

Evaluación in vitro de la absorción de agua y variación de color de resinas compuestas sumergidas en dos sustancias pigmentantes

In vitro evaluation of water absorption and color variation of composite resins immersed in two pigment substances

Avaliação in vitro da absorção de água e variação de cor de resinas compostas imersas em duas substâncias pigmentares

Fecha de Recepción: 06 de noviembre 2023

Aceptado para su publicación: 06 de diciembre 2023

Autores:

Lourdes Rosalía Díaz Benítez^{1a}
 ORCID: 0009-0000-9895-5064
Lira Belén Echeverría Escobar^{1a}
 ORCID: 0009-0002-5486-0287
Denis Antonio Talavera Ovelar^{1a}
 ORCID: 0009-0006-0161-8859
Fátima Bañuelos-Gómez^{1b}
 ORCID: 0000-0003-3670-0941
Ingrid Michel de Román^{1c}
 ORCID: 0000-0002-3130-4926
María Soledad Meza^{1d}
 ORCID: 0000-0002-5055-914X

1. Facultad de Odontología de la Universidad Nacional de Asunción
 - a. Dr. en Odontología/Cirujano Dentista (UNA)
 - b. Magister en Metodología de la Investigación (Universidad Iberoamericana)
 - c. Magister en Gestión de la Educación (Universidad de la Integración de las Américas)
 - d. Magister en Metodología de la Investigación (UNA)

Correspondencia:

Meza de Grossling, María Soledad
 Facultad de Odontología, Universidad Nacional de Asunción
 Avenida España N° 430 casi Brasil - Asunción
 +595-992-822-716

Correo electrónico:

solemeza@odo.una.py
 sole.msmv@gmail.com

Conflicto de intereses:

los autores declaran no tener conflictos de interés.

Fuente de financiamiento:

Autofinanciado.

Resumen

Las resinas compuestas están expuestas a variaciones de color y absorción de agua lo que puede causar la degradación hidrolítica del relleno estimulando el crecimiento de bacterias. El objetivo de este trabajo fue evaluar la absorción de agua y variación de color de los discos de resina de diferente tamaño de partículas de relleno, luego de su exposición a bebidas de consumo habitual. Se realizó un estudio experimental con 60 muestras, 30 correspondientes a la resina microhíbrida Opallis (FGM®) y nanohíbrida Brilliant NG (Coltene®). La medición del color se realizó con un espectrofotómetro antes de ser sumergidas en agua y en las sustancias pigmentantes, y a los 14 días. Mientras que la absorción de agua se evaluó utilizando una báscula de precisión, pesando las muestras antes de sumergirlas en agua y luego, a las 24 horas, 7 días y 14 días. Se pudo observar que los discos correspondientes a la resina Brilliant NG obtuvieron valores medios menores de absorción de agua en comparación con los valores medios de la resina Opallis; la sustancia en la cual se obtuvo la mayor absorción de agua fue la gaseosa, en comparación con el café y el agua destilada, y la sustancia en la cual los discos obtuvieron mayor pigmento fue el café. Aunque no se encontró diferencia estadísticamente significativa se puede concluir que la resina nanohíbrida Brilliant NG posee una menor capacidad de absorción de agua y pigmentación que la resina microhíbrida Opallis.

Palabras clave: Resinas Compuestas; Absorción; Pigmentación (fuente: DeCS BIREME).

Abstract

Composite resins are subjected to water absorption and color variations, which can lead to hydrolytic degradation of the filler and promote bacterial growth. The aim of this study was to assess water absorption and color

variation in resin discs with different filler particle sizes after exposure to commonly consumed beverages. An experimental study was conducted with 60 samples, including 30 from microhybrid resin Opallis (FGM®) and 30 from nanohybrid Brilliant NG (Coltene®). Color measurements were taken using a spectrophotometer before immersion in water and pigmenting substances and after 14 days. Water absorption was evaluated by weighing the samples on a precision scale before immersion, at 24 hours, 7 days, and 14 days. Discs of Brilliant NG resin exhibited lower mean values of water absorption compared to Opallis resin. Carbonated beverages showed the highest water absorption, as compared to coffee and distilled water, while coffee resulted in the highest disc pigmentation. Although no statistically significant differences were found, it can be concluded that nanohybrid Brilliant NG resin has a lower capacity for water absorption and pigmentation compared to microhybrid Opallis resin.

Key words: Composite Resins; Absorption; Pigmentation (source: DeCS BIREME).

Resumo

As resinas compostas estão sujeitas a variações de cor e absorção de água, o que pode resultar na degradação hidrolítica das partículas de carga, estimulando o crescimento de bactérias. O objetivo deste estudo foi avaliar a absorção de água e a variação de cor dos discos de resina com diferentes tamanhos de partículas de carga após exposição a bebidas de consumo habitual. Foi realizado um estudo experimental com 60 amostras, 30 correspondentes à resina microhíbrida Opallis (FGM®) e 30 à resina nanohíbrida Brilliant NG (Coltene®). A medição da cor foi feita com um espectrofotômetro antes de serem imersas em água e em substâncias pigmentantes e após 14 dias. A absorção de água foi avaliada por meio de uma balança de precisão, pesando as amostras antes da imersão e novamente após 24 horas, 7 dias e 14 dias. Os resultados demonstraram que os discos da resina Brilliant NG apresentaram valores médios de absorção de água inferiores em comparação com os discos da resina Opallis. Entre as substâncias testadas, o refrigerante exibiu a maior absorção de água, seguido pelo café e água destilada, enquanto o café causou a maior pigmentação dos discos. Embora não tenha sido encontrada diferença estatisticamente significativa, pode-se concluir que a resina nanohíbrida Brilliant NG apresenta menor capacidade de absorção de água e pig-

mentação em comparação com a resina microhíbrida Opallis.

