

EVALUACIÓN DE ESTABILIDAD DE COLOR EN RESINAS DE USO ORTODÓNTICO

COLOR STABILITY EVALUATION IN RESINS FOR ORTHODONTIC USE

Raúl Díaz-García^{1*}, Jacqueline Adelina Rodríguez-Chávez¹, Abigail Flores-Ledesma², Hugo Marcelo Flores-Ruiz³ Erika Denisse Gómez-Guzmán¹; Febe Carolina Vázquez-Vázquez⁴.

¹ Centro Universitario de Ciencias de la Salud. Departamento de Clínicas Odontológicas Integrales, Universidad de Guadalajara, México.

² Laboratorio de Materiales y Biomateriales Dentales, Facultad de Estomatología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, México.

³ Centro Universitario de los Valles. Departamento de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad de Guadalajara, México.

⁴ Laboratorio de Investigación de Materiales Dentales y Biomateriales, Universidad Nacional Autónoma de México, México.

Correo electrónico: raul.diaz7333@alumnos.udg.mx

Resumen

Introducción: Se ha observado que las soluciones cromogénicas influyen en la estabilidad del color de las resinas de uso ortodóntico (RO). Una exposición continua podría influir en el factor estético en pacientes bajo tratamiento ortodóntico. **Objetivo:** Evaluar la estabilidad del color en las RO al ser inmersas en 05 soluciones. **Materiales y Métodos:** Se elaboraron 200 especímenes de 05 mm de diámetro y 02 mm de grosor, de acuerdo con la norma UNE-EN ISO 4049: 2020; de RO Enlight® (Ormco) y Bracepaste® (American Orthodontic) (n=100). Se sumergieron en 05 soluciones: café, vino tinto, salsa picante, agua saborizada de jamaica y saliva artificial, como grupo control (n=20). Se evaluaron las coordenadas de color, según la escala CieL*a*b*, usando un espectrofotómetro VITA Easyshade®, en tiempo basal, 07, 14, 21 & 28 días postinmersión. Los cambios de color (ΔE) se calcularon y analizaron mediante la prueba inferencial ANOVA y post hoc Tukey. **Resultados:** La solución con mayor diferencia estadísticamente significativa al ΔE fue el vino tinto en todos los intervalos de tiempo en ambas RO (ANOVA $p > 0.05$). A los 07 días se encontraron diferencias en ambas RO con café, agua saborizada de jamaica y saliva artificial, sin embargo, a los 14, 21 & 28 días se encontraron diferencias en ambas RO con todas las soluciones excepto en el café (ANOVA $p < 0.05$, post hoc Tukey $p < 0.05$). La RO Bracepaste® presentó un mayor ΔE en comparación con la RO Enlight®. **Conclusión:** Basado en los resultados, el Vino Tinto mostro un mayor cambio de color en las RO, se reporta un $\Delta E > 3$, una decoloración clínicamente inaceptable y por encima del umbral de la aceptabilidad visual.

Palabras Clave: Estabilidad de Color, Enlight, Bracepaste, VITA Easyshade, Escala CieLab.

Abstract

Introduction: It has been observed that chromogenic solutions influence the color stability of orthodontic resins (OR). Continuous exposure could affect the aesthetic factor in patients undergoing orthodontic treatment. **Objective:** To evaluate the color stability of OR when immersed in 05 solutions. **Materials and Methods:** 200 specimens, 05 mm in diameter and 02 mm in thickness, were prepared according to the UNE-EN ISO 4049: 2020 standard; from OR Enlight® (Ormco) and Bracepaste® (American Orthodontics) (n=100). They were immersed in 05 solutions: coffee, red wine, hot sauce, jamaica-flavored water, and artificial saliva as the control group (n=20). Color coordinates were evaluated according to the CieL*a*b* scale using a VITA Easyshade® Spectrophotometer at baseline, 07, 14, 21, & 28 days post-immersion. Color changes (ΔE) were calculated and analyzed using inferential ANOVA and post hoc Tukey tests. **Results:** After statistical analysis, the solution with the most statistically significant difference in

ΔE was red wine at all time intervals in both ORs (ANOVA $p > 0.05$). At 07 days, differences were found in both ORs with coffee, jamaica-flavored water, and artificial saliva; however, at 14, 21, and 28 days, differences were found in both ORs with all solutions except coffee (ANOVA $p < 0.05$, post hoc Tukey $p < 0.05$). The Bracepaste® OR showed a higher ΔE compared to the Enlight® OR. **Conclusion:** Based on the results, Red Wine showed the greatest color change in the ORs, reporting a $\Delta E > 3$, which is a clinically unacceptable discoloration and above the visual acceptability threshold.

