



Investigación original

Efecto de bebidas ácidas en la resistencia a la flexión, microdureza y rugosidad en resinas compuestas

Araceli Acevedo-Contreras¹, Abigail Flores-Ledesma²,
Irandy del Rocío Herrera-Herrera³, Yoshamin A. Moreno-Vargas⁴,
Miguel Ángel García⁵, Jacqueline Adelina Rodríguez-Chávez⁶,
Gloria P. Perea-González⁷

¹ Laboratorio de Materiales y Biomateriales, Facultad de Estomatología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México. <https://orcid.org/0009-0009-5241-6845>

² Laboratorio de Materiales y Biomateriales, Facultad de Estomatología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México. <https://orcid.org/0000-0002-8136-4820>

³ Facultad de Estomatología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México. <https://orcid.org/0009-0001-0729-2486>

⁴ Facultad de Odontología, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, México. <https://orcid.org/0000-0001-9181-7910>

⁵ Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, CDMX, México. <https://orcid.org/0000-0002-5320-159X>

⁶ Departamento de Clínicas Odontológicas Integrales, Centro Universitario de Ciencias de la Salud, Universidad de Guadalajara, Guadalajara, Jalisco, México. <https://orcid.org/0000-0003-1010-5044>

⁷ Facultad de Estomatología, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, Puebla, Puebla, México. <https://orcid.org/0000-0002-8173-2216>

Autor de correspondencia:

Abigail Flores-Ledesma

E-mail: abigailt.flores@correo.buap.mx

Recibido: 18 de enero de 2025

Aceptado: 19 de febrero de 2025



Citar como:

Acevedo-Contreras A, Flores-Ledesma A, Herrera-Herrera IDR, Moreno-Vargas YA, García MA, Rodríguez-Chávez JA, et al. Effect of acidic drinks on flexural strength, microhardness, and roughness of composite resins [Efecto de bebidas ácidas en la resistencia a la flexión, microdureza y rugosidad en resinas compuestas]. *Rev Odont Mex.* 2025; 29(2): 4-13. DOI: 10.22201/fo.1870199xp.2025.29.2.90719

RESUMEN

Introducción: la ingesta de bebidas ácidas en la actualidad ha mostrado un efecto importante en la desmineralización de los tejidos dentales; adicionalmente, estas bebidas pueden afectar algunas propiedades en las resinas compuestas. **Objetivo:** comparar el efecto de las bebidas ácidas en la resistencia a la flexión, microdureza y rugosidad de resinas compuestas. **Material y métodos:** se elaboraron cuarenta barras de resina compuesta (Filtek™ Z250 XT Restaurador Universal Nano Híbrido. 3M™ ESPE) para evaluar la resistencia a la flexión (ISO 4049-2019) y sesenta discos, de los cuales veinte fueron usados para la prueba de microdureza y cuarenta para la prueba de rugosidad, distribuidas en 3 grupos de acuerdo con el tipo de bebida (G1=agua destilada, G2=Coca-Cola®, G3=Power Ade®). Las muestras fueron expuestas a las bebidas por 14 días durante 2 horas diarias y se mantuvieron almacenadas a 37° C. Se evaluó la microdureza en escala Vickers HV (50gf-30s). La rugosidad en Ra se evaluó con un rugosímetro (0.25mm/s- distancia de corte 0.25mm-5×). El pH de las bebidas se midió con un potenciómetro para relacionarlo con las pruebas físicas. **Resultados:** la resistencia a la flexión no mostró diferencias estadísticamente significativas entre grupos G1- 115MPa, G2- 107MPa y G3- 102MPa, en el módulo de elasticidad G1- 5.4GPa, G2- 6.3GPa y G3- 6.6GPa, $p<0.05$. En microdureza, se obtuvieron G1- 116HV 0.05/30, G2- 105HV 0.05/30 y G3- 113HV 0.05/30. En la rugosidad se observaron valores de Ra en G1- 0.46µm, G2- 0.28µm, y G3- 0.27µm, $p<0.05$. El pH fue de 7.01 en el G1, de 2.55 en G2 y 3.44 en G3. **Conclusiones:** la ingesta de las bebidas ácidas no afecta la resistencia a la flexión ni módulo de elasticidad de las resinas compuestas, pero sí producen un cambio a nivel micrométrico como la microdureza superficial y la rugosidad.