Palavras-chave: Resinas Compostas; Absorção; Pigmentação (fonte: DeCS BIREME).

Introducción

Las resinas compuestas, también conocidas como composites dentales, se componen de una matriz polimérica y un relleno inorgánico. Las variaciones en sus propiedades se atribuyen principalmente al tipo de relleno utilizado y a las diferencias en la composición y concentración de los monómeros^{1,2}.

Para facilitar su uso clínico, las resinas se han clasificado de diversas formas³, entre ellas la clasificación propuesta por Lutz y Phillips, basada en el tamaño y distribución de las partículas de relleno. Esta clasificación divide las resinas en tres categorías: composites de macrorelleno, que contienen partículas de tamaño entre 10 a 50 μm ; composites de microrelleno, que presentan partículas de tamaño de 0,04 μm ; y composites híbridos, que incluyen rellenos de diversos tamaños^{4,5}.

La nanotecnología ha reducido el tamaño de las partículas de relleno (4 a 100 nm) permitiendo a éstas una distribución más uniforme y densa en la matriz de la resina con propiedades mecánicas superiores en comparación con las resinas que contienen partículas más grandes^{5,6}.

Generalmente, a medida que aumenta la concentración de relleno, se observa una disminución en el coeficiente de expansión térmica, una contracción de polimerización reducida y una mayor resistencia a la adhesión dando lugar a una menor absorción de agua^{7,8}.

La absorción de agua es un proceso de difusión controlada a través de la matriz orgánica del material, lo que puede provocar rupturas entre la matriz y el relleno, resultando en la expansión del material y cambios en las propiedades físico-mecánicas a lo largo del tiempo debido a la degradación hidrolítica del relleno^{9,10}.

Las resinas pueden absorber agua del entorno bucal, y los monómeros no reaccionados pueden

migrar, generando reacciones alérgicas en algunos pacientes y fomentando el desarrollo de bacterias alrededor de la restauración, lo que posibilita la formación de caries secundarias^{2,11}. Salem⁸ describió que una menor absorción de agua también se relaciona con una menor pigmentación, ya que el agua sirve como vehículo para los colorantes de los alimentos.

Se han identificado tres tipos de alteraciones cromáticas en las resinas compuestas: en primer lugar, las manchas extrínsecas, asociadas con la tinción superficial y la acumulación de placa bacteriana, que pueden prevenirse con una buena higiene bucal; en segundo lugar, las manchas subsuperficiales, resultantes de la impregnación ligera o absorción de sustancias pigmentantes en las resinas compuestas; y por último, la decoloración intrínseca, causada por la fotooxidación de ciertos componentes químicos de la resina, como las aminas, utilizadas como activadores del proceso de polimerización^{12,13}.

Esta investigación tuvo por objetivo principal evaluar la absorción de agua y la variación de color de las resinas compuestas nanohíbrida y microhíbridas sumergidas en dos sustancias pigmentantes de consumo habitual como lo son el café y la gaseosa. Los objetivos específicos planteados fueron:

Determinar el grado de absorción de agua de la resina compuesta microhíbrida Opallis (FGM®) color A2 sumergida en los fluidos agua destilada, café y gaseosa durante 24 h, 7 días y 14 días.

Determinar el grado de absorción de agua de la resina compuesta nanohíbrida Brilliant NG (Coltene®) color A2 sumergida en los fluidos agua destilada, café y gaseosa durante 24 h, 7 días y 14 días.

Comparar el grado de absorción de agua de las resinas microhíbrida y nanohíbrida luego de ser sumergidas en los fluidos agua destilada, café y gaseosa durante 24 h, 7 días y 14 días.

Identificar la variación de color de la resina compuesta microhíbrida Opallis (FGM®) color A2 sumergida en agua destilada, café y gaseosa durante 14 días.

Identificar la variación de color de la resina compuesta nanohíbrida Brilliant NG (Coltene®) color A2 sumergida en agua destilada, café y gaseosa durante 14 días.

Comparar la variación de color entre los grupos de resinas microhíbrida y nanohíbrida luego de ser sumergidas en los fluidos agua destilada, café y gaseosa durante 14 días.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio de diseño experimental in vitro longitudinal, aprobado por el Comité de Ética en Investigación de la FOUNA (Informe P012-2023), en el cual se evaluó la absorción de agua y la variación de color de las resinas compuestas microhíbrida de la marca comercial Opallis (FGM®) y nanohíbrida de la marca comercial Brilliant NG (Coltene®) color A2 sumergidas en dos sustancias pigmentantes. Las marcas de las resinas fueron seleccionadas por conveniencia. Los criterios de inclusión fueron discos de resina compuesta color A2, de tamaño: 14 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor, sin burbujas y pulidos con discos de la marca Praxis TDV® mientras que los criterios de exclusión fueron: resina compuesta vencida o cuya fecha de caducidad se encuentre próxima, discos que presenten burbujas o defectos grandes de superficie. La hipótesis fue que no existe diferencia entre la absorción de agua y la variación de color entre los grupos de resinas.