Keywords: Color Stability, Enlight, Bracepaste, VITA Easyshade, CieLab Scale.

Introducción

El uso de resinas en el tratamiento de ortodoncia ha permitido la adhesión directa de los brackets al esmalte dental, siendo la calidad de unión y la estabilidad del color, factores esenciales en la aplicación de éstos (Harorlil *et al*, 2013). A pesar de que las Resinas de Uso Ortodóntico (RO) tienen cualidades pro estéticas, la exposición al entorno oral, puede inestabilizar o declinar un cambio de color. Los estudios recientes han señalado que las propiedades estéticas pueden verse comprometidas. Las RO son capaces de adquirir diferentes grados de decoloración o pigmentación, resultado de factores causales, tanto intrínsecos, como extrínsecos. La pigmentación alrededor de la interfaz adhesiva de los brackets cerámicos o metálicos y el esmalte dental es un hecho rutinario en la práctica clínica, siendo la idea precursora para llevar a cabo este estudio (Šimunović *et al*, 2022).

En la literatura, existen investigaciones que comparan las propiedades de las RO entre ellas o ionómeros de vidrio (Lima *et al*, 2020); (Šimunović *et al*, 2022). Sin embargo, existen las RO emergentes, especialmente Enlight® y Bracepaste®, que apenas han sido probadas.

Materiales y Métodos

Se realizó un estudio longitudinal y experimental in vitro, se obtuvo una muestra, a conveniencia, de 200 especímenes de 5 mm de diámetro y 2 mm de grosor, de RO Enlight® (Ormco; Glendora, California,

Estados Unidos) ($n=100$) y Bracepaste® (American Orthodontic; Sheboygan, Wisconsin, Estados Unidos) ($n=100$). Los especímenes fueron elaborados con un molde metálico, siguiendo la Norma UNE-EN ISO 4049: 2020 (International Organization for Standardization [ISO] & Asociación Española de Normalización [UNE], 2020). La RO se colocó en el molde en un solo incremento inyectable y se fotoactivo con una unidad de polimerización VALOTM Corded LED (Ultradent® South Jordan, Utah, Estados Unidos) en dirección directa a 0° por 20 segundos, a una potencia de 1600 mW/cm^2 , después fue pulida sobre una hoja de papel lija B99 1200 (Fandeli®, Houston, Texas, Estados Unidos) humedecida, en un sentido figurativo de "8" por 120 segundos.

Los especímenes se dividieron en 05 grupos ($n=20$) para la inmersión en cinco soluciones: (1) café, (2) vino tinto, (3) agua saborizada, (4) salsa picante y (5) saliva artificial, como solución control y se introdujo en una incubadora (Modelo.FE-291D, Felisa®, Zapopan, México) a $37^\circ \pm 1$, durante 07, 14, 21 y 28 días. Para la evaluación del color se utilizó el espectrofotómetro VITA EasyShade® (VITA Zahnfabrik GmbH, Bad Säckingen, Alemania) sobre una tarjeta calibradora de bolsillo WhiBal G7 Pocket® (Michael Tapes Designs®, Tampa, Florida, Estados Unidos). Las mediciones de color se obtuvieron mediante el uso del sistema de color de la *Commission Internationale de l'Eclairage* "CIE $L^*a^*b^*$ ". El ΔE se calculó utilizando la siguiente fórmula: ΔE

$= \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$. Para el análisis estadístico, se realizó en el IBM SPSS 21.0 (SPSS Inc., Chicago, Illinois, Estados Unidos), y se utilizó ANOVA y la prueba post hoc Tukey. La significancia para todas las pruebas estadísticas fue de $p \leq 0.05$.

A los 7 días, se observa que el ΔE mayor se mostró en la resina G2 se observaron diferencias en jamaica, café y saliva. A los 14 días, Jamaica y saliva en la resina G2 produjo un ΔE del triple a G1 (*T Student* $p < 0.05$). A las 3 semanas, el vino tinto presentó un mayor ΔE en ambas resinas (*T Student* $p > 0.05$). En la resina G2 se sigue mostrando un aumento significativo en el cambio de color en la inmersión en saliva y Jamaica, en comparación con G1.

Tanto la salsa valentina como el café muestran valores de ΔE altos, (*T Student* $p < 0.05$). A los 28 días, el vino tinto es la bebida que mayor produce cambio de color (*T Student* $p > 0.05$), sin embargo, las demás bebidas si muestran diferencias estadísticamente significativas con las demás bebidas entre las resinas (*T Student* $p < 0.05$), la resina G1 mostró un aumento en el cambio de color cuando es sumergida en saliva (tabla 1).