Palabras clave: resistencia a la flexión, microdureza, rugosidad, resina compuesta, bebidas energéticas, bebidas gaseosas

INTRODUCCIÓN

El uso de resinas compuestas ha aumentado en los últimos años, convirtiéndolas en la restauración estética directa más popular. Las resinas compuestas consisten en partículas de relleno inorgánico recubiertas con un compuesto activo de silano que une estas partículas a la matriz orgánica del polímero^{1,2}. En estas restauraciones, los monómeros y los fotoiniciadores son polimerizados por radicales, lo que da lugar a materiales altamente estéticos con excelentes propiedades mecánicas³. Por lo tanto, tener un alto grado de conversión de monómero a polímero proporciona a la restauración mejores propiedades físicas como resistencia a la flexión, compresión, desgaste y estabilidad dimensional y de color⁴.

La exposición frecuente y prolongada de los dientes a bebidas ácidas está muy extendida. En los tejidos dentales, esta exposición produce descalcificación, lesiones de manchas blancas

y/o pigmentación⁵⁻⁸. Dado que los refrescos y las bebidas energéticas contienen múltiples tipos de ácidos y azúcares^{9,10}, sus valores de pH asociados oscilan entre 2.3 y 3.4, lo que, de entrada, deja en nuestro organismo efectos nocivos al ingerirlos y, en consecuencia, perjudica nuestra salud general; además, el pH salival se vuelve más ácido y, por tanto, aumenta el riesgo de erosión y desmineralización del esmalte¹¹. Esto también podría ocurrir con las resinas compuestas debido al consumo excesivo de estas bebidas. Debido a la importancia de las propiedades físicas y superficiales en los resultados clínicos de las resinas compuestas, el objetivo de este trabajo es comparar el efecto de las bebidas ácidas sobre la resistencia a la flexión, la microdureza y la rugosidad de las resinas compuestas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio experimental. Para determinar el tamaño de la muestra, se utilizó el método de Tang para calcular el tamaño de la muestra necesario para alcanzar una potencia del 80% y un nivel de confianza del 95%^{12,13}. El tamaño de la muestra «n» para cada prueba se indica en la sección de la prueba respectiva. Se realizó un estudio piloto para estimar estos parámetros. La cualidad de este método es la probabilidad de rechazar una hipótesis nula falsa; determina el número muestra basado en el estadístico F, que divide el cuadrado medio entre los grupos por el cuadrado medio dentro de los grupos, obtenido de una prueba ANOVA. Cada prueba difiere en función de los grados de libertad. Las características de los materiales utilizados en este estudio se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1.
Materiales de prueba utilizados en el estudio

Material	Composición	Fabricante	Lote
Composite de resina Filtek™ Z250 XT Nano hybrid universal restorative	Partículas de sílice/circonio modificadas en superficie y partículas de sílice modificadas en superficie de 20 mm. 81.8% de relleno inorgánico, con un tamaño de partícula de 20 nm para la sílice y de 3 µm para la sílice/circonio. BIS-GMA, UDMA, BIS-EMA, PEGDMA Y TEGDMA.	3M™ ESPE, Estados Unidos	NF38178
Agua destilada	Agua destilada	JT Baker, México.	SK28C36S
Coca-Cola®	Agua carbonatada, azúcar, jarabe de alta fructosa, caramelo de clase IV, ácido fosfórico, aroma de sucralosa (4.4 mg/100 g) y cafeína.	Coca-Cola®, México	717RIQ
Power Ade®	Agua, jarabe de alta fructosa, ácido cítrico, concentrado Power Ade® sabor mora, citrato potásico, cloruro sódico, cloruro magnésico, cloruro cálcico, fosfato tripotásico, azul 1, vitaminas B3, B6 y B12.	Coca-Cola®, México	886H663119

Para evaluar el pH, se colocaron 10 mL de cada una de las 3 soluciones: agua destilada, Coca-Cola®, y Power Ade® en un vaso de precipitados de 50 mL. El pH de las bebidas se midió con un medidor de pH (4-Star Benchtop pH/ISE Meters, Thermo Scientific Orion, Estados Unidos) el cual fue previamente calibrado con soluciones buffer a 4.0, 7.0 y 10.0 pH. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