Para realizar el estudio se dobló el número de cuerpos de prueba (5 muestras) para los estudios de absorción de agua establecidos por la norma ISO 4049:2000¹⁴. Se procedió a confeccionar 60 muestras en forma de discos de 14 mm de diámetro y 1,5 mm de espesor que fueron preparados directamente en moldes metálicos con la ayuda de espátulas de resina mediante la técnica incremental (utilizando vaselina y láminas de celuloide) y fotopolimerizados con la lámpara Optilight Max (Gnatus®) durante 20 segundos por capa en el programa continuo y con la máxima potencia (1200 mW/cm²), manteniendo la lámpara conectada durante todo el proceso; luego se removieron los discos con cuidado, se procedió a la aplicación de glicerina líquida y la correspondiente fotopolimerización, y para finalizar se realizó el pulido con discos Praxis TDV® de grano grueso, me-

dio, fino y extrafino por 1 minuto cada uno. Posteriormente las muestras fueron almacenadas dentro de frascos en total ausencia de luz hasta el inicio del estudio para obtener un grado de conversión óptimo.

Las muestras fueron divididas en 6 grupos (3 de cada marca comercial de acuerdo con las sustancias pigmentantes) con 10 muestras en cada uno y enumeradas por subgrupos del 1 al 10.

Primeramente, cada muestra fue pesada con la balanza de precisión (calibrada cada 10 mediciones) para obtener el peso inicial (P_0) luego se midió el diámetro (d) y el espesor (e) de cada muestra 3 veces para calcular el volumen ($V = \pi \cdot r^2 \cdot e$) de cada muestra en mm^3 . La toma de color inicial (C_0) de todas las muestras se realizó mediante el uso de un espectrofotómetro (marca Vita Easysshade Advance 3-D Master®) el cual se encontraba debidamente enchufado durante todo el procedimiento y fue calibrado cada 10 mediciones. Las mediciones fueron realizadas por un solo operador y en un mismo ambiente laboratorial. Se utilizó un bloque de papel blanco como fondo, la punta lectora del espectrofotómetro se colocó directamente en la cara superior del disco apoyándose en el centro de su extremo inferior.

Posteriormente, las muestras fueron separadas y sumergidas en un recipiente de plástico con divisorias (previamente desinfectado con alcohol al 70 %) conteniendo 10 ml de agua destilada y se conservaron a temperatura ambiente durante 24 horas. Del mismo modo se procedió con los demás grupos con 10 ml en las divisorias de acuerdo a las sustancias pigmentantes correspondientes (Café: 2 gr de café en 50 ml de agua caliente que se dejó reposar a temperatura ambiente por 15 minutos, se procedió a filtrarlo para su posterior utilización; y Gaseosa: 10 ml de gaseosa sabor cola, a temperatura natural y la cual no se dejó reposar). Todas las sustancias se cambiaron cada 48 h para evitar la colonización de bacterias y la pérdida de sus propiedades.

Posteriormente, se realizó el pesaje de todas las muestras a las 24 horas (P_1), todas las muestras se enjuagaron con agua destilada abundante y se secaron con papel absorbente durante 1 minuto

previamente a cada medición, luego se volvieron a introducir todas las muestras. A los 7 días se realizó nuevamente el pesaje (P_2), se volvieron a introducir todas las muestras en las sustancias pigmentantes para realizar un último pesaje (P_3) y la toma de color final (C_1) a los 14 días.

Para calcular la absorción de agua se utilizaron las medidas obtenidas en los pesajes y se aplicó la siguiente fórmula:

$$W_{sp} = \frac{m_2 - m_1}{V}$$

Dónde:

m_2 es la masa de la muestra, en microgramos, después de la inmersión en agua;

m_1 es la masa de la muestra inicial, en microgramos.

V es el volumen de la muestra, en milímetros cúbicos.

Por otro lado, la toma de color se realizó en 2 momentos distintos con luz natural. El espectrofotómetro usa el sistema de ordenamiento del color CIE- $L^*a^*b^*$ (Commission Internationale de l'Eclairage L^* , a^* , b^*) que permite la especificación de color dentro de un espacio tridimensional, donde L^* indica la luminosidad (su valor oscila entre 0: Negro y 100: blanco), a^* y b^* corresponden al color (sus valores oscilan entre -120 a +120), a^* representa la saturación en el eje rojo-verde ($+a^*$ = rojo y $-a^*$ =verde) y b^* en el eje azul-amarillo ($-b^*$ =azul y $+b^*$ =amarillo)¹⁵.

La diferencia del color (ΔE) entre un color inicial y las subsecuentes mediciones fueron calculadas empleando la siguiente fórmula:

$$\Delta E = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2};$$

Donde:

$\Delta L^* = L^*C_1 - L^*C_0$ (lectura final menos lectura inicial)

$\Delta a^* = a^*C_1 - a^*C_0$ (lectura final menos lectura inicial)

$\Delta b^* = b^*C_1 - b^*C_0$ (lectura final menos lectura inicial)

La variación del color fue considerada a través de los siguientes parámetros¹⁶:

Valores de ΔE menores a 1 fueron considerados imperceptibles al ojo humano.

Valores de ΔE entre 1 y 3,3 podrían ser detectados por un operador entrenado, pero se consideran clínicamente aceptables.

Valores de ΔE superiores a 3,3 fueron fácilmente discernibles y considerados clínicamente inaceptables.

