



UNIVERSIDAD PERUANA  
**CAYETANO HEREDIA**

“DEGRADACIÓN Y ESTABILIDAD DE  
COLOR DE RESINAS BULK FILL  
EXPUESTAS A BEBIDAS  
FUNCIONALES”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA  
OPTAR EL GRADO DE MAESTRA EN  
ESTOMATOLOGÍA

MARIA DEL CARMEN HUAPAYA

PARDAVE

LIMA-PERÚ

2024



**ASESORA**

Mg. Leyla Delgado Cotrina

**CO ASESORA**

Dra. Mg. Yileng Tay

**JURADO DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

MG. JANETT MAS LOPEZ

PRESIDENTA

MG. JORGE NELSON TREVEJO PINEDO

VOCAL

MG. PABLO ARMANDO CHAVEZ ALAYO

SECRETARIO

## **DEDICATORIA.**

A mi mamá, que me enseñó lo que es la perseverancia y a luchar incansablemente por mis sueños.

A mi papá, que me motivó a conseguir mis objetivos, espero que, desde el cielo, estés sonriendo.

## **AGRADECIMIENTOS.**

A la Dra. Leyla Delgado, por su infinita paciencia y apoyo incondicional.

Al Dr. Felipe Lozano, por su ayuda infinita.

Al Dr. José Castañeda, por su apoyo inconmensurable.

Y a cada una de las personas que me apoyó para concretar este sueño.

## **FUENTES DE FINANCIAMIENTO.**

Tesis Autofinanciada.

<b>DECLARACIÓN DE AUTOR</b>			
<b>FECHA</b>	<b>07</b>	<b>NOVIEMBRE</b>	<b>2024</b>
<b>APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO</b>	<b>HUAPAYA PARDAVE MARIA DEL CARMEN</b>		
<b>PROGRAMA DE POSGRADO</b>	<b>MAESTRÍA EN ESTOMATOLOGÍA</b>		
<b>AÑO DE INICIO DE LOS ESTUDIOS</b>	<b>2019</b>		
<b>TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE GRADO</b>	<b>“DEGRADACIÓN Y ESTABILIDAD DE COLOR DE RESINAS BULK FILL EXPUESTAS A BEBIDAS FUNCIONALES”</b>		
<b>MODALIDAD DE TRABAJO DE GRADO</b>	<b>Trabajo de Investigación</b>		
<b>Declaración del Autor</b>			
El presente Trabajo de Grado es original y no es el resultado de un trabajo en colaboración con otros, excepto cuando así está citado explícitamente en el texto. No ha sido ni enviado ni sometido a evaluación para la obtención de otro grado o diploma que no sea el presente.			
<b>Teléfono de contacto (fijo / móvil)</b>	<b>983154417</b>		
<b>E-mail</b>	<b><u><a href="mailto:maria.huapaya.p@upch.pe">maria.huapaya.p@upch.pe</a></u></b>		

---

Firma del Egresado

DNI 46688040

## TABLA DE CONTENIDOS

RESUMEN

ABSTRACT

I.	INTRODUCCIÓN.....	1
II.	OBJETIVOS .....	3
III.	MARCO TEÓRICO .....	4
IV.	METODOLOGÍA.....	13
V.	RESULTADOS .....	22
VI.	DISCUSIÓN .....	30
VII.	CONCLUSIONES.....	41
VIII.	RECOMENDACIONES.....	41
IX.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	42
X.	ANEXOS .....	53

## **RESUMEN**

Las resinas *Bulk fill* se pueden aplicar en incrementos de 4 a 5 mm de profundidad lo cual simplifica el proceso de restauración y reduce el tiempo clínico, por otro lado, se han realizado modificaciones en su composición lo que puede variar el desempeño clínico de las mismas. Objetivo: Evaluar la degradación y estabilidad de color de resinas *Bulk fill* expuestas a bebidas funcionales. Materiales y métodos: Se confeccionaron especímenes que fueron distribuidos aleatoriamente en grupos según el tipo de resina: Filtek One Bulk fill (3M ESPE), Tetric-N-Ceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent), Filtek Z350XT (3M ESPE) las cuales fueron inmersas en las sustancias: Vita Xtra T+, On y No stress (Fuxion), Amalaki (Zrii), café (control positivo) y agua destilada (control negativo). El color fue medido al 0, 14 y 28 días después de la exposición a las sustancias, utilizando un espectrofotómetro vita Easyshade Advanced 4.0 en la escala CIElab; la absorción y solubilidad fueron medidas según el ISO 4049:2009 utilizando una balanza analítica de alta precisión. Resultados: Se encontró que las bebidas On y No stress pigmentaron significativamente más que el café a los 14 y 28 días ( $p < 0.05$ ). En relación a la absorción, las bebidas On y No stress presentaron los menores valores de absorción en comparación con el café ( $p < 0.05$ ) y con respecto a solubilidad, la resina Tetric N-Ceram Bulk fill sometida a la exposición a Amalaki presentó el mayor valor de solubilidad ( $p < 0.05$ ). Conclusión: La bebida ON provocó cambios de color perceptibles visualmente en las resinas compuestas y la resina Filtek Z350XT mostró la menor decoloración

**PALABRAS CLAVES** RESINAS COMPUESTAS, SOLUBILIDAD, COLOR (DeCS/BIREME)

## **ABSTRACT**

*Bulk fill* composites can be applied in increments of 4 to 5 mm of depth, which simplifies the restorative process and reduces clinical time. On the other hand, modifications have been made to their composition which may vary their clinical performance. Objective: To evaluate the degradation and color stability of *Bulk fill* composites exposed to functional beverages. Material and methods: Specimens were made and randomly distributed in groups according to the type of resin: Filtek One Bulk fill (3M ESPE), Tetric N-Ceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent), Filtek Z350XT (3M ESPE) which were immersed in the substances: VitraXtra T+, On and No stress (Fuxion), Amalaki (Zrii), Coffee (positive control) and distilled water (negative control). Color was measured 0, 14 and 28 days after exposure to the substances using a vita Easyshade Advanced 4.0 spectrophotometer on the CIElab scale; sorption and solubility were measured according to ISO 4049:2009 using a high precision analytical balance. Results: On and No stress drinks pigmented significantly more than coffee at 14 and 28 days ( $p<0.05$ ). In relation to sorption, On and No stress drinks presented the lowest sorption values compared to coffee ( $p<0.05$ ) and with respect to solubility, Tetric N-Ceram Bulk fill resin subjected to exposure to Amalaki presented the higher solubility value ( $p<0.05$ ). Conclusion: The On drink caused visually noticeable color changes in the composite resins and the Filtek Z350XT resin showed the least discoloration.

## **KEY WORDS**

Composite resins, solubility, color (MeSH/NLM)

## I. INTRODUCCIÓN

La técnica de restauración con resinas compuestas en el sector posterior implica la aplicación de incrementos de 2 mm, cada incremento debe ser fotoactivado para asegurar una adecuada transmisión de luz a través del material con lo que se asegura una adecuada conversión de monómeros a polímeros (1).

La modificación en la formulación de las resinas compuestas permitió el desarrollo de las resinas de grandes volúmenes conocidas como *Bulk fill*, éstas se pueden aplicar en incrementos de 4 a 5 mm de profundidad reduciendo de manera significativa el tiempo operatorio (2,3).

La simplificación del proceso de restauración y el ahorro del tiempo (4), han convertido a estos materiales en una opción muy utilizada. Según Bellinaso *et al.*, las resinas compuestas *Bulk fill* requieren un tiempo operatorio más corto para realizar restauraciones en dientes posteriores que con las resinas convencionales al prescindir de la colocación de incrementos (2).

Además, eliminan desventajas como el riesgo de contaminación y la formación de burbujas entre los incrementos (5,6).

Hoy en día, los dentistas suelen recibir consultas de los pacientes sobre la longevidad esperada de las restauraciones estéticas tanto en el sector anterior como posterior y si sus hábitos dietéticos pueden afectar la calidad y la supervivencia clínica de las restauraciones. Debido a las crecientes exigencias estéticas por parte de los pacientes, la estabilidad del color de las restauraciones se ha vuelto muy importante en determinar la longevidad de las mismas. Cabe señalar, que el consumo de bebidas específicas como café y té, pueden influir tanto en las

características estéticas como físicas de las restauraciones de resina, y de esta forma, comprometer la calidad de la restauración. Además, el alto consumo de bebidas funcionales en los adultos jóvenes, representa un riesgo ya que la acidez de estas bebidas puede ser perjudicial para las propiedades de las resinas compuestas. El impacto de las bebidas sobre las características de las resinas compuestas estaría directamente relacionado con la frecuencia y cantidad de ingesta.

El presente estudio tiene como objetivo evaluar la degradación y estabilidad de color de las resinas *Bulk fill* expuestas a bebidas funcionales.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar la estabilidad de color y degradación de resinas *Bulk fill* expuestas a bebidas funcionales.

### **2.2 Objetivos específicos**

1. Comparar la estabilidad de color de resinas *Bulk fill* expuestas a bebidas funcionales.
2. Comparar la absorción de resinas *Bulk fill* expuestas a bebidas funcionales.
3. Comparar la solubilidad de resinas *Bulk fill* expuestas a bebidas funcionales.

### III.MARCO TEÓRICO

Las propiedades mecánicas y estéticas de las resinas *Bulk fill* han ido mejorando a través del tiempo. Se han adicionado fotoiniciadores como el ivocerin (7), liberadores de estrés de contracción o tecnología APS que permite mayores niveles de translucidez con un mejor pasaje de la luz para garantizar una adecuada polimerización o disminuir el estrés de contracción asociado a este proceso (8), lo cual está directamente relacionado con la composición de la resina (9).

Las resinas *Bulk fill* presentan similar composición que las resinas compuestas convencionales. Contienen monómeros de bisfenol glicidil metacrilato (Bis-GMA), dimetacrilato de uretano (UDMA), dimetacrilato trietilenglicol (TEGDMA), bisfenol etoxilato (EBPDMA). En algunos casos se emplean monómeros diferentes y/o modificados por monómeros de menor viscosidad como el dimetacrilato de uretano que presenta un peso molecular similar al Bis-GMA, pero son menos viscosos; el monómero más utilizado de este tipo es el dimetacrilato de uretano (UDMA) (10,11).

La composición de la resina Filtek One Bulk fill de 3M ESPE incluye monómeros: como AFM (monómero de adición - fragmentación), que alivia el estrés durante la polimerización y AUDMA (dimetacrilato de poliuretano aromático), que ayuda a reducir la cantidad de contracción y el estrés que producen durante la polimerización. Además, se ha aumentado la opacidad sin reducir la profundidad de curado. Una vez polimerizado, el compuesto Filtek One Bulk fill es más opaco que el Filtek Bulk fill; por lo tanto, su estética mejora significativamente (9).

En relación con el sistema de iniciación de polimerización de la resina Tetric-N-Ceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent), cuyo fotoiniciador es el Ivocerin, el cual presenta una base de germanio cuya reactividad es mayor que la alcanforquinona debido a su mayor absorción en el segmento de 400 a 450 nm. Además, las resinas con fotoiniciadores de germanio, posee mayor estabilidad a la luz UV que asegura un adecuado tiempo de trabajo clínico. Según el fabricante, se puede lograr una profundidad de curado de 4mm gracias a este fotoiniciador, además posee aliviadores de estrés que actúan como resortes para amortiguar las fuerzas generadas durante la contracción de polimerización, por ende, minimizarlas (12).

Asimismo, se ha disminuido la proporción de partículas de relleno por volumen, pero mayores en peso al incrementar el tamaño de partícula (20  $\mu\text{m}$ ) con respecto a las resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas (13). Esto permite mayor penetración de luz disminución del índice de refracción por ende incremento en la profundidad de curado. Fronza *et al.* evaluaron el grado de conversión, microdureza Knoop, adaptación y contracción de polimerización de cuatro resinas *Bulk fill* Surefil SDR, Filtek Bulk-Fill, Tetric EvoCeram Bulk-Fill y EverX Posterior y una resina convencional Herculite Classic. Adicionalmente se realizó una caracterización de los materiales con microscopía electrónica de barrido. Encontraron que las resinas *Bulk fill* no presentaron una profundidad de curado uniforme y aunque no encontraron diferencias en la microdureza, se correlacionó positivamente el estrés de contracción con el mayor rango de adaptación interna (formación de gaps) siendo las resinas *Bulk fill*: Surefil SDR y Tetric EvoCeram Bulk-Fill las que presentaron menor adaptación interna (14).