Se confeccionaron 30 muestras de resina compuesta nanohíbrida (Filtek™ z250 XT Nano hybrid universal restorative, tono A2, 3M™ ESPE) con moldes de acero inoxidable (2 mm de ancho × 2 mm de profundidad × 25 mm de largo), según la norma ISO 4049-2019¹⁴ para evaluar la resistencia a la flexión (Figura 1. A). Se colocó una tira de celuloide entre la loseta y el molde de acero inoxidable, y un separador químicamente inerte (aceite de silicona) en las paredes de los moldes de acero inoxidable, con la ayuda de un microcepillo, para evitar que se adhirieran al molde y permitir su extracción (Figura 1. B). La resina se colocó directamente en el molde y se compactó con una espátula de resina recubierta de nitruro de titanio y aluminio (AlTiN) (Hue-Friedy, TNCIGFT1, Ill, Estados Unidos). Para evitar huecos y/o burbujas en el interior, se rellenó uniformemente hasta sobrellenar ligeramente. Se colocó otra tira de celuloide encima para presionar y eliminar el exceso (Figura 1. C). Cada muestra se polimerizó con una lámpara de polimerización LED (Bluephase® N MC, 800 mW/cm², Ivoclar Vivadent®, Austria) (Figura 1. D) totalmente adherida a la muestra a 0 mm de distancia; se polimerizaron en 5 zonas durante 20 s cada una y a lo largo de toda la muestra, de forma que cada zona irradiada solapara la mitad de la zona polimerizada anterior. Se separó el molde para liberar la muestra y obtener un prisma rectangular (Figura 1. E). Las muestras se pulieron ligeramente por cada lado con papel de carburo de silicio (papel SiC de grano 320) hasta eliminar los bordes de resina. Las muestras se dividieron en 3 grupos (n=10); la resistencia a la flexión en este grupo se evaluó después de 24h según la norma ISO 4049-2019¹⁴; G1- agua destilada, G2- Coca-Cola® y G3- Power Ade®, los grupos experimentales se introdujeron en las bebidas durante 2 horas diarias y se almacenaron en agua destilada durante 14 días a 37° C. Posteriormente se sometieron a un ensayo de flexión en 3 puntos en una máquina universal de pruebas (INSTRON, Mod. 4465, Norwood, MA, USA) a una velocidad transversal de 0.75 mm/min.

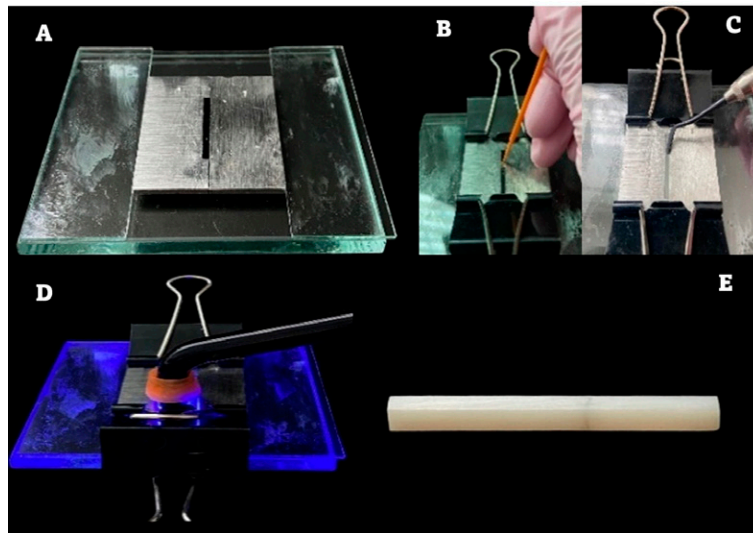


Figura 1. Preparación de muestras de resistencia a la flexión. A. Loseta ensamblada con moldes de acero inoxidable. B. Aceite de silicona aplicado a las paredes de los moldes. C. Compactación de resina en los moldes. D. Fotopolimerización directa. E. Muestra final.

Para evaluar la microdureza, se confeccionaron quince discos de resina nanohíbrida (Filtek™ z250 XT Nano hybrid universal restorative, tonalidad A2, 3M™ ESPE) de 5 mm de diámetro y 1.5 mm de altura, polimerizados con la misma lámpara LED anteriormente mencionada. Los

discos se dividieron aleatoriamente en los 3 grupos (n=5) previamente descritos. Las muestras se expusieron durante 2 horas diarias en las bebidas durante 14 días a 37°C, y se evaluó la microdureza en la escala de Vickers con un microdurómetro (Microhardness tester MHT2, Matsuzawa Seiki Co. Japón) (Figura 2. A), aplicando una carga de ensayo de 50 gf durante 30 segundos. Las muestras se colocaron bajo unas pinzas de soporte para garantizar que la fuerza aplicada sólo se ejercía sobre la muestra, manteniendo los resultados lo más precisos posible (Figura 2. B). Las cargas de prueba se aplicaron en 10 lugares diferentes de la muestra, por cada muestra, para obtener un n=50 final.