Todos estos valores se registraron en hojas de cálculo de Excel y posteriormente fueron analizados empleando estadística descriptiva y estadística analítica. Para las comparaciones de las mediciones entre los momentos de medición y entre los grupos se utilizaron las pruebas no paramétricas de Friedman, Wilcoxon, Kruskal-Wallis y U de Mann-Whitney según corresponda. Los resultados de las pruebas estadísticas se consideraron estadísticamente significativos cuando el p valor $< 0,05$.

Resultados

Fueron estudiados 30 discos de resina compuesta microhíbrida de la marca comercial Opallis (FGM®) y 30 discos de resina nanohíbrida de la marca comercial Brilliant NG (Coltene®) color A2; las cuales fueron divididas en tres grupos para cada tipo de resina según las sustancias en las cuales fueron sumergidas; y medidas, en cuanto a su absorción de líquidos, en tres tiempos, 24 horas, 7 días y 14 días y variación de color antes de la inmersión y a los 14 días.

a) Absorción de agua, café y gaseosa.

En la resina microhíbrida, se pudo observar que a las 24 horas los discos sumergidos en café fueron los que tuvieron un valor de absorción más alto ($3,03 \pm 1,41$). A los 7 días y 14 días se observaron las mayores absorciones en los discos sumergidos en gaseosa ($5,50 \pm 1,80$ y $7,15 \pm 1,66$ respectivamente). (Tabla I)

Utilizando la prueba de Friedman para muestras relacionadas, se observó que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medidas de absorción de líquidos en los discos de resina microhíbrida, observadas a las 24 h, 7 días y 14 días, dentro cada subgrupo (agua, café y gaseosa). (Tabla I)

En la resina nanohíbrida, se pudo observar que a las 24 horas los discos sumergidos en café fue-

ron los que tuvieron un valor de absorción más alto ($2,94 \pm 0,97$). A los 7 días y 14 días se registraron las mayores absorciones en los discos sumergidos en gaseosa ($4,85 \pm 1,22$ y $5,33 \pm 1,46$ respectivamente), al igual que el grupo de la resina microhíbrida. (Tabla I)

Mediante la prueba de Friedman para muestras relacionadas, se observó que existe diferencia estadísticamente significativa entre las medidas de absorción de líquidos observadas a las 24 h, 7 días y 14 días dentro cada subgrupo (agua, café y gaseosa) en los discos de resina nanohíbrida. (Tabla I)

Se compararon las absorciones de líquidos entre los tiempos, de a dos, mediante la prueba de Wilcoxon. No se detectaron diferencias significativas en la absorción de agua destilada entre las mediciones realizadas a los 7 días y a los 14 días, tanto en los discos de resina microhíbrida, como en los de resina nanohíbrida. Así también, en el caso de las resinas nanohíbridadas, no se observaron diferencias significativas en la absorción de líquidos, medida a los 7 y

Tabla I. Comparación entre las mediciones de absorción de cada líquido en las resinas microhíbridadas y nanohíbridadas observadas a las 24 horas, 7 días y 14 días.

Tipos de Resinas		Absorción de líquidos ($\mu\text{g}/\text{mm}^2$)			Prueba de Friedman p-valor	Comparación entre tiempos de medición	Prueba de Wilcoxon p-valor
		Media	Desv. Típica	Mediana			
Resinas Microhíbridadas	Agua	24 h	2,90	1,54	3,03		24 h - 7 días 0,005
		7 días	4,98	1,16	5,20	0,00031	24 h - 14 días 0,007
		14 días	5,59	1,25	5,63		7 días - 14 días 0,107
	Café	24 h	3,03	1,41	3,46		24 h - 7 días 0,014
		7 días	4,11	1,31	4,55	0,00013	24 h - 14 días 0,005
		14 días	5,93	1,34	5,85		7 días - 14 días 0,005
	Gaseosa	24 h	1,95	1,21	1,95		24 h - 7 días 0,005
		7 días	5,50	1,80	5,41	0,00013	24 h - 14 días 0,005
		14 días	7,15	1,66	7,15		7 días - 14 días 0,028
Resinas Nanohíbridadas	Agua	24 h	1,60	1,19	2,17		24 h - 7 días 0,005
		7 días	4,29	0,85	4,33	0,00015	24 h - 14 días 0,005
		14 días	4,63	1,31	5,20		7 días - 14 días 0,233
	Café	24 h	2,94	0,97	3,03		24 h - 7 días 0,024
		7 días	4,03	1,04	4,33	0,001	24 h - 14 días 0,007
		14 días	4,55	1,39	4,55		7 días - 14 días 0,055
	Gaseosa	24 h	1,13	0,98	1,30		24 h - 7 días 0,005
		7 días	4,85	1,22	4,76	0,00015	24 h - 14 días 0,005
		14 días	5,33	1,46	5,41		7 días - 14 días 0,12

14 días, cuando se utilizaron café y gaseosa. (Tabla I)

Al realizarse la Prueba de Kruskal-Wallis para comparar la absorción de los líquidos agua, café y gaseosa entre sí, a las 24 h, 7 días y 14 días en las resinas microhíbridadas, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las absorciones de líquido de los grupos (agua, café y gaseosa) medidas a las 24 horas (p-valor=0,153), 7 días (p-valor=0,320) y 14 días (p-valor=0,077) respectivamente.