Cualquier modificación en la composición de los materiales afecta directamente sus propiedades físicas, químicas y mecánicas, como el aumento de la absorción, la solubilidad del agua y la disminución de la microdureza afectando así su comportamiento clínico evidenciando alteraciones en la forma anatómica, la estabilidad del color, la rugosidad de la superficie, el brillo de la restauración y la degradación hidrolítica del material (15). El movimiento de los monómeros y iones residuales debido a la absorción y solubilidad del agua puede reducir la durabilidad del material compuesto debido a la formación de microespacios. Melo *et al.* evaluaron la morfología de las partículas de relleno, composición química, microdureza, absorción y solubilidad de dos resinas *Bulk Fill*: Aura Bulk Fill/SDI y Filtek Bulk Fill/3M y dos resinas convencionales Aura/SDI y FiltekZ250 XT/3M. Encontraron que las resinas *Bulk fill* presentaron menores valores de microdureza y solubilidad en comparación con las resinas convencionales; sin embargo, encontraron que la morfología y elementos químicos para ambas resinas fue similar (1).

Las resinas compuestas al estar expuestas al medio oral, sufren cambios en la absorción y solubilidad en mayor o menor grado, que resulta en una degradación de los mismos, que afectará a la calidad y longevidad de las restauraciones (16).

La absorción es la capacidad que presenta un cuerpo para absorber un líquido. Ésta tiene un efecto negativo en el material restaurador al contribuir a la pigmentación, la reducción de la resistencia al desgaste, el deterioro de las propiedades mecánicas, la liberación de monómeros sin reaccionar y la degradación hidrolítica de los enlaces principalmente en la interfaz matriz-relleno. El efecto de la absorción de agua en el comportamiento del compuesto de resina está influenciado por varias

características, como la composición de la matriz polimérica, el tipo, contenido del relleno, el tamaño y la forma de las partículas de relleno (17).

La absorción de agua es un proceso de difusión controlada dentro de la matriz resinosa que puede llevar a la degradación y la ruptura de la unión entre las partículas de relleno y la matriz. Alshali *et al.* evaluaron la absorción y solubilidad de seis resinas *Bulk fill* (SureFil SDR, Venus Bulk Fill, X-tra base, Filtek Bulk Fill fluida, Sonic Fill y Tetric EvoCeram Bulk Fill) y ocho resinas convencionales (Grandioso Flow, Venus Diamond Flow, XFlow, Filtek Supreme XTE, Grandioso, Venus Diamond, TPH Spectrum, y Filtek Z250) después de su almacenamiento de un año en agua y saliva artificial. Determinaron que la absorción y la solubilidad de agua de los compuestos de resina dependen del material y se ven muy afectadas por la carga de relleno y la hidrofiliidad de la matriz de la resina, atribuyendo que las resinas basadas en BisEMA y BisEMA-UDMA parecieron ser más hidrofóbicas que los sistemas basados en BisGMA. Además, considera que tanto las resinas *Bulk fill* como las resinas convencionales en términos de absorción y solubilidad son estables en el almacenamiento en agua a largo plazo. Por otra parte, Arregui *et al.* evaluaron el cambio de color y absorción de nueve resinas fluidas (Premise flowable/Kerr Hawe, Vertise Flow/Kerr Hawe, Sonic fill/Kerr Hawe, Venus bulk fill/ Heraeus Kulzer, Venus diamond flow/ Heraeus Kulzer, Tetric evoflow/Ivoclar Vivadent, SDR/Dentsply, Filtek supreme XTE/3M ESPE, Filtek bulk fill/3M ESPE en diferentes tiempos (1, 2, 3, 4 semanas; 3 y 6 meses). Encontraron que las resinas *Bulk fill* mostraron el mayor cambio de color mientras que las resinas nanohíbridas presentaron el menor cambio de color y la resina autoadhesiva presentó mayores valores de absorción. Sugieren que la absorción de agua es un factor asociado con

la capacidad de los compuestos para cambiar de color; sin embargo, este cambio de color es un problema multifactorial (18,19).

La solubilidad es la capacidad que presenta un cuerpo para degradarse al interactuar con un líquido. Se produce una pérdida de peso ya que existe una liberación o disolución de partículas del relleno, iones y sustancias orgánicas. Misilli y Gönülol compararon la absorción y solubilidad de tres resinas *Bulk fill* (X-tra Fil, Tetric N-Ceram Bulk Fill, SonicFill) y una resina convencional (Filtek Z250) después de fotopolimerizar con una fuente de luz polionda. Encontraron que las resinas convencionales exhibieron mayores valores de absorción que las resinas *Bulk fill*, la reducción del tiempo de polimerización aumentó significativamente la absorción de SonicFill y esta resina mostró el valor de solubilidad más alto entre todas las resinas estudiadas (18,20,21).

Los cambios dimensionales que van ocurriendo durante estos procesos afectan las propiedades mecánicas, producen cambios en el color de las restauraciones o alteraran su biocompatibilidad por la elución rápida y completa de las moléculas que pueden afectar a las células pulpares (18,22). La norma ISO 4049:2009 para la absorción y solubilidad de compuestos dentales, refiere que la absorción de agua debe ser menor o igual a  $40\mu\text{g}/\text{mm}^3$  y la solubilidad de  $7.5\mu\text{g}/\text{mm}^3$  (23).

En el medio bucal, las resinas pueden absorber diferentes sustancias, lo que puede influir en la degradación de los compuestos dentales. Las resinas compuestas presentan degradación hidrolítica (*in vitro*) y la biodegradación (*in situ*) al estar expuestas a un ataque químico (24). Las sustancias que podemos encontrar en el medio bucal pueden ser saliva, componentes de alimentos, bebidas, entre otros (25).

La dieta está compuesta por diferentes alimentos y bebidas con una amplia gama de compuestos y colores, que pueden afectar el color natural de las restauraciones compuestas en diferentes grados. Hasta ahora, muchos estudios han informado ampliamente la capacidad de pigmentación del café, té, el jugo de uva, la yerba mate y las bebidas de cola en los compuestos dentales.

Alencar *et al.* evaluaron los efectos de los ácidos extrínsecos e intrínsecos en dos resinas *Bulk fill* (Filtek Bulk Fill, X-tra fil) y dos resinas convencionales (GrandioSO, Filtek Z350XT). Encontraron que la resina Filtek Bulk Fill presentó los mayores valores de dureza y fue la menos afectada, mientras que Filtek Z350XT y GrandioSO presentaron la mayor pérdida de dureza después de 7 días de inmersión en solución. Demostraron la efectividad de las propiedades mecánicas (rugosidad y dureza superficial) de las resinas de nanorrelleno y las resinas *Bulk fill* para resistir la erosión de los ácidos intrínsecos y extrínsecos, determinando que ambos son candidatos para la aplicación clínica (26-29).

La pigmentación de las resinas se relaciona principalmente con la absorción o adsorción de sustancias colorantes, como las que se encuentran en la dieta del paciente.

Trevisan *et al.* compararon la estabilidad del color de dos resinas *Bulk fill* (Tetric EvoCeram Bulk Fill/ Ivoclar Vivadent, X-tra fil/VOCO GMBH) y seis resinas convencionales (Enamel Function/Micerium, Enamel Hri/Micerium, Grandio/VOCO GMBH, GrandioSO/ VOCO GMBH, Z350 XT/3M ESPE, Durafil VS/ Hareaus Kulzer) después de una exposición a una solución de café por 14 días. Encontraron que todas las resinas estudiadas presentaron un cambio de color con valores considerados clínicamente perceptibles. Las resinas *Bulk fill* y resinas

nanohíbridas producidas por el mismo fabricante (Micerium, Avegno, Italia) mostraron mayores cambios de color que las otras resinas probadas y la resina GrandioSO (Voco, Cuxaven, Alemania) mostró el menor cambio de color. Por lo tanto, demostraron que la composición de una resina compuesta tiene una influencia directa en la estabilidad de color de estos materiales (30-32).

Las soluciones más utilizadas para evaluar la estabilidad de color son café, té, vino tinto y coca cola (33).

El consumo de bebidas específicas como café y té, pueden influir tanto en las características estéticas como físicas de las restauraciones de resina (34).

Bebidas como el café causan diferentes grados de pigmentación de las resinas compuestas.

Aydin *et al.* evaluaron la rugosidad superficial y el cambio de color de las resinas compuestas de un solo tono (Omnichroma/Tokuyama Dental) en comparación con las resinas compuestas del sistema de múltiples tonos (Filtek Universal Restorative/3M ESPE, Clearfil Majesty ES-2 Premium/Kuraray Noritake, Harmonize/Kerr Corporation). Encontraron que la resina compuesta con sistema de un solo tono mostró estadísticamente significativamente mayores cambios de color que la resina compuesta con sistemas de múltiples tonos en todos los períodos de tiempo (1, 7 y 30 días). Aunque volver a pulir estos materiales redujo los valores del cambio de color, no pudo disminuirlos por debajo del valor umbral de aceptabilidad. Determinaron que simplificar la selección de colores no sacrifica el éxito estético; sin embargo, esta resina presenta mayores cambios de color que las resinas compuestas de sistemas multitonos (35).

Esto, podría deberse a la absorción del pigmento amarillo que tiene baja polaridad, esta baja polaridad puede penetrar capas más profundas de la resina compuesta (36). También podría atribuirse a la absorción de los pigmentos en la fase orgánica de los compuestos de resina (37).

Los pigmentos de las soluciones pueden entrar a la matriz de resina a través del agua. Cuando las resinas compuestas están en contacto con los líquidos, la mayor absorción de agua por la matriz orgánica ocurre en los primeros cuatro días y la más alta absorción ocurre durante la primera semana.

Meshki y Rashidi evaluaron la tasa de pigmentación de dos tipos de resinas, una resina microhíbrida (P4/Kerr) y una resina nanohíbrida (Filtek Z250XT/3M ESPE) después de la exposición a jugos naturales y producidos comercialmente. Determinaron que las resinas compuestas microhíbridas son más resistentes al cambio de color que las resinas compuestas nanohíbridas y que no se recomienda el consumo de bebidas pigmentantes como jugo de granada natural, jugo de granada y naranja artificial (producido comercialmente) en los primeros días posteriores a la restauración (38).

En los últimos años se ha incorporado en la alimentación el consumo de alimentos o bebidas funcionales, los cuales son consumidos ante la preocupación de las personas por su salud, mejora en los conocimientos de nutrición y a la publicidad de estos productos en los diferentes medios de comunicación.

Calvo resalta que un alimento funcional es aquel producto que no solo se consume por el valor nutricional que presenta sino por los efectos positivos que podrían ocasionar sobre la fisiología de la persona que la consuma. En base a lo

mencionado, las bebidas funcionales son aquellas que se ingieren esperando los mismos efectos tales como, ayudar a mejorar la hidratación de la persona y de otras situaciones fisiológicas. Se espera que, además del valor nutricional que poseen, puedan aumentar el bienestar y la salud de la persona, es decir, un beneficio para su salud o en todo caso, reducir los riesgos de una enfermedad (39).

La población opta por consumir alimentos funcionales porque buscan un mayor beneficio del que le pueden brindar los alimentos convencionales, debido a que un alimento funcional está compuesto por determinados nutrientes y presentan aumento, reducción o sustitución por otros nutrientes que potencia una función específica (39).

Estos alimentos pueden encontrarse en forma de bebidas funcionales compuestas de vitaminas, minerales, aminoácidos, pigmentos naturales, entre otros. Los ingredientes de dichas bebidas trabajan sinérgicamente con el objetivo de mejorar el desempeño físico y la concentración de las personas. Estos beneficios hacen que las personas las consuman de manera diaria y hayan pasado a formar parte de sus hábitos nutricionales. En Perú se ha reportado que el consumo de este tipo de bebidas es de hasta 97% aproximadamente (40), siendo que el mayor consumo se presenta en adolescentes y adultos jóvenes (41,42).

No existe evidencia científica sobre el potencial de pigmentación de estas bebidas a pesar que su consumo se está incrementando.

## IV. METODOLOGÍA

### 4.1 Diseño del estudio

El diseño fue experimental *in vitro*.

### 4.2 Muestra

Se confeccionaron especímenes de resina: Resina Filtek® One Bulk fill (3M ESPE, St. Paul, MN, USA), Tetric® N-Ceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein) de 4 mm de espesor y 8 mm de diámetro y resina compuesta Filtek® Z350XT (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) de 2 mm de espesor y 8 mm de diámetro utilizando una matriz de teflón bipartida (20,25).

Para calcular el tamaño muestral se realizó un estudio piloto utilizando como referencia el estudio de Mansouri *et al.* (17), la información obtenida se empleó para ejecutar la fórmula de comparación de medias en el programa estadístico Epidat, obteniendo como tamaño de muestra  $n=10$  por grupo.