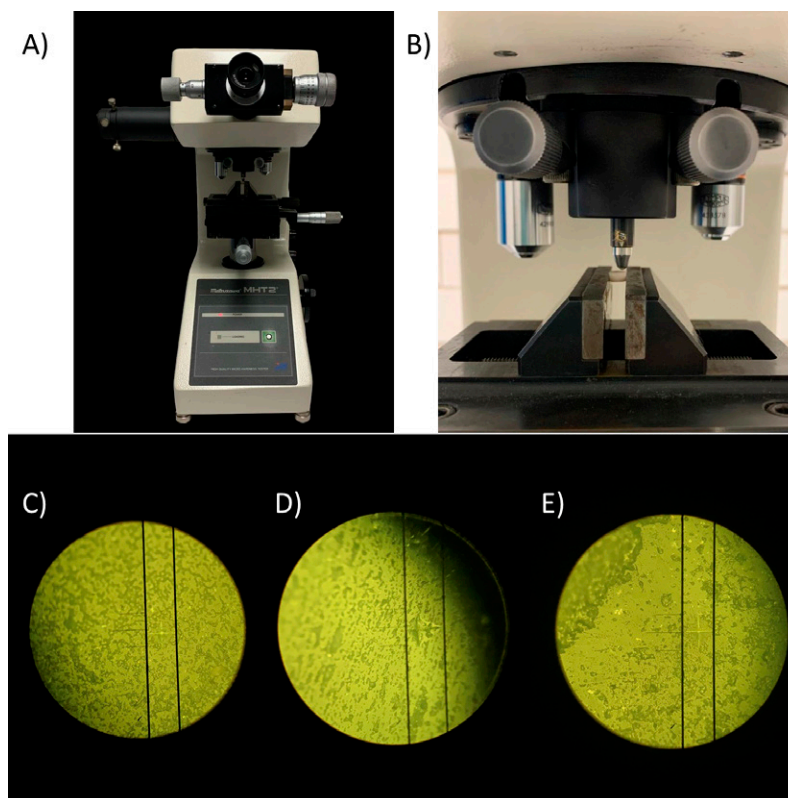


Figura 2. Prueba de microdureza. A. Microdurómetro. B. Montaje de la muestra. Imágenes microscópicas que muestran la indentación durante la prueba de microdureza. C. G1 = Agua destilada, D. G2 = Coca-Cola®, E. G3 = Powerade®.

Finalmente, para la evaluación de la rugosidad, treinta discos de composite de resina (Filtek™ z250 XT Nano hybrid universal restorative, tono A2, 3M™ ESPE) de 5 mm de diámetro y 1.5 mm de altura, polimerizados con una lámpara de polimerización LED (Bluephase® N MC, 800 mW/cm², Ivoclar Vivadent®, Austria) fueron ligeramente pulidas con papel de carburo de silicio (papel SiC de grano 1500 y 2000). Las muestras se dividieron en 3 grupos (n=10). Se midió el parámetro Ra en las superficies para determinar la rugosidad con un rugosímetro (Mitutoyo SJ-301, Mitutoyo American Corporation, Estados Unidos) previamente calibrado (Figura 3. A); a una velocidad de 0.25mm/s y una distancia de corte de 0.25mm-5×. La superficie evaluada se fijó con cinta de doble cara para evitar el movimiento de la muestra y se paralelizó a la punta del detector de rugosidad (Figura 3. B). La medición se realizó por triplicado en cada muestra, en tres zonas diferentes, con un número final de muestra de n=30 por grupo.

Los datos se analizaron en el programa estadístico SPSS v.24, y se utilizó la prueba de Shapiro Wilks para comprobar la normalidad de los datos ($p > 0.05$). Posteriormente, se realizó una prueba ANOVA seguida de la prueba post hoc de Tukey para comparaciones múltiples. Se utilizó un intervalo de confianza del 95%



Figura 3. Prueba de rugosidad. A. Rugosímetro. B. Punta detectora con una punta de diamante. C. Muestra con punta detectora.