Al realizarse la Prueba de Kruskal-Wallis para comparar la absorción de los líquidos agua, café y gaseosa entre sí, a las 24 horas, 7 días y 14 días en las resinas nanohíbridas, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las absorciones de líquido de los grupos (agua, café y gaseosa) medidas a los 7 días (p -valor=0,291) y 14 días (p -valor=0,405) respectivamente; y en la medición realizada a las 24 horas se observaron diferencias significativas entre las absorciones de líquidos de las resinas nanohíbridas sumergidas en agua, café y gaseosa (p -valor=0,007).

Al realizar la Prueba U de Mann-Whitney, para determinar entre qué sustancias pigmentantes existen diferencias significativas en cuanto a la absorción de líquido en las resinas nanohíbridas medidas a las 24 horas, se observó que no existe diferencia significativa entre la absorción de agua y gaseosa (p -valor=0,280), pero sí entre la absorción de agua y café (p -valor=0,039), y entre la absorción de café y gaseosa (p -valor=0,003).

Se observó que la resina Opallis (FGM®) presentó mayores valores de absorción de líquidos en comparación con la resina Brilliant NG (Coltene®) en las tres sustancias y en todos los tiempos. (Figura 1)

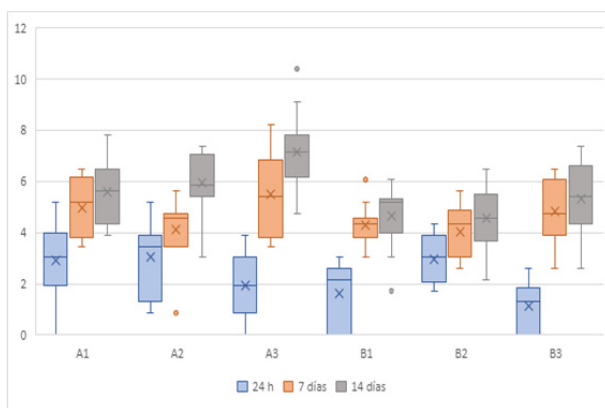


Figura 1. Diagrama de cajas de la absorción de líquidos según tiempo de medición, sustancia pigmentante y tipo de resina. A= Resina Opallis; B= Resina Brilliant NG. 1= Agua; 2= Café; 3= Gaseosa.

b) Variación de color de las resinas compuestas

Las variaciones medias de color (ΔE) en los grupos de resinas microhíbridas y nanohíbridas, en los diferentes líquidos se observan en la *Tabla II*.

Se observó que las medias de variación de color, a los 14 días, de las resinas microhíbridas y nanohíbridas sumergidas en agua fueron similares, 3,09 y 3,10 respectivamente; dichas medias se encuentran dentro del rango de 1 a 3,3, que se considera clínicamente aceptable.

Se registraron valores de ΔE superiores a 3,3 en ambos grupos y en las sustancias café y gaseosa, estas variaciones son fácilmente discernibles y consideradas clínicamente inaceptables.

Al comparar las variaciones de color entre los grupos de líquidos para una misma resina, utilizando la Prueba de Kruskal-Wallis se encontraron resultados estadísticamente significativos en los grupos de resinas microhíbridas y nanohíbridas.

Mediante la prueba U de Mann-Whitney se comparó las variaciones de color a los 14 días de las resinas microhíbridas y nanohíbridas. No se observaron diferencias significativas en la variación de color a los 14 días entre los discos de resinas microhíbridas sumergidas en café y los discos de resinas microhíbridas sumergidas en gaseosa; tampoco entre resinas nanohíbridas sumergidas en agua y resinas nanohíbridas sumergidas en gaseosa. (*Tabla II*)

Al realizar la Prueba U de Mann-Whitney, para determinar entre qué sustancias pigmentantes existen diferencias significativas en cuanto a la variación de color a los 14 días en cada grupo de resinas, se observó que existe diferencia significativa entre la variación de color entre las sustancias agua y café en ambos grupos de resinas. (*Tabla II*)

Se utilizó la prueba U de Mann-Whitney para comparar la variación de color entre resinas microhíbridas y nanohíbridas según sustancia pigmentante.

Tabla II. Variación del color a los 14 días según tipo de resina y sustancia pigmentante.

Tipos de Resinas		Variación del color a los 14 días			Prueba de Kruskal-Wallis	Comparación entre sustancias pigmentantes	Prueba U de Mann-Whitney
		Media	Desviación típica	Mediana			
Resinas Microhíbridas	Agua	3,09	1,31	3,02	0,003	Agua - Café	0,002
	Café	8,73	4,24	8,67		Agua - Gaseosa	0,034
	Gaseosa	5,56	2,50	4,65		Café - Gaseosa	0,096
Resinas Nanohíbridas	Agua	3,10	0,59	3,29	0,0002	Agua - Café	0,0002
	Café	7,36	2,86	6,73		Agua - Gaseosa	0,29
	Gaseosa	3,75	1,36	3,80		Café - Gaseosa	0,0015

te empleada. Se observó que no existen diferencias significativas entre las variaciones de color de las resinas microhíbridas y nanohíbridas en cada sustancia pigmentante. (Tabla III)

Se observó que el líquido más pigmentante es el café, siendo la resina más afectada la Opallis (FGM®) en comparación a la resina Brilliant NG (Coltene®). (Figura 2)

c) Comparación entre la absorción de agua y la variación de color a los 14 días.

Se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman para comparar la absorción de agua y la variación de color a los 14 días. Se observó que el coeficiente de Correlación de Spearman fue de 0,016, que corresponde a una correlación positiva débil y un p-valor de 0,901 estadísticamente no significativo (>0,05).