Ver en Anexo 1

Los grupos experimentales fueron:

RESINA	SUSTANCIA DE INMERSIÓN	GRUPO
Resina Filtek One Bulk fill (3M ESPE)	Vita Xtra T+ (Fuxion)	BFO_VX
	On (Fuxion)	BFO_ON
	No stress (Fuxion)	BFO_NS
	Amalaki (Zrii)	BFO_A
	Café (Control Positivo)	BFO_C
	Agua destilada (Control Negativo)	BFO_AD
Resina Tetric-N-Ceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent)	Vita Xtra T+ (Fuxion)	BFT_VX
	On (Fuxion)	BFT_ON
	No stress (Fuxion)	BFT_NS
	Amalaki (Zrii)	BFT_A
	Café (Control Positivo)	BFT_C
	Agua destilada (Control Negativo)	BFT_AD
Resina compuesta Filtek Z350XT (3M ESPE)	Vita Xtra T+ (Fuxion)	Z350_VX
	On (Fuxion)	Z350_ON
	No stress (Fuxion)	Z350_NS
	Amalaki (Zrii)	Z350_A
	Café (Control Positivo)	Z350_C
	Agua destilada (Control Negativo)	Z350_AD

### 4.3 Criterios de selección

Se seleccionaron especímenes de resina compuesta libres de defectos o burbujas.

### 4.4 Variables

- a) Estabilidad de color: Propiedad de un material de conservar su color durante un periodo de tiempo. Operacionalmente es la diferencia de color de la resina al ser expuesta a la sustancia de inmersión. Variable cuantitativa en escala de intervalo. El valor será expresado en:  $\Delta E$ , L, a, b. Se empleará la siguiente fórmula para el cálculo de la diferencia de color:

$$\Delta E = [(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2]^{1/2}$$

- b) Degradación: Capacidad de un material de reducir progresivamente sus propiedades inherentes. Esta variable será medida a través de dos dimensiones: solubilidad y absorción.

Absorción: Capacidad que presenta un cuerpo para absorber un líquido. Operacionalmente es la diferencia de peso de la resina luego de la exposición a la sustancia de inmersión. Variable cuantitativa en escala de intervalo. Se calculará a través de la fórmula  $(m_2 - m_3)/V$ . El valor será expresado en microgramos por  $\text{mm}^3$  ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ). (23)

Solubilidad: Capacidad que presenta un cuerpo para degradarse al interactuar con un líquido. Operacionalmente es la diferencia de peso de la resina luego de la exposición a la sustancia de inmersión posterior a la desecación. Variable cuantitativa en escala de intervalo. Se calculará a través de la fórmula  $(m_1 - m_3)/V$ . El valor será expresado en microgramos por  $\text{mm}^3$  ( $\mu\text{g}/\text{mm}^3$ ). (23)

c) Resina: Material compuesto por una matriz orgánica e inorgánica. Operacionalmente es el material a ser utilizado según diferente técnica. Variable cualitativa en escala nominal. El valor será expresado en: R1: Resina Filtek One Bulk fill (3M ESPE), R2: Resina Tetric-N-Ceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent), R3: Resina Compuesta Filtek Z350XT (3M ESPE).

d) Sustancias de inmersión: Líquido que puede producir o no un cambio de color. Operacionalmente es el tipo de líquido al que es expuesto el espécimen de resina. Variable cualitativa en escala nominal. El valor será expresado en: B1: Vita Xtra T+ (Fuxion), B2: On (Fuxion), B3: No stress (Fuxion), B4: Amalaki (Zrii), B5: Café (Control positivo), B6: Agua destilada (Control negativo).

e) Covariable

Tiempo: Periodo determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento. Operacionalmente es la etapa en la que se medirán las variables antes y después de ser expuesta a la sustancia de inmersión. Variable cualitativa en escala nominal. El valor será expresado en: T0: Después de las 24h de polimerizado, antes de la exposición a la sustancia de inmersión, T14: 14 días después de la exposición a la sustancia de inmersión, T28: 28 días después de la exposición a la sustancia de inmersión.

Ver cuadro de operacionalización de variables (Anexo 2).

## 4.5 Técnicas y/o procedimientos

### Elaboración de especímenes

Se emplearon dos matrices de teflón que presentaban un orificio central, cuyas dimensiones de la parte central serán 4 mm de espesor por 8 mm de diámetro para los especímenes de resina *Bulk fill* y de 2 mm de espesor por 8 mm de diámetro para los especímenes de resina convencional (20,25). Las matrices presentaron un anillo en la parte externa para evitar deformación de los especímenes de resina en el momento de su confección. (Anexo 3)

Las resinas empleadas en este estudio se describen en el Anexo 4.

Los especímenes fueron distribuidos aleatoriamente en grupos según el tipo de resina y se subdividieron de acuerdo al tipo de sustancia de inmersión. Cada grupo fue codificado para asegurar un estudio ciego. La codificación la realizó una persona diferente al investigador principal de tal modo que éste desconocía la resina que estaba en proceso de inmersión ni en el proceso de lecturas de color, absorción y solubilidad.

Antes de la inserción de la resina compuesta se colocó una cartulina negra sobre una superficie plana, enseguida se colocó una platina de vidrio de 10x10 cm, sobre ésta una cinta celuloide y la matriz bipartida; que sirvió para contener la resina compuesta, la que se colocó en un solo incremento de 4 mm de espesor para la resina *Bulk fill* y de 2 mm para la resina convencional. Posteriormente sobre la matriz conteniendo la resina, se colocó una cinta celuloide y una platina de vidrio. Se aplicó un peso de 1 kg (41) por 15 s.

Posteriormente, se retiró la pesa y la platina superior para fotoactivar la resina compuesta durante 20 segundos utilizando una lámpara Valo (Ultradent, South Jordan, UT, USA) con la intensidad de 1000 mW/cm<sup>2</sup>. Para retirar el espécimen de la matriz bipartida se utilizó una pinza de algodón.

El pulido de la superficie a medir se realizó con discos Sof-lex (3M ESPE, St. Paul, MN, USA) de grano grueso, medio, fino y ultrafino durante 20 segundos (42,43).

Posteriormente, los especímenes se lavaron con agua destilada desionizada por 10 segundos. Este proceso se realizó para cada pulido.

Una vez efectuado el pulido se almacenaron las muestras de forma individual en 30 mL de agua destilada en un frasco hermético por 24 horas a 37 °C.

### **Preparación de las sustancias de inmersión**

La composición de las sustancias de inmersión se visualiza en el anexo 6

a) Vita Xtra T+, No stress, On (Fuxion):

Se disolvió el contenido de un stick (5 g) en un vaso con 180 mL de agua destilada.

b) Amalaki (Zrii)

Se utilizó 30 ml del jugo de Amalaki que ya viene preparado.

c) Café (Control positivo)

Se utilizó el café instantáneo (Nescafé® Nestlé) 15 g disuelto en 500 ml de agua destilada a 55°C.

d) Agua destilada (Control negativo)

Ver cuadro de bebidas funcionales (44,45) (Anexo 5)

### **Exposición de las sustancias de inmersión**

El consumo de taza de café promedio es de 3.2 tazas y el tiempo de consumo promedio es de 15 minutos (48 minutos por día). Por tanto, un mes de inmersión equivale a 1440 minutos (24 horas) (46).

Los especímenes fueron sumergidos en 30 ml (42) de sustancia de inmersión (Vita Xtra T+, On, No stress, Amalaki, café, agua destilada) en un frasco hermético por 30 minutos por un periodo de 28 días.

Las sustancias se cambiaron todos los días a la misma hora para evitar su contaminación. Antes de realizar las mediciones de las diferentes propiedades, las muestras se lavaron con agua destilada y se secaron con papel absorbente. Todos los especímenes se mantuvieron en una incubadora a 37 °C por 28 días (43).

### **Registro de absorción y solubilidad**

La determinación de la absorción y la solubilidad en agua de los materiales se realizó según especificaciones de la norma ISO 4049:2009 (23).

Una vez pulidas las muestras, se almacenaron durante 24 horas a 37 °C en un desecador. A continuación, las muestras se pesaron en una balanza analítica de precisión OHUS. Este ciclo se repitió hasta lograr un peso constante (m1). El grosor y el diámetro de cada espécimen se midió utilizando un calibrador digital (Mitutoyo). Para el cálculo del volumen (V). Las muestras se acondicionaron durante 28 días en las soluciones de almacenamiento a 37 °C.

Las muestras se extrajeron de las soluciones, se lavaron, se secaron con papel absorbente y se pesaron hasta alcanzar un peso constante (m2). Luego, las muestras se almacenaron de nuevo a 37 °C en un desecador. Las muestras se pesaron hasta alcanzar un peso constante (m3).

El valor de absorción de agua ( $W_{sp}$ ) y solubilidad ( $W_{sl}$ ) en  $\mu\text{g} / \text{mm}^3$  se calculó de acuerdo con las siguientes fórmulas:

$$W_{sp} = (m2 - m3) / V$$

$$W_{sl} = (m1 - m3) / V$$

Donde m1 es el peso del espécimen antes del almacenamiento, m2 es el peso del espécimen ( $\mu\text{g}$ ) después del acondicionamiento en las soluciones de almacenamiento a 37 °C durante 28 días, m3 es el peso del espécimen después del acondicionamiento en las soluciones de almacenamiento a 37 °C durante 28 días y secado, y V es el volumen de la muestra ( $\text{mm}^3$ ).

### **Registro de color**

La medición de color se realizó con un espectrofotómetro Vita Easysshade Advanced 4.0 (Vita, Postfach, Alemania). La diferencia de color se registró en la escala CIElab en el laboratorio de Materiales dentales de la Facultad de Estomatología de la Universidad Peruana Cayetano Heredia.

Se realizaron 3 registros por cada muestra en los siguientes tiempos:

- i. T0: Después de las 24h de polimerizado, antes de la exposición a la sustancia de inmersión
- ii. T14: 14 días después de la exposición a las sustancias de inmersión

iii. T28: 28 días después de la exposición a las sustancias de inmersión

Para determinar la diferencia de color ( $\Delta E$ ) se utilizó la fórmula:

$$\Delta E = [(L_2 - L_1)^2 + (a_2 - a_1)^2 + (b_2 - b_1)^2]^{1/2}$$

Con esto se obtuvo el  $\Delta E$  T14-T0,  $\Delta E$  T28-T0

#### **4.6 Plan de análisis**

Los datos fueron almacenados en una base de datos en el programa Microsoft Excel 2013.

Para la estadística descriptiva se utilizó la media y desviación estándar de los valores de absorción y solubilidad ( $W_{sp}$  y  $W_{sl}$ ) y de los valores estabilidad de color de L, a, b y  $\Delta E$ . Se analizó la normalidad de los datos con la prueba de Shapiro-Wilk. El análisis inferencial se realizó mediante la prueba estadística de ANOVA, en caso exista diferencias estadísticamente significativas se utilizó el post hoc de Tukey. Se utilizó un nivel de confianza de 95%.

Los análisis se realizaron en el paquete estadístico Stata SE 16.

#### **4.7 Aspectos éticos**

Se presentó esta investigación a la Dirección Universitaria de Investigación, Ciencia y Tecnología (DUARI) de la Universidad Peruana Cayetano Heredia para el registro y aprobación de la misma. Se solicitó permiso al laboratorio de Materiales de la Unidad de Postgrado de la Facultad de Estomatología. La investigadora no presenta conflictos de interés con ninguna de las marcas estudiadas.

## V. RESULTADOS

Los resultados de  $\Delta E$ , L, a y b a los 14 y 28 días se muestran en la Tabla 1.

En relación a  $\Delta E$  para la resina Tetric N-Ceram Bulk fill, Filtek One Bulk fill y Filtek Z350XT se encontró que las bebidas On y No Stress pigmentaron significativamente más que el café a los 14 y 28 días ( $p < 0.05$ ). Amalaki, Vita XtraT+ y café produjeron valores similares en el  $\Delta E$  a los 14 y 28 días ( $p > 0.05$ ), independientemente de la resina evaluada.

Para el caso de  $\Delta L$ , todas las resinas evaluadas disminuyeron los valores luego de la exposición a las bebidas. La bebida que mayor oscurecimiento generó fue la bebida On ( $p < 0.05$ ) a los 14 y 28 días, excepto en la resina Tetric N-Ceram Bulk fill. Las bebidas Vita XtraT+, No stress y café produjeron valores similares de en L, sin diferencias significativas entre ellas ( $p > 0.05$ ), excepto para Tetric N-Ceram Bulk fill en la que la bebida No stress generó menor oscurecimiento que el café.

En relación a  $\Delta a$ , todas las resinas evaluadas presentaron los mayores valores de a luego de exposición a la bebida On seguido de la bebida No stress a los 14 y 28 días ( $p < 0.05$ .) Amalaki, Vita Xtra T+ y café produjeron los menores valores de a, sin diferencias significativas entre ellos ( $p > 0.05$ ) para las resinas Filtek One Bulk fill y Filtek Z350XT. Para la resina Tetric N-Ceram Bulk fill, las bebidas No stress, Vita Xtra T+ y café produjeron valores similares ( $p > 0.05$ )

Para el caso de  $\Delta b$ , todas las resinas evaluadas presentaron los mayores valores de b luego de exposición a la bebida On seguido de la bebida No stress, a los 14 y 28 días ( $p < 0.05$ ). Amalaki produjo valores similares de b que el café para la resina Tetric N-Ceram Bulk fill y Filtek One Bulk fill a los 14 y 28 días ( $p > 0.05$ ). Para el

caso de la resina Filtek Z350XT, Amalaki y Vita Xtra T+ produjeron valores similares de b que el café ( $p>0.05$ ).

