos valores continuaron disminuyendo, sugiriendo un mayor impacto en el color. Sin embargo, a los 14 días, los valores de L, C y H mostraron una tendencia a estabilizarse, aunque seguían siendo inferiores a los valores iniciales.

**Conclusión:** se avaluó el efecto de diversas bebidas pigmentantes sobre la estabilidad cromática de tres resinas compuestas tras 14 días de inmersión in-vitro. En la dimensión de luminosidad, se encontraron diferencias significativas entre Tetric Ceram y 3M Z250, con un p-valor de 0.015. no se observaron diferencias significativas en la dimensión de cromaticidad, mientras que en la dimensión de matiz se identificaron diferencias significativas entre Tetric Ceram y 3M Z250, con un p-valor de 0.048 (35).

## 6. HIPÓTESIS

Dado que la aplicación de peróxido de hidrogeno en gel al 35% tiene buenos efectos aclaradores en el sustrato dental y de diversos materiales odontológicos.

Es probable que su aplicación sobre la resina compuesta modificado con ionómero de vidrio Beautifil II de Shofu pigmentada con diferentes sustancias tenga un efecto positivo en su preservación estética, específicamente en el color.

### ○ **Hipótesis Alterna**

El peróxido de hidrogeno en gel al 35% si tiene efecto en el color de la resina compuesta modificada con ionómero de vidrio Beautifil II de Shofu Pigmentada.

### ○ **Hipótesis Nula**

El peróxido de hidrogeno en gel al 35% no tiene ningún efecto en el color de la resina compuesta modificado con ionómero de vidrio Beautifil II de Shofu Pigmentada.



**CAPÍTULO II**  
**PLANTEAMIENTO OPERACIONAL**

## TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES DE VERIFICACIÓN

### 1. Diseño Metodológico.

Se empleó el método, de observación laboratorial experimental, in vitro, comparativo y se recolectó los datos de las variables del antes y después de utilizar los estímulos (36).

### 2. Muestra

- **Adquisición de los bloques de resina compuesta**

Se empleó una matriz calibrada de 3 pulgadas x 2mm de grosor y 8mm de diámetro para la fabricación de los discos de resina compuesta (36). En total, se crearon 30 muestras: de la resina compuesta modificada con ionómero de vidrio Beautifil II de Shofu en color Esmalte A2. Estos discos se organizaron en 3 subgrupos de 08 y un grupo de 06 según su propósito.

**FIGURA 1.** Matriz de acero inoxidable de 3" x 8mm x 2mm



- **Grupos Experimentales**

- **Grupo 1:** El grupo de café negro, se le asignó al azar ocho unidades de estudio a la bebida café negro
- **Grupo 2:** El grupo vino tinto, se le asignó al azar ocho unidades de estudio a la bebida vino tinto
- **Grupo 3:** El grupo coca cola, se le asignó al azar ocho unidades de estudio a la bebida coca cola.
- **Grupo 4:** El Grupo control, se le asignó al azar seis unidades de estudio al agua destilada.

### 3. Tabla de Variables

Tabla 1. Operacionalización de variables.

VARIABLES	INDICADORES	VALORES
<b>Independiente:</b>  Tratamiento con Peróxido de Hidrogeno en gel al 35%	- Peróxido de Hidrogeno en gel al 35%	
<b>Dependiente:</b>  Pigmentación de una resina compuesta modificada con ionómero de vidrio Beautiful II de Shofu	- Café	- $\Delta E^* < 1$ : cambios de color indetectables para el ojo del ser humano.  - $\Delta E^* < 3,3$ : cambios de color clínicamente aceptables.  - $\Delta E^* > 3,3$ : cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la resina por mala estética.
	- Coca Cola	- $\Delta E^* < 1$ : cambios de color indetectables para el ojo del ser humano.  - $\Delta E^* < 3,3$ : cambios de color clínicamente aceptables.  - $\Delta E^* > 3,3$ : cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la resina por mala estética.
	- Vino tinto	- $\Delta E^* < 1$ : cambios de color indetectables para el ojo del ser humano.  - $\Delta E^* < 3,3$ : cambios de color clínicamente aceptables.  - $\Delta E^* > 3,3$ : cambios de color clínicamente inaceptables que obligan a sustituir la resina por mala estética.

#### 4. Técnicas y Procedimientos

- **Elaboración de las modelos de estudio**

**PRIMERO.** Se fabricaron 30 discos de la resina compuesta modificada con ionómero de vidrio Beautifil II de Shofu, en primer lugar, se colocó una cinta celuloide sobre una platina de vidrio de 8x8cm, seguida de la matriz de metal. La resina se colocó en la matriz utilizando una técnica incremental con una espátula para resina OSUNG. Una vez que la matriz este llena, cubrimos con otra cinta celuloide y una lámina de vidrio, presionando para obtener una superficie uniforme. Los excedentes de resina se eliminaron con la espátula, con cuidado, y se retira la lámina de vidrio (36).

**SEGUNDO.** Se aplicó desde arriba la foto polimerización con una lámpara LED Valo con una intensidad de 1000 mW/cm<sup>2</sup> el tiempo de curado fue de 40 segundos según los hallazgos en la literatura, que sugieren que esta duración garantiza la foto polimerización completa de los compuestos manteniendo una distancia de aproximadamente 1mm, una vez finalizado la polimerización finalmente los cuerpos de resina se extrajeron de la matriz metálica (37).

**TERCERO.** Una de las capas de los discos fue pulido con discos de pulido Rubber Polisher – Spiral Flex durante un periodo de 60 segundos a baja velocidad, con presión leve, para asegurar la estandarización (38).

**CUARTO.** Se almacenaron en Placas Petri etiquetados según su grupo y con la marca de la resina, se sumergió en agua destilada a temperatura ambiente durante 24 horas antes del inicio del experimento (36).

**QUINTO.** Para estudiar las variaciones de color provocadas por diferentes bebidas, se sumergieron las muestras de la resina compuesta modificada con ionómero de vidrio, en café (un grupo de 08 discos), vino tinto (un grupo de 08 discos) y coca cola (un grupo de 08 discos), se incluyó un grupo control (06 discos). Todas las muestras se mantuvieron en una estufa a 37° C en un lapso de 14 días y los agentes de tinción se reemplazaron diariamente para prevenir la contaminación por levaduras o bacterianas. Los discos se sumergieron en café negro preparado con 5 gramos de café en 50

mililitros de agua hervida de la marca Nescafe, la otra bebida es el vino tinto (Casillero del Diablo) y la coca cola, en estas bebidas estuvieron expuestos durante 20 minutos cada día durante el periodo de 14 días consecutivos. Después de cada inmersión, las muestras se almacenaron en un ambiente húmedo en la estufa a 37°C durante el resto del ciclo de 24 horas, imitando así el entorno oral, que es típicamente húmedo. Para mantener esta humedad se colocaron las muestras en Placas Petri sellados con un poco de agua destilada. Las muestras del grupo de control se mantuvieron en condiciones húmedas similares a las de los grupos experimentales, pero sin sumergirse en ninguna bebida (36).