Tabla 1. Delta E (ΔE) a los 07, 14, 21 y 28 días postinmersión.

	07 días			14 días		
Resinas	Bracepaste®	Enlight®	T-Student	Bracepaste®	Enlight®	T-Student
Variables	$\Delta E \pm \sigma$					
VT	23.1 ± 5.0	22.9 ± 10.1	0.937	25.9 ± 6.0	23.3 ± 9.9	0.321
C	17.4 ± 3.8	21.5 ± 5.4	0.008	19.0 ± 3.1	23.3 ± 5.0	0.002
SP	16.2 ± 2.1	17.4 ± 3.1	0.16	20.2 ± 2.5	16.9 ± 2.3	<0.001
AJ	12.2 ± 0.8	4.1 ± 2.2	<0.001	11.7 ± 1.1	4.4 ± 2.2	<0.001
SA	13.6 ± 3.6	4.3 ± 1.9	<0.001	13.5 ± 3.6	5.0 ± 3.7	<0.001
	21 días			28 días		
Resinas	Bracepaste®	Enlight®	T-Student	Bracepaste®	Enlight®	T-Student
Variables	$\Delta E \pm \sigma$					
VT	29.3 ± 5.8	23.3 ± 9.9	0.321	31.6 ± 6.1	26.9 ± 8.7	0.055
C	19.3 ± 2.2	23.3 ± 5.0	0.002	17.1 ± 1.6	25.7 ± 3.2	<0.001
SP	22.5 ± 2.9	16.9 ± 2.3	<0.001	21.7 ± 2.6	18.7 ± 1.7	<0.001
AJ	11.8 ± 1.0	4.4 ± 2.2	<0.001	11.9 ± 0.9	4.9 ± 3.0	<0.001
SA	13.3 ± 3.6	5.0 ± 3.7	<0.001	13.7 ± 4.0	7.0 ± 4.2	<0.001

Nota. Abreviaturas: VT – Vino Tinto, C – Café, SP – Salsa Picante, AJ – Agua Saborizada de Jamaica, SA – Saliva Artificial, σ - Desviación Estándar.

Discusión

Aunque exista una literatura limitada, en cuestión de estas RO y consistente con los hallazgos de los estudios previos, se encontraron publicaciones que evaluaron resinas de tipo restaurador que demostraron inestabilidad de color resultado de factores intrínsecos y extrínsecos. De acuerdo con Lepri et al, 2014, indicó que las resinas con menor cantidad de partículas de relleno o matriz inorgánica y mayor cantidad de matriz orgánica o monómeros, han mostrado tener menor resistencia a la pigmentación, ya que presenta un mayor grado de contracción de polimerización, absorción de agua, desgaste superficial y expansión térmica, Bracepaste® tiene un 72 % de partículas de relleno, en comparación con Enlight® con un 63 %. Según Eick et al, 2006; ha demostrado que los materiales hidrofílicos tienen un mayor grado de absorción de agua y pigmentación, por la formación de puentes de hidrógeno en sus radicales libres, en comparación de un material hidrófobo; el Bis-GMA es un monómero tipo éster de naturaleza hidrofóbica, presente en la matriz orgánica de las resinas, y es uno de los más vulnerables debido a la presencia de dos radicales de hidroxilo. Ambas RO presentan Bis-GMA en su composición orgánica. Yikilgan et al, 2019; mencionan que el TEGDMA es un monómero anfipático, por consecuencia, tiene un mayor grado de absorción de agua, responsable del cambio de color. Enlight® tiene TEGDMA presente en su matriz.

Tahmassebi et al, 2020; mencionan que los cambios de color pueden atribuirse a la combinación de degradación de la matriz por ácidos y pérdida de iones estructurales, permitiendo la penetración y absorción de colorantes de baja polaridad en el material, resultando su adhesión y adsorción superficial. Šimunovic et al, 2022; menciona que el café [pH 4.9], posee colorantes amarillos de baja polaridad, por la reacción de Maillard (glicación) y la descomposición

de la sacarosa, melanoidinas, pirroles, tiofenos, oxazoles, tiazoles y pirazinas, catalogándolo como una de las soluciones con mayor capacidad de pigmentación. Prodan et al, 2015; informó que la inmersión en saliva artificial [pH 6.97] puede dar como resultado un color amarillento, debido al contenido de mucina, explicando el ΔE en ambas RO. Thakkar et al, 2024; concuerda que el vino tinto [pH 3.43], además de su color inherente, debido a la presencia de agentes cromógenos de baja polaridad, antocianos y taninos, tiene un efecto físico químico sobre la resina por la fermentación y oxidación, sintetizando productos, como el ácido acético, propiónico y láctico, que ablandan las superficies del polímero y permiten la absorción de los pigmentos, por lo que es la solución que promovió el mayor ΔE en ambas RO.