Según los resultados mencionados, las resinas Tetric N-Ceram Bulk fill y Filtek One Bulk fill presentaron la mayor pigmentación en comparación con la resina convencional luego de la exposición a las bebidas funcionales a los 14 días ( $p>0.05$ ), mientras que después de 28 días, la resina que presentó la mayor pigmentación fue la resina Filtek One Bulk fill ( $p>0.05$ ).

Los resultados de absorción y solubilidad se muestran en la Tabla 2. En relación a la absorción, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas según el tipo de resina estudiada ( $p>0.05$ ) excepto, para la resina Filtek Z350XT, en la cual las bebidas On y No stress presentaron los menores valores de absorción en comparación con el café ( $p<0.05$ ).

En relación a la solubilidad, no se encontró diferencias estadísticamente significativas para las resinas Filtek One Bulk fill y Filtek Z350XT expuestas a cualquier bebida ( $p>0.05$ ), excepto para la resina Tetric N-Ceram Bulk fill en la que se observa que a la exposición a Amalaki presentó el mayor valor de solubilidad ( $p<0.05$ ).

**Tabla 1.** Comparación de la estabilidad de color de las resinas según los valores de diferencia de color ( $\Delta E$ ), luminosidad ( $\Delta L$ ), coordenadas verde-rojo ( $\Delta a$ ) y coordenadas azul-amarillo ( $\Delta b$ ) expuestas a diferentes bebidas funcionales.

Resina	Bebida	$\Delta E(T14-T0)$	$\Delta E(T28-T0)$	$\Delta L(T14-T0)$	$\Delta L(T28-T0)$	$\Delta a(T14-T0)$	$\Delta a(T28-T0)$	$\Delta b(T14-T0)$	$\Delta b(T28-T0)$
<b>Tetric N-Ceram Bulk fill</b>	<b>Agua</b>	1.30 ± 0.17 <sup>ab</sup>	1.24 ± 0.46 <sup>a</sup>	-0.12 ± 0.22 <sup>l</sup>	-1.05 ± 0.51 <sup>hi</sup>	0.19 ± 0.09 <sup>abc</sup>	0.56 ± 0.08 <sup>ab</sup>	1.26 ± 0.16 <sup>abcd</sup>	0.19 ± 0.22 <sup>ab</sup>
	<b>Amalaki</b>	2.69 ± 0.64 <sup>bcd</sup>	4.61 ± 1.20 <sup>bc</sup>	-1.69 ± 0.47 <sup>hij</sup>	-3.67 ± 0.87 <sup>e</sup>	0.47 ± 0.07 <sup>bcd</sup>	1.24 ± 0.24 <sup>bcd</sup>	2.03 ± 0.48 <sup>cde</sup>	2.40 ± 1.06 <sup>bcd</sup>
	<b>On</b>	11.86 ± 2.07 <sup>i</sup>	13.56 ± 3.43 <sup>e</sup>	-3.05 ± 0.96 <sup>de</sup>	-4.33 ± 1.24 <sup>cde</sup>	3.21 ± 0.36 <sup>g</sup>	4.73 ± 0.94 <sup>g</sup>	10.98 ± 1.97 <sup>h</sup>	11.91 ± 3.22 <sup>g</sup>
	<b>No stress</b>	7.53 ± 0.77 <sup>h</sup>	10.17 ± 1.34 <sup>d</sup>	-1.39 ± 0.49 <sup>ij</sup>	-2.49 ± 0.88 <sup>fg</sup>	1.26 ± 0.21 <sup>ef</sup>	2.38 ± 0.41 <sup>ef</sup>	7.28 ± 0.67 <sup>g</sup>	9.55 ± 1.10 <sup>f</sup>
	<b>Vita XtraT+</b>	2.86 ± 0.89 <sup>bcd</sup>	5.55 ± 2.03 <sup>c</sup>	-2.45 ± 0.88 <sup>defg</sup>	-4.89 ± 1.84 <sup>bcd</sup>	1.13 ± 0.45 <sup>ef</sup>	2.57 ± 0.87 <sup>f</sup>	0.83 ± 0.31 <sup>abc</sup>	0.07 ± 0.43 <sup>a</sup>
	<b>Café</b>	4.28 ± 0.93 <sup>efg</sup>	6.28 ± 1.89 <sup>c</sup>	-2.75 ± 0.80 <sup>def</sup>	-4.53 ± 1.20 <sup>cde</sup>	0.85 ± 0.16 <sup>de</sup>	1.56 ± 0.44 <sup>cde</sup>	3.14 ± 0.61 <sup>e</sup>	4.04 ± 1.48 <sup>de</sup>
<b>Filtek One Bulk fill</b>	<b>Agua</b>	0.81 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.98 ± 0.14 <sup>a</sup>	-0.71 ± 0.14 <sup>kl</sup>	-0.83 ± 0.23 <sup>i</sup>	-0.01 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.03 ± 0.05 <sup>a</sup>	-0.31 ± 0.19 <sup>a</sup>	-0.44 ± 0.20 <sup>a</sup>
	<b>Amalaki</b>	3.05 ± 0.36 <sup>cde</sup>	4.86 ± 0.54 <sup>bc</sup>	-2.39 ± 0.22 <sup>efgh</sup>	-4.08 ± 0.52 <sup>cde</sup>	0.08 ± 0.12 <sup>ab</sup>	0.61 ± 0.27 <sup>ab</sup>	1.88 ± 0.30 <sup>cde</sup>	2.54 ± 0.29 <sup>cd</sup>
	<b>On</b>	19.51 ± 3.48 <sup>j</sup>	25.73 ± 5.68 <sup>g</sup>	-5.44 ± 0.87 <sup>a</sup>	-7.85 ± 1.53 <sup>a</sup>	6.35 ± 1.02 <sup>h</sup>	9.61 ± 2.16 <sup>h</sup>	17.63 ± 3.23 <sup>i</sup>	22.54 ± 5.05 <sup>i</sup>
	<b>No stress</b>	11.30 ± 0.54 <sup>i</sup>	17.13 ± 1.65 <sup>f</sup>	-3.16 ± 0.16 <sup>cd</sup>	-5.07 ± 0.67 <sup>bc</sup>	3.23 ± 0.21 <sup>g</sup>	5.60 ± 0.66 <sup>g</sup>	10.35 ± 0.50 <sup>h</sup>	15.37 ± 1.41 <sup>h</sup>
	<b>Vita XtraT+</b>	2.89 ± 0.56 <sup>bcd</sup>	5.18 ± 0.71 <sup>c</sup>	-2.86 ± 0.54 <sup>de</sup>	-5.01 ± 0.67 <sup>bc</sup>	0.25 ± 0.23 <sup>abc</sup>	1.15 ± 0.34 <sup>bcd</sup>	-0.28 ± 0.15 <sup>ab</sup>	-0.59 ± 0.27 <sup>a</sup>
	<b>Café</b>	4.80 ± 0.55 <sup>fg</sup>	5.99 ± 0.51 <sup>c</sup>	-3.87 ± 0.51 <sup>bc</sup>	-5.15 ± 0.38 <sup>bc</sup>	0.82 ± 0.11 <sup>de</sup>	1.22 ± 0.12 <sup>bcd</sup>	2.71 ± 0.39 <sup>de</sup>	2.79 ± 0.41 <sup>cd</sup>

\*Diferentes letras minúsculas indican diferencias estadísticamente significativas tanto en filas como en columnas ( $p < 0.05$ ).

<b>Resina</b>	<b>Bebida</b>	$\Delta E(T14-T0)$	$\Delta E(T28-T0)$	$\Delta L(T14-T0)$	$\Delta L(T28-T0)$	$\Delta a(T14-T0)$	$\Delta a(T28-T0)$	$\Delta b(T14-T0)$	$\Delta b(T28-T0)$
<b>Filtek Z350XT</b>	<b>Agua</b>	1.82 ± 0.31 <sup>abc</sup>	2.45 ± 0.33 <sup>ab</sup>	-1.25 ± 0.30 <sup>ik</sup>	-2.02 ± 0.39 <sup>gh</sup>	0.32±0.06 <sup>abc</sup>	0.54 ± 0.05 <sup>ab</sup>	1.28 ± 0.16 <sup>bcd</sup>	1.25 ± 0.13 <sup>abc</sup>
	<b>Amalaki</b>	3.07 ± 0.34 <sup>cde</sup>	4.86 ± 0.48 <sup>bc</sup>	-1.95 ± 0.37 <sup>ghij</sup>	-3.78 ± 0.36 <sup>de</sup>	0.05 ± 0.05 <sup>ab</sup>	0.55 ± 0.10 <sup>ab</sup>	2.3 ± 0.57 <sup>cde</sup>	2.99 ± 0.41 <sup>cd</sup>
	<b>On</b>	10.21 ± 3.26 <sup>i</sup>	12.56±3.49 <sup>de</sup>	-3.95 ± 0.80 <sup>b</sup>	-5.99 ± 0.95 <sup>b</sup>	3.42 ± 0.78 <sup>g</sup>	5.32 ± 0.99 <sup>g</sup>	8.75 ± 3.14 <sup>g</sup>	9.56 ± 3.54 <sup>f</sup>
	<b>No stress</b>	5.87 ± 0.71 <sup>gh</sup>	6.92 ± 0.83 <sup>c</sup>	-2.53 ± 0.45 <sup>defg</sup>	-3.43 ± 0.43 <sup>ef</sup>	1.39 ± 0.15 <sup>f</sup>	1.96 ± 0.28 <sup>def</sup>	5.09 ± 0.74 <sup>f</sup>	5.66 ± 0.82 <sup>e</sup>
	<b>Vita XtraT+</b>	2.42±0.11 <sup>abcd</sup>	4.77 ± 0.44 <sup>bc</sup>	-2.03 ± 0.11 <sup>fghi</sup>	-4.45 ± 0.41 <sup>cde</sup>	0.54 ± 0.19 <sup>cd</sup>	1.27 ± 0.36 <sup>bcd</sup>	1.17 ± 0.20 <sup>abcd</sup>	1.06 ± 0.27 <sup>abc</sup>
	<b>Café</b>	3.76 ± 0.96 <sup>def</sup>	4.75 ± 1.16 <sup>bc</sup>	-2.71 ± 0.62 <sup>def</sup>	-3.82 ± 0.74 <sup>de</sup>	0.54 ± 0.19 <sup>cd</sup>	0.71 ± 0.28 <sup>abc</sup>	2.54 ± 0.73 <sup>de</sup>	2.69 ± 0.97 <sup>cd</sup>

\*Diferentes letras minúsculas indican diferencias estadísticamente significativas tanto en filas como en columnas (p<0.05)

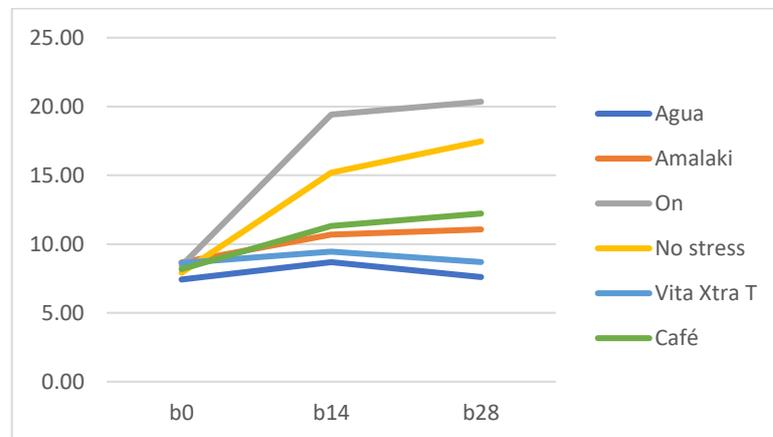
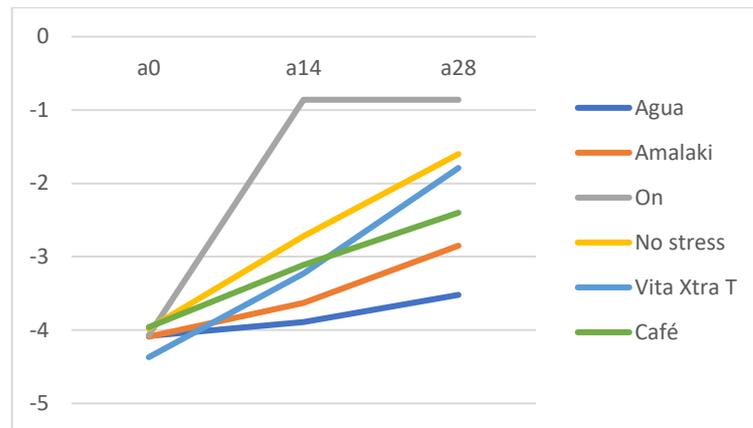
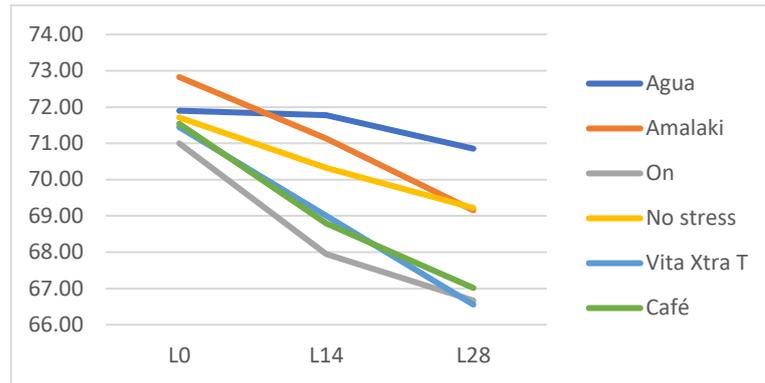