**SEXTO.** La medición del color inicial fue a las 24 horas después de la fabricación, a los 7 días, y el último a los 14 días se realizó en los laboratorios de la Universidad Católica de Santa María. Se utilizó el espectrofotómetro VITA Easyshade® que fue cargado y calibrado de acuerdo a las especificaciones del fabricante.

El investigador tomó las mediciones tras haber sido entrenado por un especialista en el uso del equipo y este procedimiento fue monitoreado en todo momento por el especialista. Se coloca la punta de lectura del espectrofotómetro sobre la muestra de la resina compuesta modificada con ionómero de vidrio de manera que queda nivelado, mientras se mantiene la punta en contacto con la muestra, se presiona el botón de medición. Se sostiene la punta en su lugar hasta que suenan 2 tonos consecutivos indicando que el proceso ha concluido.

- **Aplicación del aclaramiento Clínico.**

Para aplicar el agente aclarador a base de peróxido de hidrogeno en gel al 35% (Whiteness Hp) se llevaron a cabo 3 sesiones de aclaramiento con un intervalo de siete días entre cada una. En cada sesión, se realizó una aplicación del agente aclarador durante 20 minutos cada una, lo que resultó en un total de tres aplicaciones a lo largo del experimento. En cada aplicación, el gel aclarador primero se retira, para luego ser limpiados con gasa y agua destilada (39).

Cada muestra recibió 2 exposiciones de luz de 20 segundos cada una, se utilizó una lámpara led Valo de curado con una potencia de aproximadamente 1000 mW/cm<sup>2</sup> se siguió las recomendaciones del fabricante para optimizar el proceso, al finalizar cada

sesión, las muestras se lavaron con agua destilada y se sumergieron en agua destilada, manteniéndose en una estufa a 37°C hasta la siguiente sesión, se cambió el agua destilada diariamente (39).

- **Medición del color.**

Se registro el color en seis tiempos:

- A las 24 horas de haber fabricado los discos de las muestras.
- Después de 07 días de sumergir en las bebidas pigmentantes.
- Después de 14 días de sumergir en las bebidas pigmentantes.
- Después del primer blanqueamiento con peróxido de hidrogeno en gel al 35%
- Después del segundo blanqueamiento con peróxido de hidrogeno en gel al 35%
- Después del tercer blanqueamiento con peróxido de hidrogeno en gel al 35%

**FIGURA 2.** Línea del tiempo de pigmentación y aplicación del aclaramiento



## 5. Plan de Análisis

El análisis estadístico se realizó utilizando el software Jamovi (versión 2.3.18.0, Melbourne, Australia). La normalidad de los datos fue evaluada previamente mediante la prueba de Shapiro-Wilk para cada lectura. Los datos de estabilidad de color y rugosidad obtenidos entre los diferentes grupos se analizaron mediante la prueba no paramétrica de ANOVA de un factor para muestras independientes, seguida de una prueba post-hoc de Tukey. Para las comparaciones intragrupal, según cada bebida, se aplicó un ANOVA de medidas repetidas con prueba post-hoc de Tukey. Se consideró un nivel de significancia del 5 % para todos los análisis.

## 6. Consideraciones Éticas

La presente investigación no requirió aprobación por parte de un comité de ética, dado que se desarrolló exclusivamente con materiales odontológicos y no involucró la manipulación de muestras biológicas. Asimismo, la actividad experimental no supuso riesgos para los investigadores involucrados. No obstante, se observó de manera estricta el cumplimiento de las normas de bioseguridad establecidas para el trabajo en laboratorio, incluyendo el uso obligatorio de equipo de protección personal: guantes, mascarilla, bata de laboratorio, gorro quirúrgico desechable y gafas de seguridad, con el objetivo de salvaguardar la integridad del equipo de trabajo.

## 7. Recursos

La presente investigación fue financiada por el proyecto *"Caracterización de Resinas Compuestas Dentales de Última Generación: Resistencia al Desgaste y Pigmentación"*, bajo responsabilidad de la Dra. Gabriela Castro Núñez, el cual cuenta con un fondo interno otorgado por el Vicerrectorado de Investigación. Este financiamiento permitió el acceso a los recursos necesarios para su ejecución.

A continuación, se presenta una tabla con el presupuesto asignado:

Tabla 2. Presupuesto asignado

INSTRUMENTOS Y MATERIALES	COSTO
Resina Compuesta Beautifil II de Shofu	S/300.00
Matriz de metal de 3" x 2mm x 8mm	S/100.00
Café, Vino Tinto y Coca-Cola	S/210.00
Espectrofotómetro Easyshade®	S/10,000.00
Lámpara led Valo	S/10,000.00
Materiales de escritorio (lapiceros, papelería, entre otros)	S/150.00
Material para la preparación de muestras (Platinas de vidrio, cinta celuloide, placas Petri, EPPs, entre otros)	S/200.00
Peróxido de hidrogeno al 35%	S/145.00
Estufa	S/3,000.00
<b>TOTAL</b>	<b>S/ 24,105.00</b>

## 8. Cronograma

Tabla 3. Cronograma

Tiempo	2024								2025																							
	Nov.				Dic.				Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo							
Actividades	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Aprobación del Proyecto	■	■	■																													
Procedimientos Metodológicos				■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
Recolección de Datos																	■	■	■	■	■	■										
Estructuración de datos																						■	■									
Informe Final																									■	■	■					



## **CAPÍTULO III**

# **RESULTADOS**

## 1. RESULTADOS

Los resultados obtenidos revelan que las bebidas pigmentantes evaluadas - café, Coca-Cola y vino tinto - tuvieron un impacto significativo sobre la estabilidad del color de la resina Beautifil II - Shofu, superando el umbral clínicamente aceptable de cambio cromático ( $\Delta E^* > 3.3$ ) ya desde la primera semana de exposición ( $\Delta E_7$ ) y manteniéndose hasta el día 14 ( $\Delta E_{14}$ ). Entre ellas, el café y el vino tinto fueron los agentes que causaron las mayores alteraciones en el color de la resina ( $p < 0.05$ ), mientras que la Coca-Cola generó un cambio perceptible, pero de menor magnitud y comparable al del grupo control (agua destilada) ( $p > 0.05$ ).

Tras la primera aplicación del aclaramiento con peróxido de hidrógeno en gel al 35% ( $\Delta EB_1$ ), se observó una mejora significativa en la estabilidad del color para todos los grupos previamente expuestos a agentes pigmentantes ( $p < 0.05$ ). Esta mejora se mantuvo sin variaciones relevantes en los tratamientos posteriores ( $\Delta EB_2$  y  $\Delta EB_3$ ) ( $p > 0.05$ ). En particular, el grupo expuesto a Coca-Cola alcanzó valores de estabilidad de color clínicamente aceptables ( $\Delta E^* < 3.3$ ) durante las sesiones de aclaramiento, especialmente a partir del segundo ciclo.

En contraste, el grupo control no presentó alteraciones significativas a lo largo del experimento. Aunque se evidenciaron ligeras mejoras tras la aplicación del agente aclarador, estas no fueron estadísticamente significativas ( $p > 0.05$ ). Los valores detallados de cada punto de medición ( $\Delta E_7$ ,  $\Delta E_{14}$ ,  $\Delta EB_1$ ,  $\Delta EB_2$  y  $\Delta EB_3$ ) se presentan en la Tabla 4.