RESULTADOS

Los resultados de las propiedades evaluadas se muestran en la Tabla 2. Al comparar los promedios de resistencia a la flexión (Tabla 2), no se observó una disminución de la resistencia a la flexión en los tres grupos. El G1 obtuvo 109.9 MPa, el G2 112.8 MPa y el G3 102.9 MPa (ANOVA $p > 0.05$). En cuanto al módulo de elasticidad, el grupo G1 obtuvo 5.4 GPa, el G2 mostró 6.3 GPa y el G3- 6.5 GPa (ANOVA $p > 0.05$). No se encontraron diferencias estadísticamente significativas en estas dos pruebas.

Tabla 2.
Resultados de las pruebas químicas y físicas

	pH	Fuerza flexural (MPa) n=10	Módulo de elasticidad (GPa) n=10	Microdureza (HV) n=50	Rugosidad (Ra) n=30
G1-Agua destilada	7.01	109.9 ± 26.3 ^a	5.4 ± 1.4 ^a	116 ± 3 ^a	0.46 ± 0.16 ^a
G2- Coca-Cola®	2.55	112.8 ± 28.6 ^a	6.3 ± 0.7 ^a	105 ± 3 ^b	0.28 ± 0.08 ^b
G3 -Power Ade®	3.44	102.9 ± 33.9 ^a	6.5 ± 1.3 ^a	113 ± 6 ^a	0.27 ± 0.11 ^b
ANOVA	-	$p > 0.05$	$p > 0.05$	$p < 0.05$	$p < 0.05$

Se indican la media y la desviación estándar. Las medias se comparan entre bebidas por columna, y las letras minúsculas en superíndice diferentes indican diferencias estadísticamente significativas (ANOVA $p < 0.05$, prueba post hoc de Tukey $p < 0.05$)

Las imágenes más representativas de las indentaciones de la prueba de microdureza se observan en la Figura 2C-E. En las mediciones de microdureza, G1 tuvo un valor de 116 0.05/30 HV, G2 mostró 105 0.05/30 HV, y G3 exhibió 113 0.05/30 HV (ANOVA $p < 0.05$, post hoc Tukey $p < 0.05$), como se puede observar en la Tabla 2.

Los resultados de rugosidad mostraron que G2 y G3 son más suaves en comparación con G1. G2 exhibió 0.28 μm y G3 0.27 μm , y ambos mostraron diferencias estadísticas con G1 que mostró 0.46 μm , considerando la medición Ra (ANOVA $p < 0.05$, post hoc Tukey $p < 0.05$), Tabla 2.

DISCUSIÓN

En la actualidad, se ha discutido la prevalencia del consumo de comida rápida y refrescos con alto contenido de azúcar. En Estados Unidos, entre 2013 y 2016, más del 36% de los adultos diariamente consumieron comida rápida¹⁵, y este consumo incluye la ingesta de bebidas carbonatadas¹⁶. Además, se ha observado un aumento en el consumo de bebidas deportivas y energéticas entre la población general, lo que ha generado cuestionamientos sobre el potencial erosivo de estas bebidas sobre los tejidos duros dentales^{8,17}, así como sus efectos sobre el desempeño clínico de los materiales utilizados¹⁸.

Es importante mencionar que las resinas compuestas se utilizan en muchos procedimientos restauradores, lo que puede hacerlas susceptibles de ser afectadas por dichas bebidas. Estos polímeros son biomateriales que proporcionan buenas propiedades biomecánicas; sin embargo, éstas pueden variar en función del contenido de relleno, ya que se ha correlacionado con la profundidad de polimerización, la estabilidad del color, la dureza, la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad. Teniendo en cuenta el uso generalizado de los composites de resina y las duras condiciones del entorno oral, estos composites de resina deben ser resistentes a la degradación. Sin embargo, se ha demostrado que con el tiempo sufren degradación en condiciones ácidas, lo que puede predecirse por cambios en la topografía y rugosidad de la superficie, disminución de la dureza y resistencia al desgaste, así como pérdida de sustancia del composite de resina¹⁹.

Gradinaru *et al.*²⁰ mostraron en 2023 que el rendimiento clínico de las resinas compuestas depende no sólo de la estructura del biomaterial sino también del ambiente al que está expuesto, en este sentido el análisis del estado de la superficie proporciona datos relevantes sobre el efecto de las bebidas ácidas y la degradación estructural del material. Varios autores^{19,21-23} realizaron diversos estudios que muestran una disminución de la microdureza de la superficie de diferentes materiales para restauración al ser expuestos a diferentes medios ácidos, en los que se observaron resultados similares a los obtenidos en el presente estudio, donde la resina compuesta mostró una disminución de la dureza tras la inmersión en bebidas ácidas^{24,25}.