Gráfico 1: Distribución de valor L, a, b para la resina Tetric N-Ceram Bulk fill.  
 Gráfico 1a. Distribución de los valores de L. Gráfico 1b. Distribución de los valores de a. Gráfico 1c. Distribución de los valores de b

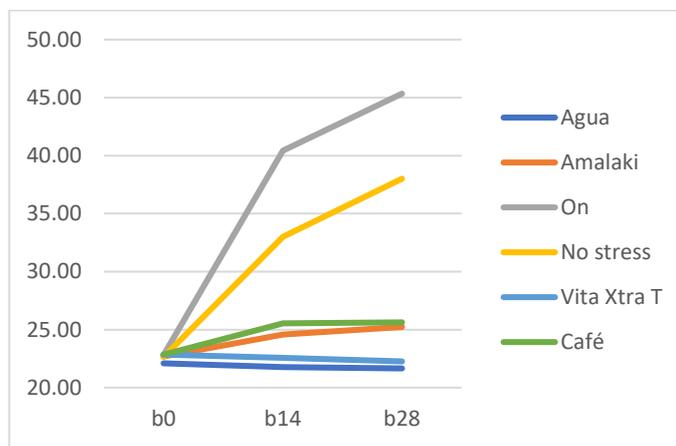
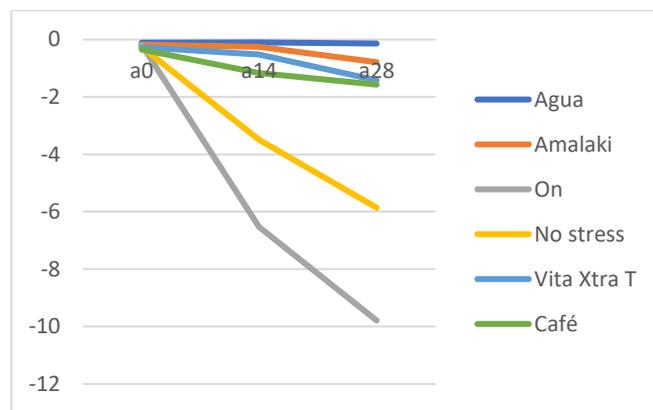
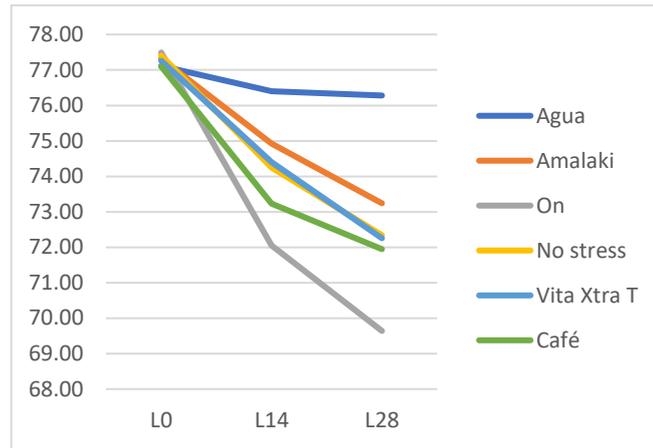


Gráfico 2: Distribución de valor L, a, b para la resina Filtek One Bulk fill. Gráfico 2a. Distribución de los valores de L. Gráfico 2b. Distribución de los valores de a. Gráfico 2c. Distribución de los valores de b.

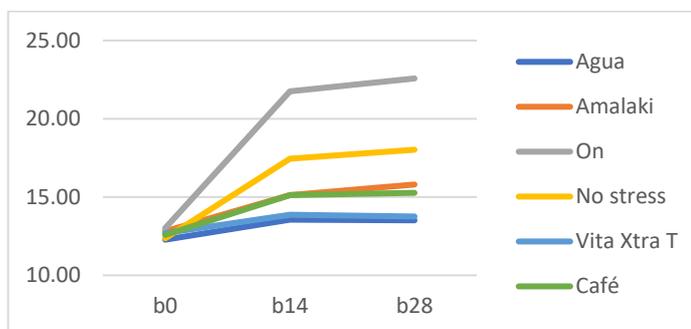
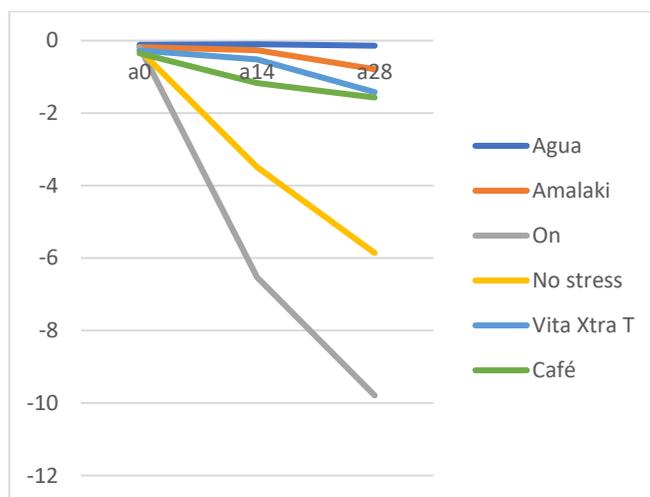
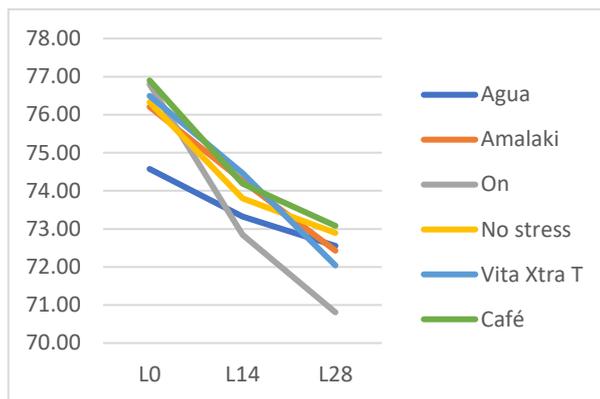


Gráfico 3: Distribución de valor L, a, b para la resina Filtek Z350XT. Gráfico 3a. Distribución de los valores de L. Gráfico 3b. Distribución de los valores de a. Gráfico 3c. Distribución de los valores de b

**Tabla 2.** Comparación de la degradación por técnica de absorción y solubilidad de las resinas expuestas a diferentes bebidas funcionales.

Resina	Bebida	Absorción	Solubilidad
Tetric N-Ceram Bulk fill	Agua	1.44 ± 0.18 <sup>a</sup>	-3.15 ± 0.50 <sup>a</sup>
	Amalaki	3.31 ± 1.56 <sup>abc</sup>	51.58 ± 57.19 <sup>b</sup>
	On	1.65 ± 0.51 <sup>a</sup>	-4.01 ± 0.38 <sup>a</sup>
	No stress	1.68 ± 0.37 <sup>a</sup>	-3.53 ± 0.85 <sup>a</sup>
	Vita XtraT+	1.36 ± 0.03 <sup>a</sup>	-2.82 ± 0.38 <sup>a</sup>
	Café	1.97 ± 0.52 <sup>ab</sup>	-2.87 ± 0.87 <sup>a</sup>
Filtek One Bulk fill	Agua	4.44 ± 0.99 <sup>c</sup>	-2.44 ± 0.39 <sup>a</sup>
	Amalaki	4.95 ± 0.30 <sup>cd</sup>	-2.31 ± 0.54 <sup>a</sup>
	On	4.28 ± 0.50 <sup>c</sup>	-3.33 ± 0.52 <sup>a</sup>
	No stress	3.98 ± 0.91 <sup>bc</sup>	-2.93 ± 1.00 <sup>a</sup>
	Vita XtraT+	5.37 ± 1.45 <sup>cde</sup>	-1.69 ± 0.48 <sup>a</sup>
	Café	5.4 ± 1.04 <sup>cde</sup>	-2.64 ± 0.41 <sup>a</sup>
Filtek Z350XT	Agua	7.21 ± 1.67 <sup>e</sup>	-8.01 ± 0.78 <sup>a</sup>
	Amalaki	6.61 ± 1.40 <sup>de</sup>	-6.31 ± 1.63 <sup>a</sup>
	On	4.41 ± 0.83 <sup>c</sup>	-8.99 ± 2.70 <sup>a</sup>
	No stress	4.4 ± 0.40 <sup>c</sup>	-8.97 ± 0.96 <sup>a</sup>
	Vita XtraT+	5.08 ± 0.65 <sup>cde</sup>	-7.22 ± 1.19 <sup>a</sup>
	Café	5.31 ± 0.69 <sup>cde</sup>	-7.57 ± 1.50 <sup>a</sup>

\*Diferentes letras minúsculas indican diferencias estadísticamente significativas( $p < 0.05$ ).

## VI. DISCUSIÓN

Los materiales restauradores están expuestos constantemente a pigmentos ya sea por los alimentos o por los procesos bioquímicos del medio oral. Debido a esto el color puede verse afectado por diversos factores como son la dieta, pH de las bebidas, la hidrofilia del material, la presencia de placa bacteriana, el grado de pulido, la polimerización incompleta, entre otros (47).

La estabilidad de color de estos materiales ha sido estudiada ampliamente, buscando de esta forma, la constante mejora de las propiedades mecánicas y estéticas de los materiales restauradores.

El objetivo de este estudio fue evaluar cómo un grupo de bebidas con consumo creciente, las bebidas funcionales, pueden influir en la degradación y estabilidad de color de resinas *Bulk fill* que se desarrollaron recientemente con la finalidad de disminuir el tiempo de trabajo clínico favoreciendo su mayor grado de conversión cuando son colocadas en grandes volúmenes.

Por otro lado, con esta creciente demanda se están desarrollando e investigando diversos alimentos funcionales. Estos productos, contienen principios activos propios o aditivos que se suman a los componentes nutritivos que se encuentran en forma natural o procesada y ejercen un efecto beneficioso sobre la salud humana (48). Se proyecta que el mercado de bebidas funcionales registre una tasa de crecimiento anual compuesta de 7.5% para el periodo 2022-2027 según *Research and Markets* (49). Por otro lado, *Industry Research*, estima que el tamaño del mercado global de Alimentos y bebidas funcionales crecerá a una CAGR de 9% con ingresos USD 276.68 bn durante el período de pronóstico 2021-2024 (49).

Según los resultados del presente estudio, se encontró que todas las bebidas produjeron una pigmentación independientemente del tiempo. Existen muchos estudios que han demostrado que bebidas como el té, café, cola, vino tinto, jugo de frutas y bebidas energéticas pueden producir pigmentación de los materiales de restauración por la adsorción y absorción de los pigmentos presentes en la composición química de dichos productos (30,50,51).

Sin embargo, no ha sido estudiado el potencial de pigmentación en el grupo de bebidas funcionales.

El café es una de las bebidas no alcohólicas más pigmentantes para la resina compuesta (52). Durante el tostado del café, se producen compuestos nitrogenados de alto peso molecular de color marrón llamados melanoidinas que son los principales responsables de la pigmentación (30). Además, presenta diferentes pigmentos en su composición, como el ácido tánico que tiene diferentes polaridades y una fuerte afinidad por los polímeros (53). También presenta cantidades significativas de ácido gálico que favorece a dicha pigmentación (30). La cafeína contribuye también a la pigmentación a medida que penetra profundamente en la matriz compuesta (54). El mecanismo de pigmentación del café es por absorción y adsorción de sus pigmentos polares en la fase orgánica de las resinas compuestas, esto puede deberse a la afinidad que tienen los polímeros de resina a los pigmentos amarillos del café. Una polaridad más baja causa que los pigmentos del café tengan una mayor adsorción y penetración del pigmento en la resina compuesta (55).