Además, el análisis comparativo de cada toma de color reafirma el patrón observado: mientras que el café y el vino tinto provocaron alteraciones marcadas ( $p < 0.05$ ), la Coca-Cola mostró un comportamiento similar al del agua destilada ( $p > 0.05$ ). Cabe destacar que, tras el tratamiento aclarador, el café fue la sustancia pigmentante que más se acercó al grupo control en términos de estabilidad de color, lo que sugiere una mayor susceptibilidad del pigmento del vino tinto a permanecer adherido a la resina.

Estos hallazgos permiten anticipar que la composición química de cada bebida pigmentante influye de forma diferencial en la alteración cromática de las resinas compuestas, y que el tratamiento con peróxido de hidrógeno podría revertir parcialmente estos efectos,

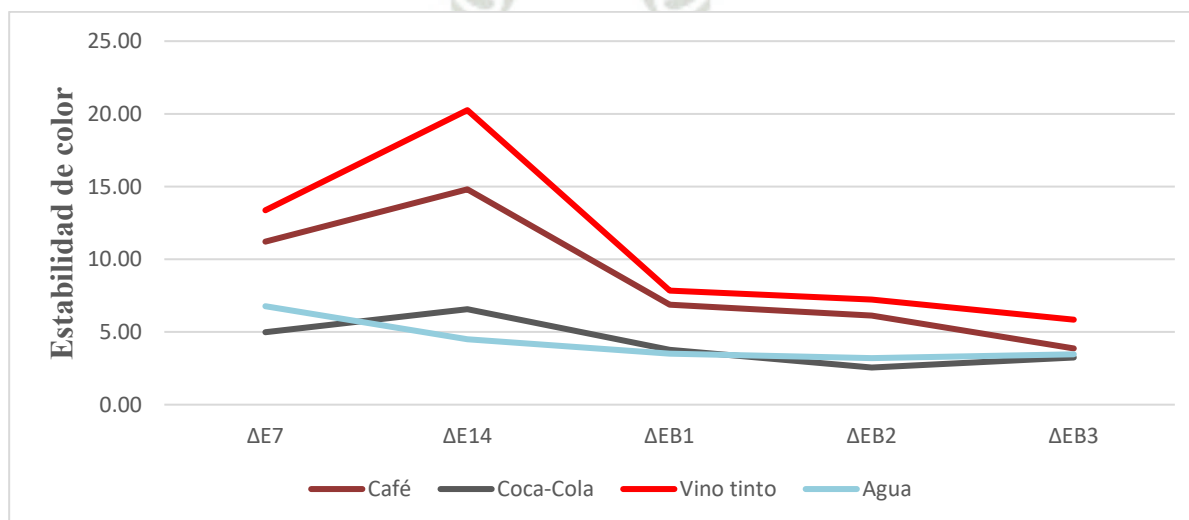
dependiendo de la sustancia involucrada. La Figura 3 muestra la evolución gráfica del cambio de color en función del agente pigmentante y los tiempos de exposición y tratamiento.

Tabla 4. Resultado general. Media y desviación estándar de los valores de cambio de estabilidad de color de la resina evaluada, en función del agente pigmentante y los tiempos de exposición y tratamiento.

Bebida	$\Delta E7$	$\Delta E14$	$\Delta EB1$	$\Delta EB2$	$\Delta EB3$
<b>Café</b>	11.20±1.86 <sup>b, B</sup>	14.81±2.66 <sup>b, C</sup>	6.88±3.02 <sup>b, A</sup>	6.13±3.35 <sup>bc, A</sup>	3.87±1.64 <sup>ab, A</sup>
<b>Coca-Cola</b>	4.98±1.90 <sup>a, AB</sup>	6.57±2.09 <sup>a, B</sup>	3.78±1.76 <sup>a, A</sup>	2.55±2.21 <sup>a, A</sup>	3.25±1.50 <sup>a, A</sup>
<b>Vino tinto</b>	13.37±1.93 <sup>b, B</sup>	20.26±3.88 <sup>b, C</sup>	7.83±1.35 <sup>b, A</sup>	7.23±2.11 <sup>c, A</sup>	5.85±1.77 <sup>b, A</sup>
<b>Agua</b>	6.77±2.36 <sup>a</sup>	4.49±1.92 <sup>a</sup>	3.50±1.38 <sup>a</sup>	3.20±1.28 <sup>ab</sup>	3.46±1.13 <sup>a</sup>

Los valores promedio seguidos de letras minúsculas diferentes en las columnas y letras mayúsculas en las filas, expresan diferencias estadísticamente significantes a  $p < 0.05$  (prueba de Tukey).  $\Delta E7$ : estabilidad de color a los 7 días;  $\Delta E14$ : cambio de estabilidad de color a los 14 días;  $\Delta EB1$ : cambio de estabilidad de color después del primer blanqueamiento;  $\Delta EB2$ : cambio de estabilidad de color después del segundo blanqueamiento;  $\Delta EB3$ : cambio de estabilidad de color después del tercer blanqueamiento.

FIGURA 3. Cambio de color en función del agente pigmentante y los tiempos de exposición y tratamiento.



## 2. DISCUSIÓN.

Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que las bebidas pigmentantes evaluadas café, Coca-Cola y vino tinto, provocaron un cambio de color clínicamente significativo en la resina compuesta Beautifil II de Shofu desde la primera semana de exposición, con una intensificación de la pigmentación hasta el día 14. Entre ellas, el café y el vino tinto generaron las alteraciones cromáticas más severas, mientras que la Coca-Cola causó un cambio perceptible, pero de menor magnitud y comparable al agua destilada (40). Además, se evidenció que la composición química de las bebidas influyó de manera diferenciada en la capacidad de pigmentación, siendo el vino tinto el agente con mayor resistencia al tratamiento blanqueador. Pese a esta variabilidad, el tratamiento con peróxido de hidrógeno al 35% logró reducir significativamente los niveles de pigmentación en todos los grupos expuestos (41). Dado que el peróxido de hidrógeno mostró eficacia en la recuperación del color de la resina compuesta frente a los diferentes agentes pigmentantes, se rechaza la hipótesis nula y se acepta que el tratamiento con peróxido de hidrógeno en gel al 35% tiene un efecto positivo en la estabilidad del color de la resina Beautifil II de Shofu, en concordancia con el objetivo general planteado.

La susceptibilidad de la resina Beautifil II a la pigmentación extrínseca observada en este estudio concuerda con lo reportado en la literatura, donde se encontró que las resinas compuestas modificadas con ionómero de vidrio presentan cambios cromáticos significativos tras la exposición a agentes pigmentantes como el café y el vino tinto (42). Asimismo, señalaron que los taninos presentes en el vino tinto tienen alta afinidad por las matrices resinosas, favoreciendo la penetración y fijación de los pigmentos, lo cual explica la alta resistencia observada al tratamiento blanqueador en este grupo (43). En relación al efecto de la Coca-Cola, se reportaron que, si bien produce alteraciones superficiales en la

textura de las resinas por su acidez, su capacidad pigmentante es menor en comparación con otras bebidas como el café (44). lo que coincide con los hallazgos de la presente investigación. Finalmente, la eficacia del peróxido de hidrógeno al 35% en la reducción del cambio cromático es consistente con lo descrito en varios artículos, quienes demostraron su capacidad para revertir la pigmentación superficial en resinas compuestas afectadas por agentes externos (41).