Discusión

En los composites la absorción de agua se ve influenciada tanto por su carga orgánica como por la inorgánica¹⁷. En este trabajo se encontró que la re-

Tabla III. Comparación de la variación del color a los 14 días entre las resinas microhíbridas y nanohíbridas en cada sustancia pigmentante.

Estadísticos Descriptivos (CIELAB)	Agua		Café		Gaseosa	
	Resina Microhíbrida	Resina Nanohíbrida	Resina Microhíbrida	Resina Nanohíbrida	Resina Microhíbrida	Resina Nanohíbrida
Media	3,09	3,1	8,73	7,36	5,56	3,75
Mediana	3,02	3,29	8,67	6,73	4,65	3,8
Desviación Típica	1,31	0,59	4,24	2,86	2,5	1,36
Mínimo	1,41	2,32	3,16	4,13	2,07	2,19
Máximo	5,03	3,88	15,72	13	8,92	5,89
Rango	3,62	1,56	12,55	8,87	6,85	3,71
Amplitud intercuartil	2,25	1,22	7,59	4,49	4,67	2,74
p-valor*	0,821		0,496		0,112	

*Prueba U de Mann-Whitney

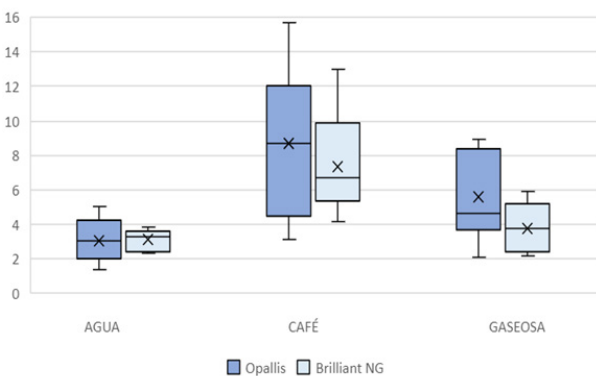


Figura 2. Diagrama de cajas de la variación de color a los 14 días según sustancia pigmentante y tipo de resina.

sina Opallis (FGM®) presentó mayores valores de absorción de líquidos en comparación con la resina Brilliant NG (Coltene®) en las tres sustancias y en los tiempos medidos.

A pesar de que es esencial contar con datos cualitativos y cuantitativos apropiados sobre los componentes en una resina compuesta para lograr una comprensión y evaluación más precisa de su desempeño clínico y de laboratorio, estos datos suelen estar ausentes o los fabricantes no los revelan por completo debido a intereses comerciales restrictivos¹⁸.

Así, el prospecto de la resina Opallis menciona que es una resina compuesta hecha con una matriz monomérica que contiene Bisfenol A Glicidil Metacrilato (Bis-GMA), Bisfenol A Etilenglicidil Metacrilato (Bis-EMA), Dimetacrilato de Uretano (UDMA) y Dimetacrilato de Trietilenglicol (TEGDMA), en contraste, la resina Brilliant NG únicamente hace referencia a su composición con metacrilatos^{19,20}.

Se espera que las resinas que contengan metacrilatos que poseen grupos funcionales polares como por ejemplo el BisGMA sean más hidrófilos y aumenten la absorción de agua por encima de lo que se esperaría de otros compuestos más hidrófobos también utilizados en las resinas como el silorano²¹.

La media de absorción de líquidos a los 14 días presenta valores de 7,15 µg/mm³ para la gaseosa, 5,93 µg/mm³ para el café y 5,59 µg/mm³ para el agua destilada en la resina Opallis y 5,33 µg/mm³ para la gaseosa, 4,63 µg/mm³ para el agua destilada y 4,55 µg/mm³ para el café en la resina Brilliant NG. Se aprecia que los discos sumergidos en gaseosa presentan mayor absorción del líquido al igual que lo observado por Rahim et al.²².

La capacidad de mayor absorción de agua de los discos sumergidos en gaseosa puede deberse al bajo pH de estas bebidas, por debajo del límite crítico para la desmineralización del esmalte, que puede afectar la degradación de los composites, permitiendo la entrada de moléculas de agua y aumentando su absorción, por este motivo las bebidas cafeinadas y carbonatadas son las más utilizadas en los estudios experimentales^{23,24}.

En el presente trabajo, también se observa que ambas resinas se enfrentan a la falta de estabilidad de color por la presencia de agentes pigmentantes en el café y la gaseosa; que tienen en común la cafeína en su composición y ambos presentaron valores clínicamente inaceptables (ΔE superior a 3,3).

Entre los líquidos utilizados, el más pigmentante a los 14 días fue el café para ambos tipos de resina y aunque que no existen diferencias significativas entre las variaciones de color de las resinas microhíbridas y nanohíbridas la resina Opallis fue la que obtuvo mayor variación de color (media de ΔE 8,73).

La absorción de pigmentos en las resinas es multifactorial y esta influenciada por la carga inorgánica presente, el pulido, la fotopolimerización y los alimentos consumidos, así como la temperatura de las bebidas, ya que temperaturas elevadas favorecen un mayor cambio de color^{4,25}.

En lo que respecta a las partículas inorgánicas, es esencial enfocarse en aspectos como el tipo, la morfología, la concentración y la capacidad de integración de estas partículas, ya que ejercen un impacto significativo en las propiedades y el rendimiento de la resina compuesta^{2,3}.