En el presente estudio, el café fue seleccionado como control positivo ya que es una de las bebidas más pigmentantes y que es consumida con más frecuencia de manera

diaria. Guler *et al.* revelaron que el tiempo regular para beber una taza de café es de 15 minutos y las personas que beben café regularmente, ingieren 3.2 tazas de café por día (50). En consecuencia, los 28 días de almacenamiento replicaron el consumo de la bebida aproximadamente a un año de consumo. No se eligió al vino como control positivo porque a pesar de ser la bebida que más pigmenta, es una bebida alcohólica.

En el presente estudio se encontró que las resinas evaluadas Tetric N-Ceram Bulk fill, Filtek One Bulk fill y Filtek Z350XT sumergidas en las bebidas funcionales On y No stress se pigmentaron significativamente más que cuando fueron inmersas en café a los 14 y 28 días ( $p < 0.05$ ). Sin embargo, Amalaki, Vita XtraT+ y café produjeron valores similares en el  $\Delta E$  a los 14 y 28 días ( $p > 0.05$ ), independientemente de la resina evaluada. Todas las bebidas funcionales evaluadas presentaron potencial de pigmentación de las resinas compuestas seleccionadas lo que está relacionado con la composición de las mismas.

On es una bebida funcional ofrecida para activar la mente, mantenerte alerta y reforzar la función cognitiva. Dentro de su composición encontramos un mix de aminoácidos, donde destaca la taurina; un mix de extractos frutales como el de yerba mate, açai berry, entre otros. (45)

No stress es una bebida funcional ofrecida para mantener la concentración y el enfoque en momentos de gran tensión, así como también mejorar la capacidad de concentración. En su composición encontramos aminoácidos esenciales (l- teanina, glicina, triptofano), extracto de frutas (ashwagandha, amalaki y limón). (45)

Vita Xtra T+ es una bebida funcional ofrecida por sus efectos energizantes, antioxidantes y mejorar la resistencia física, la cual presenta en su composición antocianinas del maíz morado, el cual es un antioxidante natural, además, tiene mix de extractos vegetales (té verde, té negro, açái berry, entre otros). (45)

Tanto la bebida On como Vita Xtra T+ presentan una coloración naranja y morada muy intensa respectivamente, lo que indica la presencia de ciertos pigmentos en su composición. Ambos presentan antocianinas, dichos pigmentos los encontramos en alimentos como los arándanos, uvas rojas y jugo de açái. Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles que brindan colores rojos, morados o azules dependiendo del pH (56,57).

En relación al Amalaki es el producto con las más altas fuentes de vitamina C, que tiene 20 veces la concentración de vitamina C de una naranja y 160 veces la de una manzana. Las hojas de esta fruta contienen en su composición ácido gálico y ácido ascórbico (58). La bebida funcional es ofrecida como antioxidante, regenerador celular. Presenta en su composición jujube, tulsi, turmérico, jengibre, haritaki y cúrcuma.

Se ha demostrado que las bebidas ácidas degradan la superficie de las restauraciones, lo que finalmente conlleva a un cambio de color.

El pH es un factor desfavorable para las resinas hidrófilas porque afecta la tasa de degradación mediante catálisis (59). En la cavidad oral, el pH varía según las condiciones de la superficie dental y del entorno bucal (60). Los ácidos producidos por el metabolismo bacteriano como el ácido acético, propiónico y láctico pueden

cambiar el pH. Bebidas alcalinas como el agua mineral, bebidas iónicas, té verde, té de hierbas, también son potenciales fuentes de variaciones de pH (61).

Un pH bajo tiene un efecto adverso sobre la resistencia al desgaste de las resinas compuestas en términos de la interacción con las partículas de relleno y en descomposición de la matriz (62). Las bebidas altamente alcalinas pueden acelerar la hidrólisis y producir daños microestructurales en la superficie.

Las soluciones ácidas provocan que el agente de unión se separe de las partículas de relleno de la resina compuesta, provocando la pérdida de dureza debido a la hidrólisis en la interfaz donde el dimetacrilato se une a la matriz orgánica. Asimismo, las bebidas ácidas degradan la superficie de las restauraciones, lo que finalmente conlleva a un cambio de color. El efecto de la bebida no solo depende del pH de ésta sino de los pigmentos presentes en ella (46). Entre las bebidas con mayor potencial para la pigmentación, el más destacado es el vino tinto con un pH de 3.5, seguido de refrescos a base de Cola con un pH de 3 y el café con un pH de 5 (63-65).

Por otro lado, el cambio de color de las resinas compuestas causadas por diferentes sustancias de tinción puede depender del tipo de material y la susceptibilidad a la pigmentación puede atribuirse a su tipo de relleno o matriz de resina (66).

Existen reportes acerca de que la resina *Bulk fill* presenta menor potencial de pigmentación que una resina convencional después de un mes de evaluación luego de la inmersión en café, Coca cola y vino tinto (67). Esto difiere de los resultados de este estudio debido a que las resinas con mayor pigmentación fueron las *Bulk fill*, esto puede deberse al contenido orgánico de la resina ya que la matriz orgánica

y los monómeros influyen directamente en la estabilidad de color de las resinas compuestas. Esto se debe al grado de conversión y a la hidrofilia del material (68). La resina convencional Filtek Z350XT presentó la mayor estabilidad de color de todos los materiales estudiados. El mayor cambio de color fue de la resina Filtek One Bulk fill, esto puede deberse al mayor contenido de matriz de resina en comparación con las otras resinas, esto se traduce en una mayor susceptibilidad a la degradación hidrolítica y absorción de agua.

Teniendo en cuenta el tipo de resina compuesta, la resina convencional de nanorrelleno (Filtek Z350XT) mostró una tendencia a disminuir el cambio de color a los 14 y a los 28 días. El tamaño de partícula más pequeño presente en esta resina compuesta podría explicar su menor susceptibilidad a la pigmentación (69), destacando la diferencia en el contenido de relleno entre la resina convencional y la *Bulk fill*, siendo la resina *Bulk fill*, la que presenta menor contenido de relleno. Santos *et al.* concluyeron que el menor contenido de relleno y mayor proporción de la matriz de resina, puede retener mayores pigmentos (70).

Algunas resinas *Bulk fill* presentan un mayor contenido de matriz orgánica que las resinas convencionales. Si bien el grado de conversión esperado es mayor, el mayor contenido de la matriz orgánica que presentan las resinas *Bulk fill* puede promover una mayor pigmentación. Una matriz monomérica que contiene una cantidad sustancial de Dimetacrilato de trietilenglicol (TEGDMA) puede conducir a una mayor absorción de agua y en consecuencia, pigmentación del material (71).

Una mayor cantidad de relleno influye en los cambios cromáticos ya que esta parte no es susceptible a la pigmentación debido a su naturaleza química. Se ha

establecido una relación entre la pigmentación en las resinas que contienen TEGDMA (41). En este estudio, la mayoría de resinas compuestas contienen en su composición TEGDMA, destacando que la resina Tetric-N-Ceram Bulk fill no contiene TEGDMA y aun así presentó un alto valor de  $\Delta E$ . Dicho monómero puede considerarse el monómero menos hidrófilo y el grupo aromático de AUDMA disminuye la afinidad por el agua y tiene un ángulo de contacto con el agua más pronunciado en comparación con el Dimetacrilato de uretano (UDMA) (72).

La mayor estabilidad de color la presentó la resina Filtek Z350XT y eso puede estar justificado porque en su composición presenta dimetacrilato de uretano (UDMA), BIS-EMA y metacrilato de glicidilo (BIS-GMA), que, de acuerdo a los fabricantes, le otorga una mayor hidrofobicidad a la resina compuesta y son más resistentes a los cambios de color y menos susceptibles a la absorción de agua porque tiene menos cadenas alifáticas hidrófilas, presenta menor polaridad y contiene enlaces carbamato (73).

Las resinas *Bulk fill* evaluadas en este estudio pigmentaron significativamente más que el grupo control. Esto puede deberse a una mayor proporción de matriz orgánica en comparación con otras resinas, ya que la absorción de agua se produce principalmente a partir de esta matriz. Cuanto mayor sea el contenido de la materia orgánica, menos resistente será la resina a la degradación hidrolítica y la absorción de agua, en consecuencia, menor será su estabilidad de color (74).

También tiene relación con el grado de conversión de la resina. El grado de conversión depende de factores como la intensidad de radiación de la unidad de polimerización y el tiempo de fotopolimerización. Los cambios de color

dependiendo del proceso de polimerización pueden causar cambios en las propiedades ópticas de las resinas. Los grupos metacrilatos residuales no convertidos pueden causar un aumento de la absorción de agua de la matriz de la resina y alteraciones en el color (75).

La pigmentación de las resinas es causada por la adsorción o absorción de los colorantes de las bebidas y la afinidad de la resina por las manchas extrínsecas está modulada por la velocidad de su absorción de agua. El aumento de la sinergia entre las partículas de relleno y la matriz de resina puede ser responsable de la reducción de la absorción de agua y solubilidad (76).

En esta investigación se encontró que, para la estabilidad de color, las resinas *Bulk fill* exhibieron igual variación de color que la resina de nanorrelleno cuando fueron inmersas en las bebidas Amalaki, café y agua luego de 14 y 28 días, mientras que, luego de 28 días, se observó que las resinas Bulk fill presentaron igual variación de color que la resina de nanorrelleno cuando fueron inmersas en las bebidas Amalaki, Vita Xtra T+, café. Además, se encontró diferencias estadísticamente significativas entre ambas resinas *Bulk fill* y la de nanorrelleno luego de haber sido inmersa en la bebida No stress.

Con respecto a las bebidas evaluadas en este estudio, se ha encontrado que las bebidas On y No Stress generaron la mayor pigmentación respecto al café a los 14 y 28 días. Asimismo, Amalaki, Vita Xtra T+ y café produjeron igual variación de color a los 14 y 28 días independientemente de la resina evaluada.

Los cambios de color en los compuestos de resina luego de la inmersión en agua destilada fueron imperceptibles y clínicamente aceptables, esto se debe, a que la

absorción de agua por sí misma no alteró el color del compuesto porque el agua destilada no presenta pigmentos.

Existen numerosos estudios de color en resinas compuestas y estos normalmente presentan sus muestras sumergidas en diferentes medios de tinción (incubados a 37°C) en diferentes tiempos: por 1 día, 3 días, 1 semana o más, esto depende del tipo de medio y material utilizado. En este presente estudio, el tiempo de evaluación de los especímenes fue de 28 días basándonos en la evidencia científica, ya que, se encuentra bastante documentado que la equivalencia para la inmersión de la resina por 1 día en algún medio de tinción es igual a 1 año 4 minutos de uso diario (50).

Aunque en el presente estudio se usó el mismo color de resina (A2 e IVB) tanto para la resina convencional como para la resina *Bulk fill*, se observaron mayores diferencias para los valores de L, esto puede deberse a que las resinas *Bulk fill* tienen una cantidad de relleno relativamente menor y un mayor tamaño de partícula que las resinas convencionales. Lo cual, está relacionado con la influencia directa en la translucidez del material, lo que permite la penetración de una mayor cantidad de luz en el espesor, haciendo de esta manera inferiores los valores de L para las resinas *Bulk fill*.

Según los resultados de este estudio, el valor de  $\Delta E$  de todos los materiales restauradores medidos en las diferentes bebidas funcionales excepto en el control negativo están por encima del nivel clínicamente aceptable ( $\leq 3.3$ ), esto quiere decir, que las resinas *Bulk fill* pigmentaron más que la resina convencional.

Para medir el color se han desarrollado diferentes dispositivos para minimizar los potenciales errores de la percepción del color del ojo humano. Es posible calcular

los valores de  $\Delta E$  obtenidos usando los parámetros en el sistema de color CIE Lab y mostrar las diferencias de color (77).

El presente estudio utilizó el sistema CIE Lab para evaluar las diferencias de color, debido a que es un método apropiado para reconocer incluso pequeñas diferencias de color y también es un método que ofrece el beneficio de la sensibilidad y repetibilidad (78).

Para eliminar el potencial error subjetivo en la evaluación del color, en el presente estudio se utilizó un espectrofotómetro para las mediciones de color. En estudios previos, se determinó que el valor umbral del color clínicamente aceptable fue  $\leq 3.3$  (79).

La absorción y solubilidad son variables influenciadas por múltiples factores. De acuerdo con el ISO 4049, los valores de absorción y solubilidad de las resinas compuestas no deben de exceder  $40 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  y  $7,5 \mu\text{g}/\text{mm}^3$  respectivamente (23).

Tetric N-Ceram Bulk fill presentó la mayor solubilidad a la exposición a Amalaki, esto puede estar relacionado con el contenido de bis-EMA en su matriz orgánica, ya que la matriz orgánica absorbe agua y una menor cantidad de relleno conduce a una mayor absorción de agua y el agua absorbida al reaccionar con las partículas de relleno producen la separación de éstas contribuyendo a su liberación.