La variabilidad en la respuesta al tratamiento blanqueador observada entre los diferentes grupos puede explicarse por las diferencias en la composición química y en la naturaleza de los pigmentos presentes en cada bebida. Los taninos del vino tinto, por su alta capacidad de penetración y fijación molecular, tienden a formar enlaces más estables con la matriz de la resina, dificultando su remoción mediante agentes blanqueadores (39). En contraste, los colorantes artificiales de la Coca-Cola parecen adherirse de manera más superficial, facilitando una mayor reversibilidad del cambio de color tras la aplicación del peróxido de hidrógeno. Desde un enfoque clínico, estos hallazgos subrayan la importancia de identificar el tipo de pigmentación a la que ha estado expuesta una restauración antes de planificar un tratamiento estético, ya que no todos los casos responderán de igual manera al blanqueamiento (41). Además, refuerzan la necesidad de realizar mantenimientos periódicos en restauraciones estéticas, especialmente en pacientes con hábitos de consumo frecuentes de bebidas altamente pigmentantes.

A pesar de los hallazgos obtenidos, este estudio presenta algunas limitaciones que deben ser consideradas. El diseño in vitro, aunque controlado, no reproduce de manera exacta las condiciones dinámicas y variables del medio bucal, como la presencia de saliva, cambios de temperatura, o el efecto mecánico de la masticación, que podrían influir en la absorción

y eliminación de pigmentos. Asimismo, el análisis se centró únicamente en un tipo de resina compuesta modificada con ionómero de vidrio (Beautiful II de Shofu), por lo que los resultados no pueden generalizarse a otros materiales restauradores con distinta composición química. Futuros estudios deberían incluir ensayos in vivo o in situ, evaluar diferentes concentraciones de agentes blanqueadores, explorar el uso de otras técnicas de aclaramiento y analizar la resistencia mecánica posterior al blanqueamiento, a fin de obtener una visión más completa sobre el comportamiento de los materiales restauradores frente a pigmentación extrínseca y tratamientos estéticos (45).

En conjunto, los resultados de este estudio reafirman la influencia significativa de los agentes pigmentantes en la estabilidad del color de las resinas compuestas y destacan el valor del peróxido de hidrógeno al 35% como estrategia efectiva para la recuperación estética de restauraciones afectadas. Si bien persisten retos relacionados con la variabilidad de respuesta según el tipo de pigmento y las condiciones clínicas reales, los hallazgos obtenidos aportan evidencia relevante para optimizar el manejo estético de las resinas compuestas en la práctica odontológica. Con base en ello, se establecen las siguientes conclusiones.

### 3. CONCLUSIONES

**PRIMERO.** Las bebidas pigmentantes evaluadas (café, Coca-Cola y vino tinto) generaron un cambio de color estadísticamente significativo en la resina Beautifil II de Shofu, superando el umbral clínicamente aceptable desde la primera semana de exposición. Este hallazgo confirma la susceptibilidad de este material frente a pigmentos presentes en la dieta diaria.

**SEGUNDO.** El vino tinto y el café fueron las sustancias con mayor capacidad de pigmentación, provocando alteraciones cromáticas intensas y persistentes. En cambio, la Coca-Cola indujo cambios perceptibles, pero de menor magnitud, similares al grupo control (agua destilada), lo que sugiere una menor interacción con la estructura de la resina.

**TERCERO.** La resina expuesta a Coca-Cola mostró la mejor respuesta al tratamiento blanqueador, alcanzando valores de estabilidad de color clínicamente aceptables desde el segundo ciclo de blanqueamiento, lo que refuerza la hipótesis de que los pigmentos de esta bebida son más fácilmente removibles, en cambio el vino tinto presentó mayor resistencia al tratamiento blanqueador, conservando valores elevados de cambio cromático incluso después de tres aplicaciones de peróxido de hidrógeno, lo que indica que su pigmentación es más profunda y difícil de remover.

**CUARTO.** El tratamiento con peróxido de hidrógeno en gel al 35% reduce significativamente la pigmentación causada por café, vino tinto y Coca-Cola en la resina compuesta Beautifil II de Shofu. La resina muestra susceptibilidad a la decoloración tras la exposición a estas bebidas, pero el agente blanqueador logra restablecer, en gran medida, la estabilidad del color original. Por tanto, se confirma el efecto del tratamiento blanqueador sobre las alteraciones cromáticas inducidas por desafíos pigmentantes en este tipo de resina.

#### 4. RECOMENDACIONES

**PRIMERO.** Se recomienda el uso clínico del peróxido de hidrógeno en gel al 35% como tratamiento efectivo para restaurar la estética de resinas compuestas pigmentadas, especialmente en casos de tinciones leves a moderadas provocadas por bebidas como la Coca-Cola o el café.

**SEGUNDO.** Es aconsejable informar a los pacientes sobre el impacto del consumo frecuente de bebidas pigmentantes en la estabilidad del color de las restauraciones, promoviendo hábitos que contribuyan a la preservación de los resultados estéticos a largo plazo.

**TERCERO.** En tratamientos estéticos donde se utilicen resinas compuestas modificadas con ionómero de vidrio, se sugiere aplicar protocolos de blanqueamiento controlado con seguimiento clínico, especialmente cuando el paciente refiere consumo habitual de sustancias altamente pigmentantes como el vino tinto.

**CUARTO.** Futuros estudios deberían explorar la interacción entre diferentes tipos de resinas compuestas y agentes pigmentantes, así como la eficacia de otras concentraciones de peróxido de hidrógeno o distintos protocolos de aplicación, para optimizar los resultados del tratamiento blanqueador y minimizar los efectos adversos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