Barve *et al.*^{26,27} explicaron dos mecanismos principales de degradación del polímero; el primero es por hidrólisis, que es pasiva, y el segundo es por reacciones enzimáticas, que son activas. Entre ellas, la hidrólisis pasiva del polímero es la más importante. El aumento de la absorción de agua por la resina podría ser responsable de su degradación hidrolítica y de la disminución de la dureza superficial. Las causas secundarias podrían ser la pérdida sostenida de sílice tras la degradación de la matriz, la separación de la interfaz matriz-relleno y daños internos. Se espera que estas deficiencias disminuyan las propiedades mecánicas del material, como la resistencia a la flexión, que es una propiedad clínicamente relevante para los materiales de restauración, ya que imita el uso de composites en zonas que soportan grandes tensiones²⁸. Sin embargo, estudios realizados por Scribante *et al.*^{29,30} evaluaron composite de resina con diferentes tamaños y cantidades de partículas de relleno. En términos de resistencia a la flexión y módulo elástico, encontraron que la inmersión en un medio ácido disminuyó ambas propiedades (Composite Universal 3M™ Filtek™ Supreme XTE, 3M™ ESPE), mientras que otros materiales no se vieron

afectados por la inmersión. En este sentido, no se encontró ninguna correlación significativa entre el medio ácido y el módulo elástico de los materiales utilizados.

Se ha mencionado que los bajos valores de dureza superficial se relacionan principalmente con una inadecuada resistencia al desgaste y en consecuencia rugosidad afectada, lo que podría causar manchas, acumulación de placa, irritación gingival y caries recurrente³¹. Entre los resultados obtenidos por algunos autores, se ha observado un aumento de la rugosidad al exponer el material a diferentes ácidos^{32,33}, mientras que otros no encontraron diferencias³⁴. Lo anterior concuerda con los resultados obtenidos en el presente estudio en el que al evaluar después de 14 días de exposición la rugosidad y la microdureza se afectan. Badra *et al.*³⁵ por su parte, observaron un aumento de la rugosidad superficial en periodos tempranos, disminuyendo con el tiempo cuando se evaluó a los 30 y 60 días. Por lo tanto, es importante mencionar que todos los resultados están condicionados por la duración del tiempo de exposición, el pH del medio y la composición del material elegido para cada evaluación, lo que puede explicar las diferencias en los resultados obtenidos.

Por otro lado, una limitación de este modelo *in vitro* incluye otros factores, como la capacidad de buffer de la saliva y la película adquirida, que no han sido considerados para dar una evaluación más realista de la degradación estructural, que podría ser un factor predisponente para la colonización bacteriana, y a su vez, aumentar potencialmente el riesgo de enfermedades orales. Los estudios que se centran en el impacto real del entorno al que están expuestos materiales como el composite de resina; son de suma importancia para promover mejoras en la formulación, y por lo tanto, aumentar el grado de fiabilidad, calidad y longevidad de las restauraciones a lo largo del tiempo.

CONCLUSIONES

Entre las limitaciones que presenta el estudio, se concluye que la ingestión de bebidas ácidas no afecta a las propiedades macro-mecánicas como la resistencia a la flexión y el módulo de elasticidad de las resinas compuestas; sin embargo, sí afecta a las propiedades micro-mecánicas como la microdureza y la rugosidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ferracane JL. Resin composite – state of the art. *Dent Mater.* 2011; 27(1): 29-38. DOI: 10.1016/j.dental.2010.10.020
2. Rodríguez HA, Kriven WM, Casanova H. Development of mechanical properties in dental resin composite: Effect of filler size and filler aggregation state. *Mater Sci Eng C.* 2019; 101: 274-282. DOI: 10.1016/j.msec.2019.03.090
3. Kowalska A, Sokolowski J, Gozdek T, Krasowski M, Kopacz K, Bociong K. The Influence of various photoinitiators on the properties of commercial dental composites. *Polymers (Basel).* 2021; 13(22): 3972-3989. DOI: 10.3390/polym13223972
4. Bilgili Can D, Özarslan M. Evaluation of color stability and microhardness of contemporary bulk-fill composite resins with different polymerization properties. *J Esthet Restor Dent.* 2022; 34(6): 924-932. DOI: 10.1111/jerd.12879