Se conoce que la resina Opallis están compuestas por vidrio de Bario-Aluminio silicato silanizado y partículas de dióxido de silicio, presentando partículas en el intervalo entre 40 nm a 3,0 μm con un tamaño medio de partículas de 0,5 μm , total de carga inorgánica en peso del 78,5% y en volumen entre el 57% a 58%. La resina Brilliant contiene vidrio dental y sílice amorfo con una distribución de las partículas de relleno entre 0,01–2,5 μm y un diámetro medio de las partículas de relleno: 0,6 μm , contenido de relleno por peso: 80% y en volumen: 65%^{19,20}.

La coloración de las resinas también puede estar relacionada con la rugosidad e integridad de la superficie al igual que la técnica de pulido empleada, por ello, los discos de resina pulidos presentan una mayor estabilidad de color^{13,24}. En el presente trabajo se utilizaron discos de pulido de 4 granulaciones (grueso, medio, fino y extrafino) durante 1 minuto cada uno para obtener una superficie uniforme.

Así también, para evitar la formación la capa inhibida de oxígeno se sugiere la aplicación de glicerina líquida a la última capa de resina ya que la formación de la capa inhibida hace que la superficie quede suave y pegajosa y, por lo tanto, más susceptible a la absorción de los pigmentos extrínsecos²⁶.

Conclusiones

En las condiciones en que se llevó a cabo este estudio, se evidenció que la correlación entre la absorción de agua y el cambio de color en las resinas compuestas utilizadas es positiva pero débil. La resina Brilliant NG mostró una menor capacidad de absorción de líquidos y una menor tendencia a la pigmentación en comparación con la resina Opallis, y esta diferencia parece estar asociada al tamaño de las partículas de relleno de cada una de ellas; la primera es una resina nanohíbrida y la segunda, una resina microhíbrida.

En cuanto a la relación de absorción de agua en las diferentes sustancias, ambas resinas compuestas tuvieron resultados similares. Se produjo una variación de la absorción de agua entre las sustancias durante el tiempo que permanecieron en contacto con las mismas. Así, durante las primeras 24 horas los discos sumergidos en café tuvieron mayor absorción de agua y luego se mostraron más estables en la absorción, a los 14 días los discos sumergidos en gaseosa mostraron la mayor absorción, siendo la relación final agua destilada<café<-gaseosa.

La estabilidad de color también se vio afectada de manera similar en ambas resinas compuestas; siendo la sustancia más pigmentante el café. La relación final se presenta como agua destilada<gaseosa<café.

Referencias bibliográficas

1. 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. Avances en Odontostomatología [Internet]. diciembre de 2017 [citado 26 de octubre de 2023];33(6):261-72. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0213-12852017000600002&lng=es&nrm=iso&tlng=es

2. Garcés Vásquez G, Vidal Fernández J. Alteraciones en las propiedades de las resinas compuestas en el tiempo : Scoping Review. 2020 [citado 26 de octubre de 2023]; Disponible en: <https://repositorio.unab.cl/xmlui/handle/ria/17896>
3. Aminoroaya A, Neisiany RE, Khorasani SN, Panahi P, Das O, Madry H, et al. A review of dental composites: Challenges, chemistry aspects, filler influences, and future insights. *Composites Part B: Engineering* [Internet]. 1 de julio de 2021 [citado 30 de octubre de 2023];216:108852. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359836821002432>
4. Rodríguez G DR, Pereira S NA. Evolución y tendencias actuales en resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana* [Internet]. diciembre de 2008 [citado 30 de octubre de 2023];46(3):381-92. Disponible en: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0001-63652008000300026&lng=es&nrm=iso&tlng=es
5. Elfakhri F, Alkahtani R, Li C, Khaliq J. Influence of filler characteristics on the performance of dental composites: A comprehensive review. *Ceramics International* [Internet]. 1 de octubre de 2022 [citado 30 de octubre de 2023];48(19, Part A):27280-94. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0272884222023495>
6. Ilie N, Hickel R. Resin composite restorative materials. *Australian Dental Journal* [Internet]. 2011 [citado 26 de octubre de 2023];56(s1):59-66. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1834-7819.2010.01296.x>
7. Hervás García A, Martínez Lozano MA, Cabanes Vila J, Barjau Escribano A, Fos Galve P. Resinas compuestas: Revisión de los materiales e indicaciones clínicas. *Medicina Oral, Patología Oral y Cirugía Bucal* [Internet]. abril de 2006 [citado 26 de octubre de 2023];11(2):215-20. Disponible en: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1698-69462006000200023&lng=es&nrm=iso&tlng=es
8. Salem VL. Factores determinantes que ejercen influencia sobre el redimiento clínico de restauraciones con resina. *Odontología Sanmarquina* [Internet]. 30 de diciembre de 2002 [citado 26 de octubre de 2023];1(10):39-40. Disponible en: <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/odont/article/view/3598>
9. Wei Y jie, Silikas N, Zhang Z ting, Watts DC. Diffusion and concurrent solubility of self-adhering and new resin-matrix composites during water sorption/desorption cycles. *Dental Materials* [Internet]. 1 de febrero de 2011 [citado 30 de octubre de 2023];27(2):197-205. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0109564110004574>
10. Örtengren U, Wellendorf H, Karlsson S, Ruyter IE. Water sorption and solubility of dental composites and identification of monomers released in an aqueous environment. *Journal of Oral Rehabilitation* [Internet]. 2001 [citado 30 de octubre de 2023];28(12):1106-15. Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1046/j.1365-2842.2001.00802.x>
11. Zhang Y, Xu J. Effect of immersion in various media on the sorption, solubility, elution of unreacted monomers, and flexural properties of two model dental composite compositions. *J Mater Sci: Mater Med* [Internet]. 1 de junio de 2008 [citado 30 de octubre de 2023];19(6):2477-83. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s10856-008-3369-6>
12. Chalacán Galindo RG, Garrido Villavicencio PR. Análisis comparativo del grado de pigmentación de tres resinas nanohíbridas: Estudio in vitro. *Odontología* [Internet]. 2016 [citado 26 de octubre de 2023];18(1):62-72. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5597625>
13. Jacho PRT. Efecto de sustancia pigmentantes sobre el color de dos resina nanohíbridas con y sin pulido. *ET VITA* [Internet]. 2017 [citado 26 de octubre de 2023];12(2):832-6. Disponible en: <https://revistas.upt.edu.pe/ojs/index.php/etvita/article/view/48>
14. International Standard. Norma ISO 4049-2000. Dentistry – Polymer-based filling, restorative and luting materials. Third edition 2000-07-15. p18.
15. Christiani JJ, Devecchi JR. Color : consideración en odontología e instrumentos para el registro. *Revista de Operatoria Dental y Biomateriales*. 2016;5(2):10-15 [Internet]. 2016 [citado 26 de octubre de 2023]; Disponible en: <http://repositorio.unne.edu.ar/xmlui/handle/123456789/51089>
16. Sarkis E. Color change of some aesthetic dental materials: Effect of immersion solutions and finishing of their surfaces. *The Saudi Dental Journal* [Internet]. 1 de abril de 2012 [citado 30 de octubre de 2023];24(2):85-9. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1013905212000260>
17. Berger SB, Palialol ARM, Cavalli V, Giannini M. Characterization of water sorption, solubility and filler particles of light-cured composite resins. *Braz Dent J* [Internet]. 2009 [citado 30 de octubre de 2023];20:314-8. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bdj/a/DHYfVW9K6B-QzxxJm6xxvSjP/?lang=en>