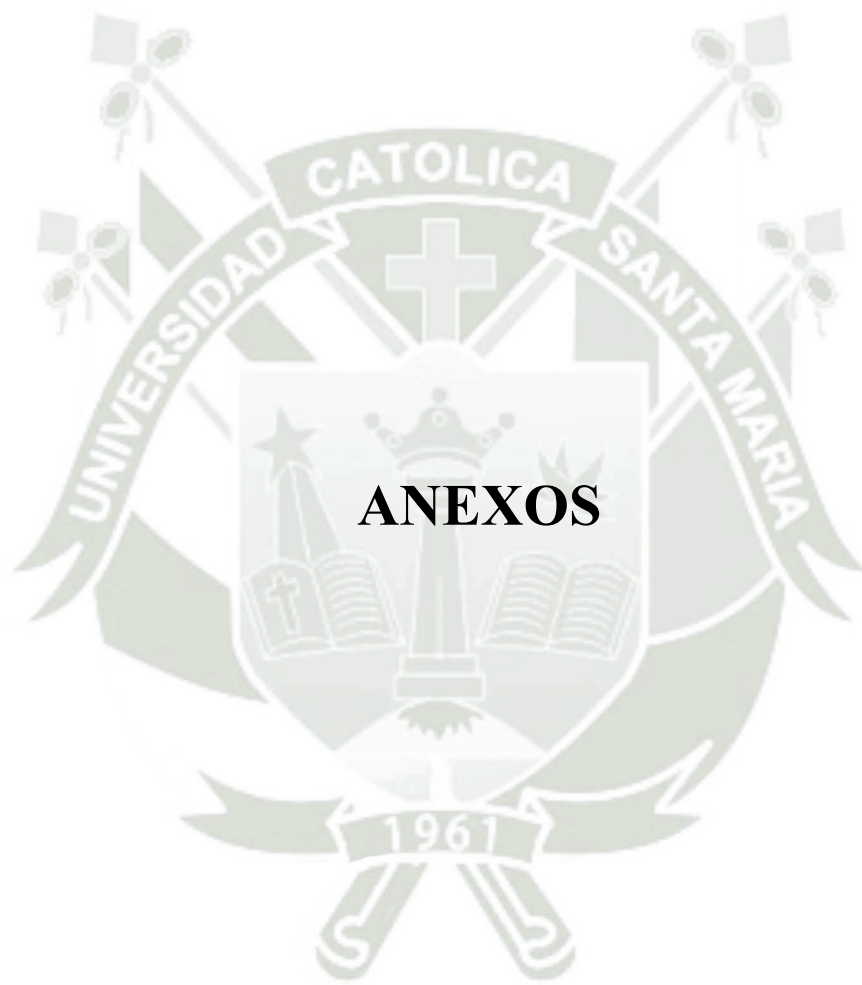
1. Effect of Staining Beverages on Color Stability of Composite: A Spectrophotometric Study. *J Pharm Bioallied Sci.* 1 de febrero de 2024;16:S389-92.
2. Effect of hydrogen peroxide on color and whiteness of resin-based composites. *J Esthet Restor Dent.* 1 de marzo de 2019;31(2):132-9.
3. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Nieri M, Cinelli F. Can discolored dental composites be bleached in depth? *Restor Dent Endod* [Internet]. 11 de junio de 2024 [citado 3 de octubre de 2024];49(3). Disponible en: <https://doi.org/10.5395/rde.2024.49.e23>
4. Roncal-Espinoza RJ, Tay-Chu-Jon LY, Roncal-Espinoza RJ, Tay-Chu-Jon LY. Aclaramiento Dental con Enjuagues de Libre Venta que Contienen Peróxido de Hidrógeno. *Int J Odontostomatol.* junio de 2018;12(2):121-4.
5. Lara CL, Vega GA de la. Clareamiento dental y restauraciones con resina compuesta – reporte de caso. *Rev KIRU* [Internet]. 27 de diciembre de 2016 [citado 3 de octubre de 2024];13(2). Disponible en: <https://portalrevistas.aulavirtualusmp.pe/index.php/Rev-Kiru0/article/view/1566?articlesBySimilarityPage=10>
6. Barrio MA de, Suárez MC. Blanqueamiento profesional con peróxido de hidrógeno al 35%. En 2022 [citado 8 de octubre de 2024]. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/159507>
7. Chaple Gil AM, Fernández Godoy E, Quintana Muñoz L, Chaple Gil AM, Fernández Godoy E, Quintana Muñoz L. Técnica modificada de blanqueamiento de dientes vitales empleando DMC peróxido de hidrógeno al 35%. *Rev Habanera Cienc Médicas.* junio de 2019;18(3):428-36.
8. Payano J. Evaluación de la efectividad del aclaramiento con peróxido de carbamida al 10% según el tiempo de aplicación estudio in vitro. Tesis para optar el grado de maestro en estomatología. Lima: Universidad Peruana Cayetano Heredia; 2020. - Buscar con Google [Internet]. [citado 4 de octubre de 2024].
9. Achachao Almerco K, Tay Chu Jon LY. Terapias para disminuir la sensibilidad por blanqueamiento dental. *Rev Estomatológica Hered.* octubre de 2019;29(4):297-305.

10. Chaple Gil AM, Fernández Godoy E, Quintana Muñoz L, Chaple Gil AM, Fernández Godoy E, Quintana Muñoz L. Técnica modificada de blanqueamiento de dientes vitales empleando DMC peróxido de hidrógeno al 35%. Rev Habanera Cienc Médicas. junio de 2019;18(3):428-36.
11. Asmussen E. Factors affecting the color stability of restorative resins. Acta Odontol Scand. 1983;41(1):11-8.
12. Sifuentes A, Villarreal E, Gómez A, Alberto L, Soler S. Efecto de dos agentes blanqueadores sobre la microdureza superficial del esmalte. Effect of two bleaching agents on enamel microhardness. Dendum. 1 de enero de 2016;14:26-30.
13. Henostroza H G. Estética en odontología restauradora. Madrid: Ripiano S.A; 2006. 416 p.
14. Efecto-de..1.pdf [Internet]. [citado 3 de octubre de 2024]. Disponible en: <https://www.rodyb.com/wp-content/uploads/2013/03/Efecto-de.1.pdf>
15. Guzmán LAG, García LGU, Cortés PM. Historia de las resinas. Rev Mex Estomatol. 30 de junio de 2017;4(1):41-2.
16. Osés Vásquez E, Fritz Rojas C. Criterios de evaluación en estudios de longevidad de restauraciones de resina compuesta: un Scoping Review. 2020 [citado 28 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/18143>
17. Zhañay Huiracocha AE. Resinas compuestas evolución y tendencias Cuenca-Ecuador 2021. 2021 [citado 28 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/13532>
18. Roque J. COMPOSICIÓN DE RESINAS COMPUESTAS DE USO DIRECTO EN OPERATORIA DENTAL EN EL SIGLO XXI. 2 de mayo de 2023;
19. Suárez Carranza A. Nuevos materiales restauradores con liberación de flúor en manejo rehabilitador en Odontopediatría. Rev Odontol PEDIÁTRICA. 6 de febrero de 2020;15(2):149-54.
20. Rusnac ME, Gasparik C, Irimie AI, Grecu AG, Mesaroş AŞ, Dudea D. Gionomers in dentistry – at the boundary between dental composites and glass-ionomers. Med Pharm Rep. abril de 2019;92(2):123-8.