5. Melo ESP, Melo E, Arakaki D, Michels F, Nascimento VA. Methodology to quantify and screen the demineralization of teeth by immersing them in acidic drinks (orange juice, Coca-Cola™, and grape juice): Evaluation by ICP OES. *Molecules*. 2021; 26(11): 3337. DOI: 10.3390/molecules26113337
6. Ghavri T, Pathak A, Bajwa NK. Comparative evaluation of the effect of different beverages on the surface roughness and microhardness of human enamel surface: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2021; 14(5): 657-661. DOI: 10.5005/jp-journals-10005-2011
7. Surarit R, Jiradethprapai K, Lertsatira K, Chanthongthiti J, Teanchai C, Horsophonphong S. Erosive potential of vitamin waters, herbal drinks, carbonated soft drinks, and fruit juices on human teeth: An in vitro investigation. *J Dent Res Dent Clin Dent Prospects*. 2023; 17(3): 129-135. DOI: 10.34172/joddd.2023.40413
8. Inchingolo AM, Malcangi G, Ferrante L, Del Vecchio G, Viapiano F, Mancini A, *et al.* Damage from carbonated soft drinks on enamel: A systematic review. *Nutrients*. 2023; 15(7): 1785-1803. DOI: 10.3390/nu15071785
9. Kumar N, Amin F, Hashem D, Khan S, Zaidi H, Rahman S, *et al.* Evaluating the pH of various commercially available beverages in Pakistan: Impact of highly acidic beverages on the surface hardness and weight loss of human teeth. *Biomimetics*. 2022; 7(3): 102-115. DOI: 10.3390/biomimetics7030102
10. Reddy A, Norris DF, Momeni SS, Waldo B, Ruby JD. The pH of beverages available to the American consumer. *J Am Dent Assoc*. 2015; 147(4): 255-263. DOI: 10.1016/j.adaj.2015.10.019
11. Gupta R, Madan M, Dua P, Saini S, Mangla R, Kainthla T, *et al.* Comparative evaluation of microhardness by common drinks on esthetic restorative materials and enamel: An in vitro study. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2018; 11(3): 155-160. DOI: 10.5005/jp-journals-10005-1503
12. Swartz JB, Dahlsten DL. Sampling techniques and the use of Tang's procedure in insect population dynamics studies. *Popul Ecol*. 1980; 21(2): 300-307. DOI: 10.1007/BF02513627
13. Kuehl RO. *Diseño de experimentos: Principios estadísticos de diseño y análisis de investigación*. México: Thomson Learning, 2001.
14. International Standards Organization. *ISO 4049:2019 Dentistry – polymer-based restorative materials*. Disponible en: <https://www.iso.org/standard/67596.html>
15. Alhashemi M, Mayo W, Alshaghel MM, Alsaman MZB, Kassem LH. Prevalence of obesity and its association with fast-food consumption and physical activity: A cross-sectional study and review of medical students' obesity rate. *Ann Med Surg (Lond)*. 2022; 79: 104007. DOI: 10.1016/j.amsu.2022.104007
16. Sarhan MM, Alhazmi HA. Fast food consumption and its relationship with oral health among US adults: A cross-sectional NHANES-based study. *Saudi Dent J*. 2024; 36(5): 728-732. DOI: 10.1016/j.sdentj.2024.02.021
17. Matumoto MSS, Terada RSS, Higashi DT, Fujimaki M, Suga SS, Guedes-Pinto AC. In vitro effect of energy drinks on human enamel surface. *Rev. Odontol. UNESP*. 2018; 47(1): 57-62. DOI: 10.1590/1807-2577.02118
18. Erdemir U, Yildiz E, Eren MM, Ozel S. Surface hardness evaluation of different composite resin materials: influence of sports and energy drinks immersion after a short-term period. *J Appl Oral Sci*. 2013; 21(2): 124-131. DOI: 10.1590/1678-7757201302185
19. Valinoti AC, Neves BG, da Silva EM, Maia LC. Surface degradation of composite resins by acidic medicines and pH-cycling. *J Appl Oral Sci*. 2008; 16(4): 257-265. DOI: 10.1590/S1678-77572008000400006
20. Gradinaru I, Vasiliu AL, Bargan A, Checherita LE, Ciubotaru BI, Armencia AO, *et al.* The influence of beverages on resin composites: An in vitro study. *Biomedicines*. 2023; 11(9): 2571. DOI: 10.3390/biomedicines11092571