Conclusión

Dentro de las limitaciones de este estudio in vitro y las diferencias en la estructura química, estabilidad hidrolítica y acidificación del ambiente, se puede deducir las siguientes conclusiones:

1. Enlight® tiene mayor estabilidad de color que Bracepaste®, debido al porcentaje menor de matriz inorgánica a pesar de contener TEGDMA, un monómero anfipático.
2. El vino tinto es la sustancia con mayor capacidad de pigmentación, por sus colorantes de baja polaridad y acidificación del entorno debido a la fermentación.
3. La sugerencia de control de alimentos por parte de los odontólogos, hacia los pacientes, puede aminorar cambios de color sobre las resinas.

Agradecimiento

A la C.D. Teresa Baeza Kingston, técnico académico del Laboratorio de Biomate-

riales Dentales de la División de Estudios de Posgrado e Investigación de la Universidad Nacional Autónoma de México, por la elaboración de la Saliva y sus aportes técnicos a este trabajo. A la Dra. Celia Guerrero Velázquez, del Instituto de Investigación en Odontología del Departamento de Clínicas Odontológicas Integrales del Centro Universitario de Ciencias de la Salud de la Universidad de Guadalajara, por el apoyo técnico en la medición de pH.

Referencias Bibliográficas

- Eick, J. D., Smith, R. E., Pinzino, C. S., & Kostoryz, E. L. (2006). Stability of silorane dental monomers in aqueous systems. *Journal of dentistry*, 34(6), 405–410. <https://doi.org/10.1016/j.jdent.2005.09.004>
- Harorli, O. T., Barutçigil, Ç., Bayindir, Y. Z., & Bayindir, F. (2013). Effect of water storage and additional polymerization on the color parameters of flowable resin composites. *The journal of contemporary dental practice*, 14(6), 1109–1114. <https://doi.org/10.5005/jp-journals-10024-1460>
- Lepri, C. P., Ribeiro, M. V., Dibb, A., & Palma-Dibb, R. G. (2014). Influence of mouthrinse solutions on the color stability and microhardness of a composite resin. *The international journal of esthetic dentistry*, 9(2), 238–246.
- Lima, H.M.S., Godoi, A.P.T., Custodio, W., Venezian, G.C. (2020). Color stability of resin composites for orthodontic use. *J Clin Dent Res*. May-Aug;17(2):104-17. <https://doi.org/10.14436/2447-911x.17.2.104-117.oar>
- Prodan, D. A., Gasparik, C., Mada, D. C., Miclăuș, V., Băciuț, M., & Ducea, D. (2015). Influence of opacity on the color stability of a nanocomposite. *Clinical oral investigations*, 19(4), 867–875. <https://doi.org/10.1007/s00784-014-1315-1>
- Šimunović, L., Blagec, T., Vrankić, A., & Meštrović, S. (2022). Color Stability of Orthodontic Ceramic Brackets and Adhesives in Potentially Staining Beverages-In Vitro Study. *Dentistry journal*, 10(7), 115. <https://doi.org/10.3390/dj10070115>
- Tahmassebi, J. F., & BaniHani, A. (2020). Impact of soft drinks to health and economy: a critical review. *European archives of paediatric dentistry : official journal of the European Academy of Paediatric Dentistry*, 21(1), 109–117. <https://doi.org/10.1007/s40368-019-00458-0>
- Thakkar, R., Maini, A. P., Mogla, S., Husain Qadri, S. S., Varma, P. K., & Dubey, A. (2024). Effect of Staining Beverages on Color Stability of Composite: A Spectrophotometric Study. *Journal of pharmacy & bioallied sciences*, 16(Suppl 1), S389–S392. https://doi.org/10.4103/jpbs.jpbs_611_23
- Tekçe, N., Tuncer, S., Demirci, M., Serim, M. E., & Baydemir, C. (2015). The effect of different drinks on the color stability of different restorative materials after one month. *Restorative dentistry & endodontics*, 40(4), 255–261. <https://doi.org/10.5395/rde.2015.40.4.255>
- Yikilgan, İ., Akgul, S., Hazar, A., Kedici Alp, C., Baglar, S., & Bala, O. (2019). The Effects of Fresh Detox Juices on Color Stability and Roughness of Resin-Based Composites. *Journal of prosthodontics : official journal of the American College of Prosthodontists*, 28(1), e82–e88. <https://doi.org/10.1111/jopr.12759>