21. Kim TW, Lee JH, Jeong SH, Ko CC, Kim HI, Kwon YH. Mechanical Properties and Polymerization Shrinkage of Composite Resins Light-Cured Using Two Different Lasers. *Photomed Laser Surg.* abril de 2015;33(4):213-9.
22. Acosta Zuñiga MP, Pineda Prado AP. Comparación in vitro de la estabilidad cromática de tres resinas compuestas inmersas a sustancias amazónicas. *Univ Peru Cienc Apl UPC* [Internet]. 5 de enero de 2020 [citado 28 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652116>
23. Fotopolimerización de resinas compuestas a través de diversos espesores de tejido dental [Internet]. [citado 20 de septiembre de 2024]. Disponible en: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1870-199X2015000400222](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-199X2015000400222)
24. Moradas Estrada M, Álvarez López B, Moradas Estrada M, Álvarez López B. Dinámica de polimerización enfocada a reducir o prevenir el estrés de contracción de las resinas compuestas actuales. Revisión bibliográfica. *Av En Odontoestomatol.* diciembre de 2017;33(6):261-72.
25. Olivera Rodríguez JM, Vásquez Arroyo CD. Cambio de color de una resina compuesta expuesta a dos bebidas hipertónicas – Un estudio in vitro. *Repos Inst - UCV* [Internet]. 2023 [citado 28 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/125437>
26. Christiani JJ, Devecchi JR. Color: consideración en odontología e instrumentos para el registro. *Rev Oper Dent Biomater* 2016 Vol 5 No 2 P 10-15 [Internet]. 2016 [citado 28 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/51089>
27. Romero HJ. Efecto de diferentes bebidas en la estabilidad de color de las resinas compuestas para restauraciones directas. *Rev Ateneo Argent Odontol* 2017 Vol 56 No 1 P 31-43 [Internet]. 2017 [citado 28 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/1626>
28. Macias Reyna MJ. Factores que influyen en la pigmentación de las resinas compuestas dentales. noviembre de 2023 [citado 28 de septiembre de 2024]; Disponible en: <http://repositorio.sangregorio.edu.ec:8080/handle/123456789/3266>

29. Vega Cuzco DC. Beneficios de la eliminación de la capa inhibida de oxígeno en restauraciones con resinas compuestas. Revisión bibliográfica. 2023 [citado 28 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/15796>
30. resinas compuestas pigmentadas con vino tinto coca cola y cafe - SciSpace Literature Review [Internet]. [citado 15 de mayo de 2025]. Disponible en: <https://scispace.com/search>
31. Giachetti L, Scaminaci Russo D, Nieri M, Cinelli F. Can discolored dental composites be bleached in depth? Restor Dent Endod [Internet]. 11 de junio de 2024 [citado 10 de octubre de 2024];49(3). Disponible en: <https://doi.org/10.5395/rde.2024.49.e23>
32. Hajdu AI, Dumitrescu R, Balean O, Jumanca D, Sava-Rosianu R, Floare L, et al. Microscopic and Color Changes in Direct Dental Restorative Composite Resins upon Immersion in Beverages: Characterization by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS). Biomedicines. 2 de agosto de 2024;12(8):1740.
33. Milla G, Rodrigo A, Espinoza C, Dante J. Tesis para optar el Título Profesional de Cirujano Dentista en Odontología.
34. (PDF) Alteraciones del color en 5 resinas compuestas para el sector posterior pulidas y expuestas a diferentes bebidas [Internet]. [citado 28 de septiembre de 2024]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/327980091\\_Alteraciones\\_del\\_color\\_en\\_5\\_resinas\\_compuestas\\_para\\_el\\_sector\\_posterior\\_pulidas\\_y\\_expuestas\\_a\\_diferentes\\_bebidas](https://www.researchgate.net/publication/327980091_Alteraciones_del_color_en_5_resinas_compuestas_para_el_sector_posterior_pulidas_y_expuestas_a_diferentes_bebidas)
35. Ticona Santos E, Melchor Laura SEM, Huallpa Apaza DJ. Comparación de la estabilidad cromática de tres resinas compuestas expuestas a tres bebidas pigmentantes in vitro, Tacna-2024. Univ Cont [Internet]. 2024 [citado 28 de septiembre de 2024]; Disponible en: <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/15444>
36. Hajdu AI, Dumitrescu R, Balean O, Jumanca D, Sava-Rosianu R, Floare L, et al. Microscopic and Color Changes in Direct Dental Restorative Composite Resins upon Immersion in Beverages: Characterization by Scanning Electron Microscopy (SEM) and Energy-Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS). Biomedicines. 2 de agosto de 2024;12(8):1740.

37. SciSpace - Paper [Internet]. 2020 [citado 20 de mayo de 2025]. Photocuring composition for repairing composite materials, and application thereof. Disponible en: <https://scispace.com/papers/photocuring-composition-for-repairing-composite-materials-17j6uk6260>
38. Evaluation of Bulk Fill Composite Roughness Polished with Spiral Rubber Discs: An In-vitro Study. J Clin Diagn Res [Internet]. 1 de enero de 2022 [citado 20 de mayo de 2025]; Disponible en: <https://scispace.com/papers/evaluation-of-bulk-fill-composite-roughness-polished-with-vd42gmw7>
39. Influence of Hydrogen Peroxide on the Color, Opacity, and Fluorescence of Composite Resins: A Systematic Review. Ann Dent Spec. 1 de enero de 2022;10(4):76-83.
40. ¿Qué resina resiste mejor a la tinción en la práctica clínica? Un Análisis Comparativo de Opallis, 3m Z-350 y forma frente a Agentes Pigmentantes. Rev Veritas Difus Cient. 20 de enero de 2025;5(3):2486-96.
41. Gonzales Milla AR. Efecto del blanqueamiento dental sobre resina compuesta pigmentada. 2023.
42. Changes in the physical properties and color stability of aesthetic restorative materials caused by various beverages. Dent Mater J. 8 de febrero de 2019;38(1):33-40.
43. SciSpace - Paper [Internet]. Vol. 15. 2023 [citado 27 de abril de 2025]. p. 357-66 Color stability in a giomer, a conventional glass ionomer and a resin-modified glass ionomer exposed to different pigment beverages: An in vitro comparative study. Disponible en: <https://scispace.com/papers/color-stability-in-a-giomer-a-conventional-glass-ionomer-and-3sfl3ndfjf>
44. Vasquez León JM. Factores extrínsecos implicados en la pigmentación de las resinas dentales. 2021 [citado 27 de abril de 2025]; Disponible en: <https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/13525>
45. SciSpace - Paper [Internet]. Digital Publishing Institute; 2019 [citado 28 de abril de 2025]. p. 235-45 Influence of a Bleaching Agent on the Color Stability of Indirect Composite Resins Immersed in Dyes. Disponible en: <https://scispace.com/papers/influence-of-a-bleaching-agent-on-the-color-stability-of-13tx65d4sw>



Anexo 1 – Matrices de los resultados

<b>ΔE7</b>				
	<b>café</b>	<b>coca</b>	<b>vino</b>	<b>agua</b>
<b>1</b>	12.56	7.99	16.12	7.39
<b>2</b>	13.18	5.90	14.59	5.16
<b>3</b>	9.43	6.05	13.01	11.26
<b>4</b>	9.16	4.39	10.53	5.70
<b>5</b>	11.24	4.16	11.08	5.02
<b>6</b>	14.03	3.81	14.26	6.10
<b>7</b>	10.38	1.66	14.86	
<b>8</b>	9.65	5.90	12.52	
	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>
<b>MEDIA</b>	11.20	4.98	13.37	6.77
<b>DE</b>	1.86	1.90	1.93	2.36
<b>MIN</b>	9.16	1.66	10.53	5.02
<b>MAX</b>	14.03	7.99	16.12	11.26