21. Vejendla I, Pradeep S, Choudhari S, Adimulapu H S, Solete P. In vitro evaluation of the effects of different beverages on the surface microhardness of a single-shade universal composite. *Cureus*. 2023; 15(8): e43669. DOI: 10.7759/cureus.43669
22. Colombo M, Poggio C, Lasagna A, Chiesa M, Scribante A. Vickers micro-hardness of new restorative CAD/CAM dental materials: Evaluation and comparison after exposure to acidic drink. *Materials (Basel)*. 2019; 12(8): 1246. DOI: 10.3390/ma12081246
23. Rathod A, Vadavadagi S, Verma T, Kumar P, Deepak PV, Deb S, *et al*. Effect of acidic beverages on color stability and microhardness of various esthetic restorative materials: A comparative study. *J Pharm Bioallied Sci*. 2021; 13(Suppl 2): S1084-S1087. DOI: 10.4103/jpbs.jpbs_189_21
24. Moyin S, Nagdev P, Kumar NN. Evaluation of the impact of acidic drink on the microhardness of different esthetic restorative materials: An in vitro study. *J Contemp Dent Pract*. 2020; 21(3): 233-237. DOI: 10.5005/jp-journals-10024-2753
25. Abouelmagd DM, Basheer RR. Microhardness evaluation of microhybrid versus nanofilled resin composite after exposure to acidic drinks. *J Int Soc Prev Community Dent*. 2022; 12(3): 353-359. DOI: 10.4103/jispcd.JISPCD_66_22
26. Barve D, Dave P, Gulve M, Saquib S, Das G, Sibghatullah M, *et al*. Assessment of microhardness and color stability of micro-hybrid and nano-filled composite resins. *Niger J Clin Pract*. 2021; 24(10): 1499-1505. DOI: 10.4103/njcp.njcp_632_20
27. Barve D, Dave PN, Gulve MN, Sahib MAKM, Naz F, Shahabe SA. Effect of commonly consumed beverages on microhardness of two types of composites. *Int J Clin Pediatr Dent*. 2020; 13(6): 663-667. DOI: 10.5005/jp-journals-10005-1854
28. Escobar LB, Pereira da Silva L, Manarte-Monteiro P. Fracture resistance of fiber-reinforced composite restorations: A systematic review and meta-analysis. *Polymers (Basel)*. 2023; 15(18): 3802-3821. DOI: 10.3390/polym15183802
29. Scribante A, Bollardi M, Chiesa M, Poggio C, Colombo M. Flexural properties and elastic modulus of different esthetic restorative materials: Evaluation after exposure to acidic drink. *Biomed Res Int*. 2019; 2019: 5109481. DOI: 10.1155/2019/5109481
30. Scribante A, Gallo S, Scarantino S, Dagna A, Poggio C, Colombo M. Exposure of biomimetic composite materials to acidic challenges: Influence on flexural resistance and elastic modulus. *Biomimetics (Basel)*. 2020; 5(4): 56. DOI: 10.3390/biomimetics5040056
31. Silva JP, Coelho A, Paula A, Amaro I, Saraiva J, Ferreira MM, *et al*. The influence of irrigation during the finishing and polishing of composite resin restorations – A systematic review of in vitro studies. *Materials (Basel)*. 2021; 14(7): 1675. DOI: 10.3390/ma14071675
32. Tărăboanță I, Buhățel D, Brinză Concită CA, Andrian S, Nica I, Tărăboanță-Gamen AC, *et al*. Evaluation of the surface roughness of bulk-fill composite resins after submission to acidic and abrasive aggressions. *Biomedicines*. 2022; 10(5): 1008. DOI: 10.3390/biomedicines10051008
33. Borges MG, Soares CJ, Maia TS, Bicalho AA, Barbosa TP, Costa HL, *et al*. Effect of acidic drinks on shade matching, surface topography, and mechanical properties of conventional and bulk-fill composite resins. *J Prosthet Dent*. 2019; 121(5): 868.e1-868.e8. DOI: 10.1016/j.prosdent.2019.02.006
34. Alencar MF, Pereira MT, De-Moraes 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*. 2020; 83(2): 202-207. DOI: 10.1002/jemt.23403
35. Badra VV, Faraoni JJ, Ramos RP, Palma-Dibb RG. Influence of different beverages on the microhardness and surface roughness of resin composites. *Oper Dent*. 2005; 30(2): 213-219. Disponible en <https://operative-dentistry.kglmeridian.com/meridian/operativedentistry/published/rest/pdf-watermark/v1/journals/odnt/30/2/article-p1.pdf/watermark-pdf/>