Con respecto a la absorción, la resina Filtek Z350XT, expuesta a las bebidas On y No stress presentaron los menores valores de absorción en comparación con el café, esto puede deberse a la presencia de monómeros hidrofóbicos de la matriz de la resina como UDMA.

Actualmente, se observa un incremento en el consumo de las bebidas funcionales en el estilo de vida de las personas, por lo que, se deberían de realizar futuras investigaciones para ver la influencia de dichas bebidas sobre la superficie de las resinas compuestas y evaluar los posibles efectos secundarios como la pigmentación dentaria o de la resina compuesta.

Una de las limitaciones del estudio es con respecto a las bebidas funcionales, en donde el fabricante no precisa a detalle todos los componentes que presenta cada bebida en la tabla de valor nutricional.

Con el creciente consumo de las bebidas funcionales en el estilo de vida de las personas, se deberían de realizar futuras investigaciones para un mejor entendimiento de dichas bebidas sobre la superficie de las resinas compuestas y evaluar los posibles efectos secundarios como la pigmentación de la resina compuesta, rugosidad superficial, adherencia bacteriana y pigmentación dental.

## **VII. CONCLUSIONES**

Se puede concluir del presente estudio que todas las resinas presentaron un cambio de color luego de ser expuestas a bebidas funcionales. La bebida ON y No Stress provocaron cambios de color perceptibles mayores que el café. La resina Tetric N-Ceram Bulk fill presentó la mayor absorción y solubilidad al ser sumergida en Amalaki.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- a) Ampliar el tiempo de estudio para aumentar la significancia de la investigación.
- b) Incluir más variables como el pH, para analizar cómo afecta en la degradación de las resinas compuestas.
- c) Incluir saliva artificial como control negativo para simular las mejores condiciones de la cavidad oral.
- d) Hacer un análisis de la composición de las bebidas para poder explicar mejor los procesos de pigmentación de los materiales.
- e) Estudiar más bebidas funcionales en diferentes aspectos ya que son bebidas no estudiadas regularmente.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Melo RA, Bispo ASL, Barbosa GAS, Galvão MR, de Assunção IV, Souza ROA, et al. Morphochemical characterization, microhardness, water sorption, and solubility of regular viscosity Bulk fill and traditional composite resins. *Microsc Res Tech*. 2019;82(9):1500-6.
2. Bellinaso MD, Soares FZM, Rocha RdO. ¿Do bulk-fill resins decrease the restorative time in posterior teeth? A systematic review and meta-analysis of in vitro studies. *J Invest Clin Dent*. 2019;00:e12463.
3. Jung J, Park S. Comparison of polymerization shrinkage, physical properties and marginal adaptation of flowable and restorative Bulk fill resin-based composites. *Oper Dent*. 2017;42:375-86.
4. Mosharrafian S, Heidari A, Rahbar P. Microleakage of two Bulk fill and one conventional composite in class II restorations of primary posterior teeth. *J Dent (Tehran)*. 2017;14:123-31.
5. Gonçalves F, Campos LM, Rodrigues-Júnior EC, Costa FV, Marques PA, Francci CE, et al. A comparative study of bulk-fill composites: degree of conversion, post-gel shrinkage and cytotoxicity. *Braz Oral Res*. 2018;32(17):1-9.
6. Meereis CT, Münchow EA, Oliveira da Rosa WL, Silva AF, Piva E. Polymerization shrinkage stress of resin-based dental materials: a systematic review and meta-analyses of composition strategies. *J Mech Behav Biomed Mater*. 2018;82:268-81.

7. Al-Abdullah, AS, Al-Bounni, RS, & Al-Omari, M. Color Stability of Tetric® N-Ceram Bulk fill Restorative Composite Resin after Immersion in Different Drinks. *J. Adv. Oral Res.*2017;8(1–2):34–41.
8. Son SA, Park JK, Seo DG, Ko CC, Kwon YH. How light attenuation and filler content affect the microhardness and polymerization shrinkage and translucency of bulk-fill composites? *Clin Oral Investig* 2017;21:559-65.
9. Algarni YA. Evaluation of color and translucency of a recently developed bulk-fill resin composite with enhanced opacity: An in vitro. *J Int Oral Health* 2019;11:412-6.
10. Askar H, Tu YK, Paris S, Yeh YC, & Schwendicke F. Risk of caries adjacent to different restoration materials: systematic review of in situ studies *Journal of Dentistry* 2017;56:1-10.
11. Huang B, Siqueira WL, Cvitkovitch DG, & Finer Y. Esterase from a cariogenic bacterium hydrolyzes dental resins *Acta Biomaterialia* 2018;71:330-8.
12. Ivoclar Vivadent. Tetric N Ceram Bulkfill, Instructions for use. [Internet]. [Consultado 2024 feb 25]. Disponible en: [https://www.ivoclar.com/es\\_latam/products/composites/tetric-n-line](https://www.ivoclar.com/es_latam/products/composites/tetric-n-line)
13. Van Ende A, De Munck J, Lise DP, Van Meerbeek B. Bulkfill composites: a review of the current literature. *J Adhes Dent* 2017;19: 95–110.
14. Fronza BM, Rueggeberg FA, Braga RR, Mogilevych B, Soares LES, Martin AA, Ambrosano G, Giannini M. Monomer conversion, microhardness, internal marginal adaptation, and shrinkage stress of bulk-fill resin composites. *Dent Mater* 2015;31:1542–51.

15. Biazuz J, Zardo P, Rodrigues-Junior S. Water sorption, solubility and surface roughness of resin surface sealants. *Braz. J. Oral Sci.* 2015;14(1):27-30.
16. Sajnani A, Hegde M. Leaching of monomers from bulk-fill composites: an in vitro study. *J Conserv Dent* 2016;19:482–6.
17. Mansouri SA, Zidan AZ. Effect of Water Sorption and Solubility on Color Stability of Bulk-Fill Resin Composite. *J Contemp Dent Pract.* 2018;19(9):1129-34.
18. Alshali RZ, Salim NA, Satterthwaite JD, & Silikas N. Long-term sorption and solubility of bulk-fill and conventional resin-composites in water and artificial saliva *Journal of Dentistry* 2015;43(12): 1511-8.
19. Arregui M, Giner L, Ferrari M, Vallés M, Mercadé M. Six-month color change and water sorption of 9 new-generation flowable composites in 6 staining solutions. *Braz Oral Res.* 2016;30(1):1-12.
20. Misilli T, Gönülol N. Water sorption and solubility of bulk-fill composites polymerized with a third generation LED LCU. *Braz Oral Res.* 2017;28(31):1-8.
21. Alzraikat H, Burrow MF, Maghaireh GA, & Taha NA. Nanofilled resin composite properties and clinical performance: a review *Operative Dentistry* 2018;43(4):173-90.
22. Fronza BM, Ayres A, Pacheco RR, Rueggeberg FA, Dias C, Giannini M. Characterization of Inorganic Filler Content, Mechanical Properties, and Light Transmission of Bulk-fill Resin Composites. *Oper Dent.* 2017;42(4):445-55.

23. International Organization for Standardization. ISO 4049-2009: Dentistry: polymer-based restorative materials. Geneva: International Organization for Standardization; 2009.
24. de Brito O, de Oliveira I, Monteiro G. Hydrolytic and Biological Degradation of Bulk-fill and Self-adhering Resin Composites. *Oper Dent.* 2019 ;44(5):223-33.
25. Barutcigil Ç, BarBarutcigil Ç, Barutcigil K, Özarslan MM, Dündar A, Yilmaz B. Color of bulk-fill composite resin restorative materials. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(2):1-6.
26. Tanthanuch S, Kukiattrakoon B, Eiam-O-Pas K, Pokawattana K, Pamanee N, Thongkamkaew W, Kochatung A. Surface changes of various bulk-fill resin-based composites after exposure to different food-simulating liquid and beverages. *J Esthet Restor Dent.* 2018;30(2):126-35.
27. Tavangar M, Bagheri R, Kwon TY, Mese A, Manton DJ. Influence of beverages and surface roughness on the color change of resin composites. *J Investig Clin Dent.* 2018;9(3):e12333.
28. Ardu S, Duc O, Di Bella E, Krejci I. Color stability of recent composite resins. *Odontology.* 2017;105(1):29-35.
29. Alencar MF, Pereira MT, DeMoraes MDR, Santiago SL, Passos VF. The effects of intrinsic and extrinsic acids on nanofilled and Bulk fill resin composites: Roughness, surface hardness, and scanning electron microscopy analysis. *Microsc Res Tech.* 2019;1–6.
30. Shamszadeh S, Sheikh-Al-Eslamian SM, Hasani E, Abrandabadi AN, Panahandeh N. Color Stability of the Bulk-Fill Composite Resins with

- Different Thickness in Response to Coffee/Water Immersion. *Int J Dent.* 2016;2016:7186140.
31. Thumu J, Kadiyala A, Bollu IP, Ballullaya SV, Devalla S. Effect of Staining Solutions on the Color Stability of Conventional and Bulk fill Nanohybrid Resin Composites: A Spectrophotometric Analysis. *J Oper Dent Endod* 2017;2(1):1-5.
  32. Trevisan TC, Gusson Junior M, Bortolatto JF, Pigossi S, Oliveira Júnior OB, Ricci WA. Color stability of conventional and Bulk fill composite resins. *RGO, Rev Gaúch Odontol.* 2018;66(1):15-20
  33. Paolone G, Formiga S, De Palma F, et al. Color stability of resin-based composites: Staining procedures with liquids-a narrative review. *J Esthet Restor Dent.* 2022;34(6):865-887.)
  34. Choi JW, Lee MJ, Oh SH, Kim KM. Changes in the physical properties and color stability of aesthetic restorative materials caused by various beverages. *Dent Mater J.* 2019;38(1):33–40).
  35. Aydın N, Kara Aydın N, Karaođlanođlu S, Oktay EA, Ersoz B. Investigation of single shade composite resin surface roughness and color stability. *Ataturk Universitesi Diř Hekimliđi Fakultesi Dergisi.* 2021;31(2):207–14.
  36. Hussain SK, Al-Abbasi SW, Refaat MM, Hussain AM. The effect of staining and bleaching on the color of two different types of composite restoration. *J Clin Exp Dent.* 2021;13(12):1233-8.).
  37. Lopes-Rocha L, Mendes JM, Garcez J, Sá AG, Pinho T, Souza JCM, Torres O. The Effect of different dietary and therapeutic solutions on the Color

- Stability of Resin-Matrix composites used in Dentistry: an in Vitro Study. *Mater.* 2021;14(21):6267).
38. Meshki R, Rashidi M. Effect of natural and commercially produced juices on colour stability of microhybrid and nanohybrid composites. *BDJ Open.* 2022;8(1):11.
39. Calvo S, Gómez C, López C, Royo M. *Nutrición, Salud y alimentos funcionales.* Madrid: UNED; 2012.
40. Chávez, D., Leonel, D., & Kong, S. Las bebidas funcionales en el consumidor peruano actual y el replanteamiento de la estrategia comercial de Arca Continental Lindley en base a las nuevas tendencias de consumo de bebidas. Tesis de Bachiller. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas; 2018. 99pp.
41. Clapp O, Morgan MZ, Fairchild RM. The top five selling UK energy drinks: implications for dental and general health. *Br Dent J.* 2019;226(7):493-7.
42. Kumar G, Park S, Onufrak S. Perceptions about energy drinks are associated with energy drink intake among U S. youth. *Am J Health Promot* 2015;29:238–44.
43. Rigo LC, Bordin D, Fardin VP, Coelho PG, Bromage TG, Reis A, Hirata R. Influence of Polishing System on the Surface Roughness of Flowable and Regular-Viscosity Bulk fill Composites. *Int J Periodontics Restorative Dent.* 2018;38(4):79–86.
44. Zrii[Internet].España: Zrii Focuz Education System. [Citado el 2019 Set 23]. Disponible en: <http://zrii.com/productos/>

45. Fuxion[Internet]. Perú: Fuxion. [Citado el 2019 Set 23]. Disponible en:  
<https://fuxion.com/pe>
46. Ertaş E, Gçuler AU, Yçucel AC, et al. Color stability of resin composites after immersion in different drinks. *Dent Mater J*. 2006;25(2): 371–376.
47. Sabatini C. Color stability behavior of methacrylate-based resin composites polymerized with light-emitting diodes and quartz-tungsten-halogen. *Oper Dent*. 2015; 40(3):271-81.
48. Martirosyand D, Jaishree S. A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique?. *Functional Foods in Health and Disease*. 2015; 5(6):209-223.
49. <https://motoresfera.com/2022/01/30/tamano-del-mercado-de-alimentos-y-bebidas-funcionales-segmentos-de-crecimiento-global-2021-2024-participacion-comercial-por-analisis-de-todas-las-regiones-y-pronostico-de-demanda/>.
50. Guler AU, Yilmaz F, Kulunk T, Guler E, Kurt S. Effects of different drinks on stainability of resin composite provisional restorative materials. *J Prosthet Dent* 2005;94:118-24.
51. Ahmed MA, Jouhar R, Vohra F. Effect of Different pH Beverages on the Color Stability of Smart Monochromatic Composite. *Applied Sciences*. 2022; 12(9):4163.
52. Llena C, Fernandez S, Forner L. Color stability of nanohybrid resinbased composites, ormocers and compomers. *Clin Oral Invest* 2017; 21:1071–1077.