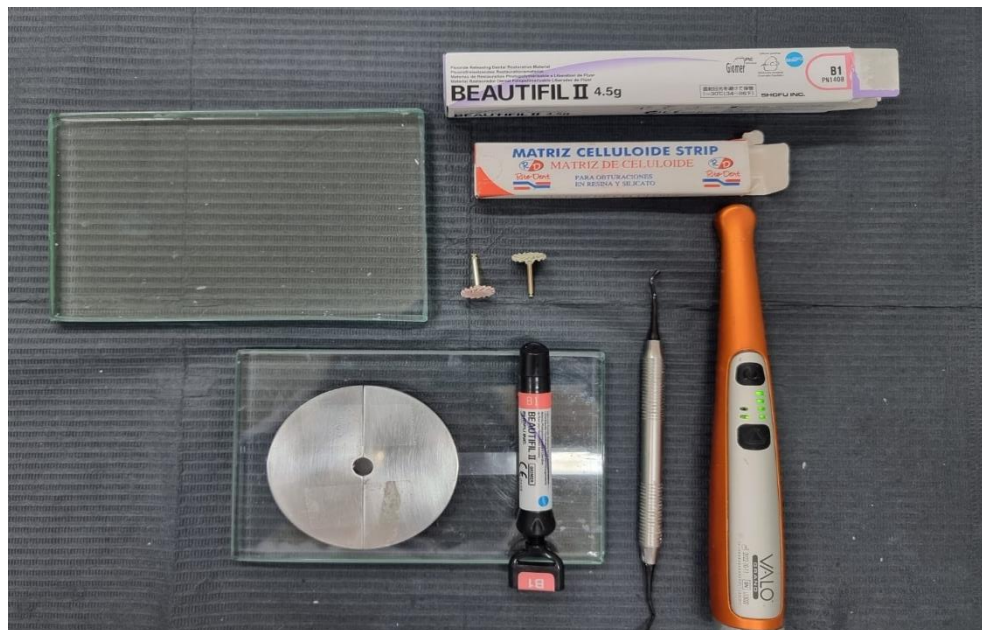
<b>ΔE14</b>				
	<b>café</b>	<b>coca</b>	<b>vino</b>	<b>agua</b>
<b>1</b>	20.13	6.02	15.79	5.01
<b>2</b>	16.91	5.42	24.89	2.58
<b>3</b>	13.01	7.25	15.49	8.02
<b>4</b>	13.76	5.21	18.74	3.50
<b>5</b>	14.28	6.58	17.65	4.38
<b>6</b>	15.48	11.41	24.43	3.48
<b>7</b>	11.83	5.36	21.00	
<b>8</b>	13.06	5.29	24.06	
	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>
<b>MEDIA</b>	14.81	6.57	20.26	4.49
<b>DE</b>	2.66	2.09	3.88	1.92
<b>MIN</b>	11.83	5.21	15.49	2.58
<b>MAX</b>	20.13	11.41	24.89	8.02

<b>Aclaramiento 1</b>				
	<b>café</b>	<b>coca</b>	<b>vino</b>	<b>agua</b>
<b>1</b>	8.24	3.61	8.84	2.97
<b>2</b>	11.60	2.73	5.73	3.50
<b>3</b>	3.89	5.54	7.81	6.01
<b>4</b>	8.04	2.45	6.79	3.04
<b>5</b>	7.30	3.15	9.83	3.66
<b>6</b>	9.15	7.38	6.70	1.84
<b>7</b>	3.16	2.73	8.23	
<b>8</b>	3.67	2.66	8.75	
	<b>b</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>
<b>MEDIA</b>	6.88	3.78	7.83	3.50
<b>DE</b>	3.02	1.76	1.35	1.38
<b>MIN</b>	3.16	2.45	5.73	1.84
<b>MAX</b>	11.60	7.38	9.83	6.01

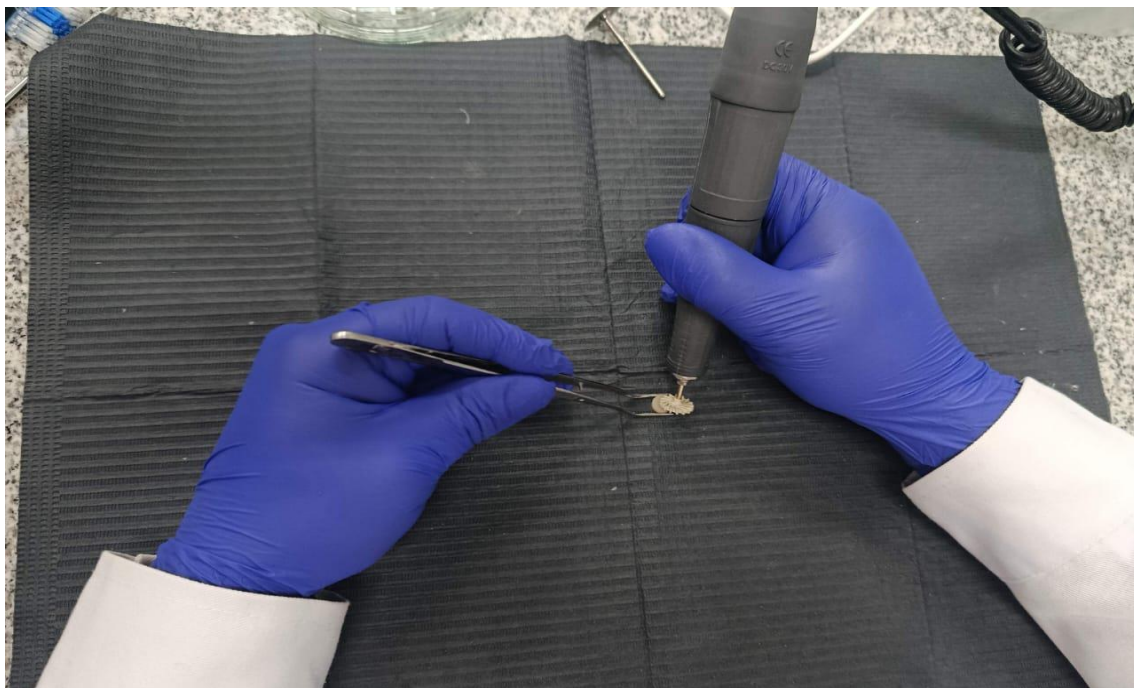
<b>Aclaramiento 2 (7 días)</b>				
	<b>café</b>	<b>coca</b>	<b>vino</b>	<b>agua</b>
<b>1</b>	5.58	3.59	6.19	3.24
<b>2</b>	12.77	0.57	9.93	3.05
<b>3</b>	3.18	3.47	4.10	5.14
<b>4</b>	8.23	1.57	8.39	2.56
<b>5</b>	5.56	2.01	7.57	3.88
<b>6</b>	7.52	7.24	5.20	1.33
<b>7</b>	3.65	1.30	6.60	
<b>8</b>	2.56	0.67	9.86	
	<b>bc</b>	<b>a</b>	<b>c</b>	<b>ab</b>
<b>MEDIA</b>	6.13	2.55	7.23	3.20
<b>DE</b>	3.35	2.21	2.11	1.28
<b>MIN</b>	2.56	0.57	4.10	1.33
<b>MAX</b>	12.77	7.24	9.93	5.14