18. Alshali RZ, Salim NA, Sung R, Satterthwaite JD, Silikas N. Qualitative and quantitative characterization of monomers of uncured bulk-fill and conventional resin-composites using liquid chromatography/mass spectrometry. *Dent Mater.* junio de 2015;31(6):711-20.
19. COLTENE. Instruction for use. BRILLIANTTM NG. [Internet]. [citado 5 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://media.coltene.com/ES/ES/media/DOC_IFU_30001085-03-22-B-IFU-BILLIANT-NG_IND.pdf?s-prache=ES
20. FGM. Instrucciones de uso. Opallis. [Internet]. [citado 5 de noviembre de 2023]. Disponible en: https://www.americanmyd.es/wp-content/uploads/shared/CATALOGOS%20WEB/AMD/FGM/Instrucciones%20de%20uso/IFU%20-%20OPALLIS_2019-01.pdf
21. Arocha MA, Mayoral JR, Lefever D, Mercade M, Basilio J, Roig M. Color stability of siloranes versus methacrylate-based composites after immersion in staining solutions. *Clin Oral Invest* [Internet]. 1 de julio de 2013 [citado 26 de octubre de 2023];17(6):1481-7. Disponible en: <https://doi.org/10.1007/s00784-012-0837-7>
22. Rahim TNAT, Mohamad D, Md Akil H, Ab Rahman I. Water sorption characteristics of restorative dental composites immersed in acidic drinks. *Dent Mater.* 2012;28(6):e63-70.
23. Acosta-Valderrama AL, Figueroa-Cadena H, Rivas-Sánchez MC, Delgado-Perdomo L, Ruiz-Gómez A. Efecto de las soluciones pigmentantes en el color de dientes tratados con ortodoncia fija: un estudio in vitro. *Revista Nacional de Odontología* [Internet]. 30 de junio de 2014 [citado 26 de octubre de 2023];10(18):49-56. Disponible en: <https://revistas.ucc.edu.co/index.php/od/article/view/721>
24. Arcos Tomal LC, Montaña Taté VA, Armas A del C, Arcos Tomal LC, Montaña Taté VA, Armas A del C. Estabilidad en cuanto a color y peso, de resinas compuestas tipo flow tras contacto con bebidas gaseosas: estudio in vitro. *Odontología Vital* [Internet]. junio de 2019 [citado 30 de octubre de 2023];(30):59-64. Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1659-07752019000100059&lng=en&nrm=iso&tlng=es
25. Vásquez L JM, Delgado-Gaete B. Factores extrínsecos implicados en la pigmentación de las resinas compuestas dentales. *Revista Estomatológica Herediana* [Internet]. julio de 2022 [citado 26 de octubre de 2023];32(3):263-71. Disponible en: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1019-43552022000300263&lng=es&nrm=iso&tlng=es
26. Fernández LR, Guzmán P del RC, Heredia JJV, Canales JOG, Vadillo RM. ¿La glicerina influye en la estabilidad del color de la resina compuesta? *Rev Cubana Estomatol* [Internet]. 19 de marzo de 2022 [citado 26 de octubre de 2023];59(2):3758. Disponible en: <https://revestomatologia.sld.cu/index.php/est/article/view/3758>