53. Barutcigil C, Yildiz M. Intrinsic and extrinsic discoloration of dimethacrylate and silorane based composites. *J Dent* 2012;40Suppl1: e57–63.
54. S. Madhyastha P, G. Naik D, Kotian R, Srikant N, M. R. Bhat K. Effect of Staining Solutions on Color Stability of Silorane and Methacrylate Restorative Material. *Int J Biomed Sci.* 2015;11(1):29– 34.
55. Telang A, Narayana IH, Madhu KS, Kalasaiah D, Ramesh P, Nagaraja S. Effect of staining and bleaching on color stability and surface roughness of three resin composites: an in vitro study. *Contemp Clin Dent.* 2018;9(3):452-6.
56. Khoo, H. E., A. Azlan, S. T. Tang, and S. M. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and potential health benefits. *Review. Food Nutr. Res.* 2017;61(1): 1-21.
57. Fuliang H, Ping Y, Hua W, Iva F, Nuno M, Yangjie L. Digestion and absorption of red grape and wine anthocyanins through the gastrointestinal tract. *Trends in Food Science & Technology.* 2019;83(1):211-24.
58. Shaik Abdul Hussain, Narender Raju Panjagari, R. R. B. Singh & G. R. Patil. Potential Herbs and Herbal Nutraceuticals: Food Applications and Their Interactions with Food Components, *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2015; 55(1): 94-122.
59. Göpferich A. Mechanisms of polymer degradation and erosion. *Biomaterials* 1996;17:103-114.

60. Lingström P, Imfeld T, Birkhed D. Comparison of three different methods for measurements of plaque-pH in humans after consumption of soft bread and potato chips. *J Dent Res* 1993;72:865-870.
61. Chadwick RG, McCabe JF, Walls AW, Storer R. The effect of storage media upon the surface microhardness and abrasion resistance of three composites. *Dent Mater* 1990;6:123-128.
62. Hotwani K, Thosar N, Baliga S. Comparative in vitro assessment of color stability of hybrid esthetic restorative materials against various childrens beverages. *J Conserv Dent*. 2014;17(1):70-4.
63. Dias HB, Carrera ET, de Souza Rastelli AN. Evaluation of resin composite staining by beverages with acid pH. *Rev Gaúch Odontol*. 2022;70(1):1-7.
64. Chemical composition of beverages on color stability of a nanofilled composite resin. *Gen Dent*. 2016;64(6):21-27.
65. Mousavi S, Narimani S, Hekmaftar S, Jafari K. Colour Stability of Various Types of Acrylic Teeth Exposed to Coffee, Tea and Cola. *J Dent Biomater*. 2016 Dec;3(4):335- 40.
66. Celik C, Yuzugullu B, Erkut S, Yamanel K. Effects of mouth rinses on color stability of resin composites. *Eur J Dent*. 2008;2:247-53.
67. Erdemir U, Ozsoy A, Eren M, Saygi G, Yildiz E. Effect of immersion media on colour stability of bulk-fill composites. *Dent Mater* 2017;33:e27-8.
68. Alawjali, S.S.; Lui, J.L. Effect of one-step polishing system on the color stability of nanocomposites. *J. Dent*. 2013;41(1):53-61.

69. Demirci M, Tuncer S, Sancakli HS, Tekçe N, Baydemir C. Five-year clinical evaluation of a nanofilled and a nanohybrid composite in class IV cavities. *Oper Dent*. 2018;43 (3): 261–271.
70. Santos PA, Dibb RG, Corona SAM, Catirse ASE, Garcia PNS. Influence of fluoride-containing solutions on the translucency of flowable composite resins. *Journal of Materials Science*. 2003;38:3765–68.
71. Barakah, H.M., Taher, N.M. Effect of polishing systems on stain susceptibility and surface roughness of nanocomposite resin material. *J. Prosthet. Dent*. 2014;112(1):625–631.
72. Kerby, R.E., Knobloch, L.A., Schricker, S., Gregg, B. Synthesis and evaluation of modified urethane dimethacrylate resins with reduced water sorption and solubility. *Dent Mater*. 2009, 25(3):302–313.
73. Mailart MC, Rocha RS, Contreras SCM, Torres CRG, Borges AB, Caneppele TMF. Effects of artificial staining on bulk-filled resin composites. *Am J Dent*. 2018;31:144-148.
74. Miletic V, Marjanovic J, Veljovic DN, Stasic JN, Petrovic V. Color stability of bulk-fill and universal composite restorations with dissimilar dentin replacement materials. *J Esthet Restor Dent*. 2019;31:520- 528.
75. Strazzi-Sahyon HB, Rocha EP, Assunc, ao WG, Dos Santos PH. ~ Influence of light-curing intensity on color stability and microhardness of composite resins. *Int J Periodontics Restorative Dent* 2020;40(1):129–34.

76. Bagheri R, Burrow MF, Tyas M. Influence of foodsimulating solutions and surface finish on susceptibility to staining of aesthetic restorative materials. J Dent. 2005; 33:389-98
77. Joiner A. Tooth colour: A review of the literature J Dent. 2004;32(Suppl 1):3–12.; Erdemir U, Yildiz E, Eren MM. Effects of sportsdrinks on colorstability of nanofilled and micro hybrid composites after long-term immersion J Dent. 2012;40(2):55–63.
78. Tan, B.L.; Yap, A.U.; Ma, H.N.; Chew, J.; Tan, W.J. Efect of beverages on color and translucency of new tooth-colored restoratives. Oper. Dent. 2015;40(1):56–65.
79. Ruyter IE, Nilner K, Moller B. Color stability of dental composite resin materials for crown and bridge veneers. Dent Mater. 1987;3(5):246-51.
80. Kit de Discos de Pulido y Contorneado 3M Sof-Lex 1980. [Internet]. [Consultado 2024 feb 25]. Disponible en: [https://www.3m.com.pe/3M/es\\_PE/p/d/v000094780/](https://www.3m.com.pe/3M/es_PE/p/d/v000094780/).

## X. ANEXOS

### Anexo 1 Tamaño muestral

#### Datos:

Varianzas:	Distintas
Diferencia de medias a detectar:	2,700
Desviación estándar esperada:	
Población 1:	1,580
Población 2:	2,360
Razón entre tamaños muestrales:	1,00
Nivel de confianza:	95,0%

#### Resultados:

Potencia (%)	Tamaño de la muestra		
	Población 1	Población 2	Total
70,0	8	8	16
75,0	9	9	18
80,0	10	10	20
85,0	12	12	24
90,0	13	13	26
95,0	16	16	32

Anexo 2 Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Definición conceptual	Definición operacional	Indicador	Tipo	Escala de medición	Valores y categorías
Estabilidad de color (Variable dependiente)	-	Propiedad de un material de conservar su color durante un periodo de tiempo.	Diferencia de color de la resina al ser expuesta a la sustancia de inmersión	CIELab	Cuantitativa	Intervalo	$\Delta E$ L a b
Degradación (Variable dependiente)	Absorción	Capacidad que presenta un cuerpo para absorber un liquido	Diferencia de peso de la resina luego de la exposición a la sustancia de inmersión	Balanza analítica	Cuantitativa	Intervalo	$\mu\text{g}/\text{mm}^3$
	Solubilidad	Capacidad que presenta un cuerpo para degradarse al interactuar con un líquido	Diferencia de peso de la resina luego de la exposición a la sustancia de inmersión posterior a la desecación	Balanza analítica	Cuantitativa	Intervalo	$\mu\text{g}/\text{mm}^3$

Resina (Variable independiente)	-	Material compuesto por una matriz orgánica e inorgánica	Material a ser utilizado según diferente técnica	La marca comercial	Cualitativa	Nominal	R1: Resina Filtek One Bulk fill (3M ESPE) R2: Resina Tetric-N-Ceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent) R3: Resina Compuesta Filtek Z350XT (3M ESPE)
Sustancia de inmersión (Variable independiente)	-	Aquel líquido que puede producir o no un cambio de color	Tipo de líquido al que es expuesto el espécimen de resina	La marca comercial	Cualitativa	Nominal	B1: Vita Xtra T+ (Fuxion) B2: On (Fuxion) B3: No stress (Fuxion) B4: Amalaki (Zrii) B5: Café (Control positivo) B6: Agua destilada (Control negativo)

Tiempo (covariable)	-	Periodo determinado durante el que se realiza una acción o se desarrolla un acontecimiento.	Etapa en la que se medirán las variables antes y después de ser expuesta a la sustancia de inmersión.	Días	Cualitativa	Nominal	T0: Después de las 24h de polimerizado, antes de la exposición a la sustancia de inmersión T14: 14 días después de la exposición de la sustancia de inmersión T28: 28 días después de la exposición de la sustancia de inmersión
------------------------	---	---	---	------	-------------	---------	--

Anexo 3 Diseño de la matriz de teflón



Fig 1 Diseño de matriz para resina *Bulk fill* (8mm de diámetro x 4mm de grosor)

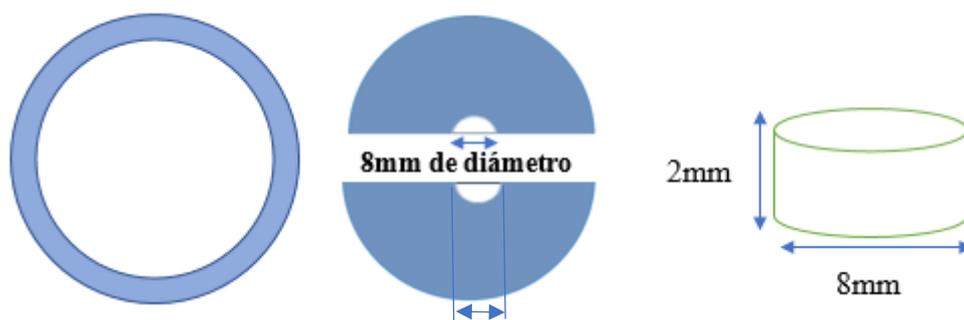


Fig 2 Diseño de matriz para resina convencional (8mm de diámetro x 2mm de grosor)

Anexo 4 Composición de las resinas compuestas

MARCA	GROSOR DE CAPA	EXTRA CAPA	COLOR	COMPOSICIÓN	WT%/VOL%
Filtek One Bulk fill (3M ESPE)	5 mm	No	A2	AFM, AUDMA, UDMA, 1, 12-dodecano-DMA, relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, relleno de zirconio no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm, relleno clúster agregado de sílice/zirconio (partículas de sílice de 20 nm y de zirconio de 4 a 11 nm) y relleno de trifluoruro de iterbio compuesto de partículas aglomeradas de 100 nm.	76.5/58.5
Tetric-N-Ceram Bulk fill (Ivoclar Vivadent)	4 mm	No	IVB	Dimetacrilatos (bis-GMA, bis-EMA, UDMA) vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, óxido mixto y prepolímeros, aditivos, catalizadores, estabilizadores, pigmentos	81/61
Filtek Z350XT (3M ESPE)	2 mm	Sí	A2	bis-GMA, bis-EMA, UDMA, TEGDMA, relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, relleno de zirconio no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm, y un relleno clúster agregado de zirconio/sílice (partículas de sílice de 20nm y de zirconio de 4 a 11 nm)	72.5/55.6

Datos según fabricante (13)

## Anexo 5 Composición de las bebidas funcionales

Bebida funcional	Composición
Amalaki (Zrii)	El Amalaki está formulado con 7 ingredientes: amalaki, jengibre, cúrcuma, tulsi, schizandra, jingolero, haritaki.
On (Fuxion)	Está compuesto por GABA, taurina, extracto de yerba mate, açái berry, camu camu, vitamina C, vitaminas del complejo B, minerales en molécula orgánica (magnesio, hierro, zinc), DHA, ARA.
No stress (Fuxion)	Presenta aminoácidos (L-Teanina, glicina, triptófano), extracto de súper frutas (ashwagandha, amalaki y limón), magnesio en molécula orgánica y vitaminas del complejo B.
Vita Xtra T+ (Fuxion)	En su composición presenta antocianina de maíz morado, guayusa, té verde, açái berry, micelio de cordyceps, goji berry, maca, ginseng, fibra soluble, vitaminas y minerales.
Café	Presenta cafeína, sodio, azúcares, antioxidantes, proteínas
Agua destilada	Presenta agua libre de contaminantes

Datos según fabricante (44,45)