<b>Aclaramiento 3 (15días)</b>				
	<b>café</b>	<b>coca</b>	<b>vino</b>	<b>agua</b>
<b>1</b>	4.11	1.07	4.65	2.92
<b>2</b>	6.75	4.18	7.45	4.22
<b>3</b>	4.92	3.03	2.47	5.14
<b>4</b>	1.88	2.55	7.30	2.77
<b>5</b>	4.58	2.93	6.87	3.74
<b>6</b>	3.81	5.94	7.42	1.99
<b>7</b>	3.04	2.09	5.70	
<b>8</b>	1.84	4.18	4.90	
	<b>ab</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>a</b>
<b>MEDIA</b>	3.87	3.25	5.85	3.46
<b>DE</b>	1.64	1.50	1.77	1.13
<b>MIN</b>	1.84	1.07	2.47	1.99
<b>MAX</b>	6.75	5.94	7.45	5.14

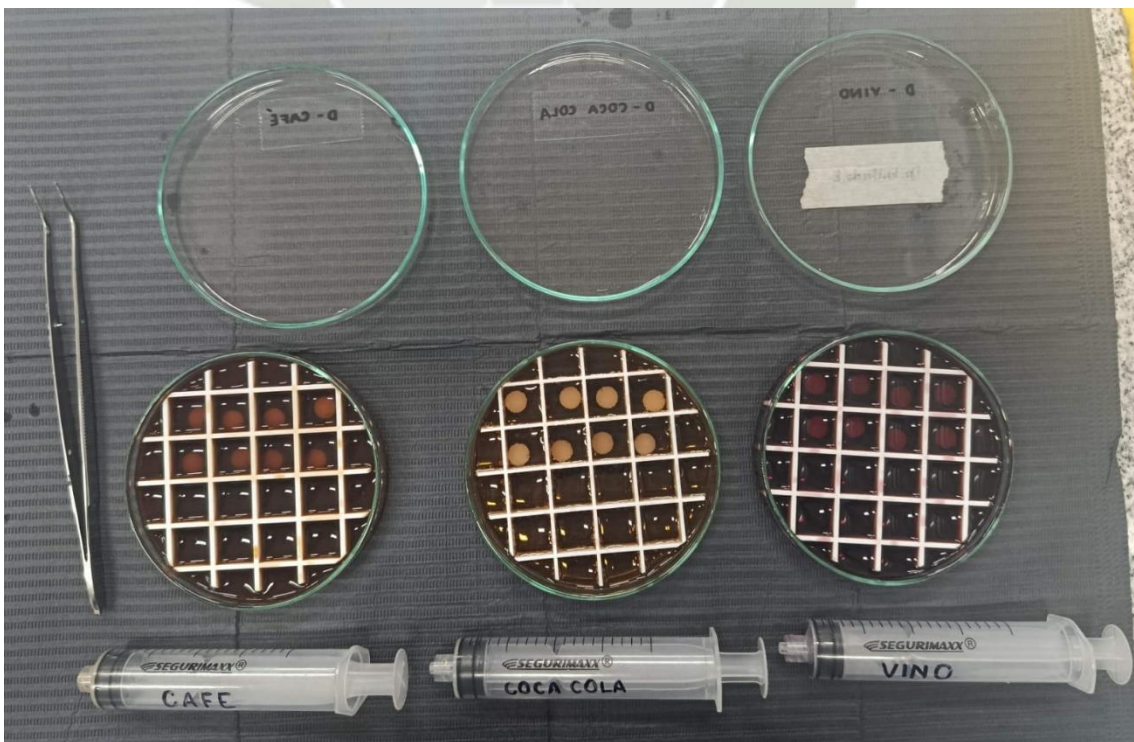
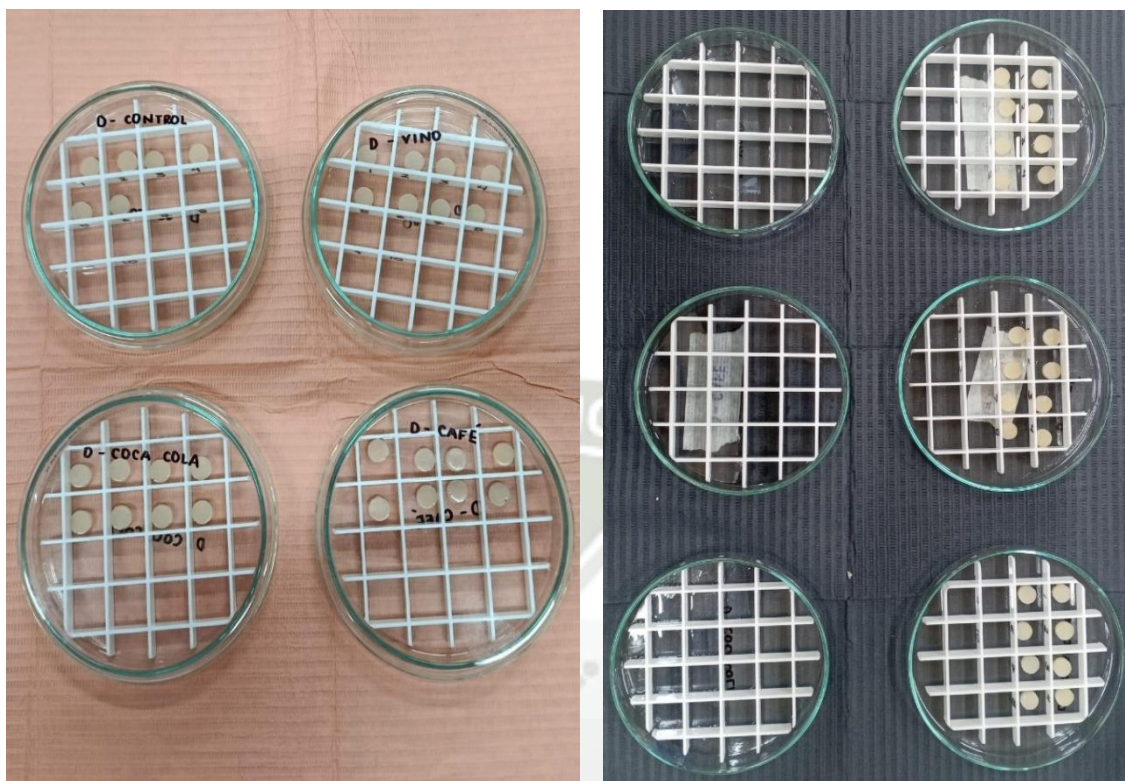
## Anexo 2 – Imágenes de la Fabricación de las Muestras



### Anexo 3 – Imágenes del pulido de las muestras



### Anexo 4 – Imágenes de las Pigmentaciones de las Muestras



### Anexo 5 – Imágenes del Aclaramiento de las Muestras

