



Universidad Autónoma del Estado de México
Facultad de Odontología

Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Odontología
"Dr. Keisaburo Miyata"

**Efecto de diferentes bebidas ácidas industrializadas sobre la
rugosidad superficial de las resinas compuestas fluidas:
estudio *in vitro*.**

Tesis

Que para obtener el grado de
Maestra en Ciencias Odontológicas

Presenta:

E. en O. Lorena Albarrán Martínez

Director:

Dra. en C.S. Laura Emma Rodríguez Vilchis

Co-director:

Dra. en O. Rosalía Contreras Bulnes

Toluca, Estado de México, marzo de 2023



2022-2026

Índice

Resumen.....	4
1. Antecedentes.....	5
1.1. Generalidades.....	5
1.1.1. Medio ambiente bucal	5
1.1.2. Salud bucal y dieta	5
1.2. Resinas.....	6
1.2.1. Clasificación	8
1.2.2. Propiedades	10
1.2.3. Resinas fluidas	12
1.2.3.1. Composición	12
1.2.3.2. Marcas comerciales	12
1.3. Rugosidad.....	17
1.3.1. Concepto.....	17
1.3.2. Sistemas de medición	17
1.3.3. Parámetros.....	17
1.3.4. Estudios previos en resinas.....	18
2. Planteamiento del problema	20
3. Justificación	21
4. Hipótesis.....	22
5. Objetivos.....	23
6. Materiales y métodos.....	24
7. Resultados.....	33
8. Discusión	34

9. Conclusión.....	39
10. Sugerencias.....	40
11. Referencias	41
12. Anexos	48

Resumen

Introducción: Las resinas compuestas fluidas (RCF) son materiales disponibles para restauraciones en odontología pediátrica. Sin embargo, estos materiales en boca están sujetos a efectos nocivos provocados por ácidos que provocan su deterioro y aumento en rugosidad. **Objetivo:** Evaluar el efecto de diferentes bebidas ácidas industrializadas sobre la rugosidad de RCF. **Metodología:** Estudio experimental in vitro, con una muestra de conveniencia de 120 discos de 5 mm de diámetro por 2 mm de profundidad, de cuatro marcas comerciales (3M, Ivoclar Vivadent, Ultradent y VOCO) expuestos a tres bebidas (refresco, jugo de manzana y leche fermentada) e incubadas a 37°C durante 0, 15 y 30 días. La rugosidad se midió en los diferentes intervalos de tiempo con un perfilómetro, bajo los parámetros Ra y Rz. Para el análisis de los datos, se aplicaron las pruebas de análisis de varianza de una vía (ANOVA de una vía) y de análisis de varianza de medidas repetidas (ANOVA de medidas repetidas) ($p < 0,05$). **Resultados:** En la prueba de rugosidad previa a la inmersión no se observaron diferencias dentro de los grupos, con valores máximos de rugosidad para 3M y mínimos para Ultradent. A los 15 y 30 días de inmersión, los grupos mostraron diferencias significativas por bebida de inmersión, excepto VOCO en jugo y Yakult y 3M en Ra, manteniendo la misma tendencia de valores máximos y mínimos. **Conclusiones:** Todos los materiales mostraron un aumento en la rugosidad con mayor tiempo de exposición a las bebidas, excepto VOCO en jugo y Yakult. VOCO se comportó de manera diferente al resto de las RCF.

1. Antecedentes

1.1. Generalidades

1.1.1. Medio ambiente bucal

Las estructuras de la cavidad oral blandas y duras están cubiertas por la película adquirida seguida de la colonización bacteriana. Esto se aplica tanto a las estructuras dentales como a los materiales de restauración o prótesis; el biofilm bacteriano adherente está asociado con el desarrollo de caries, enfermedades periodontales o estomatitis. En consecuencia, existe una demanda considerable de nuevos materiales y recubrimientos que limiten y modulen la unión bacteriana y/o la propagación de microorganismos.¹

La formación de biopelículas depende de muchos factores, entre ellos es el sustrato encontrado en la superficie sobre la que se forma la biopelícula, y los materiales de restauración dental son tales sustratos. Las biopelículas desempeñan un papel crucial en la formación de caries e inflamación de los tejidos gingivales, periodontales o mucosos junto a las restauraciones. Incluso problemas generales de salud, como infecciones sistémicas en pacientes inmunocomprometidos, pueden resultar de biopelículas en materiales dentales.

Las biopelículas pueden producir cambios en propiedades del material o de la superficie, es por eso por lo que la prevención de la formación de biopelículas se basa principalmente en regímenes generales de higiene bucal.²

1.1.2. Salud bucal y dieta

Para mantener la salud, el cuerpo humano necesita nutrición diaria en forma de carbohidratos, proteínas y minerales. Las asociaciones entre las condiciones de salud oral, las prácticas dietéticas, el estado nutricional y el estado general de salud son complejas y tienen muchos factores interrelacionados. Una nutrición

inadecuada puede afectar la salud oral incluyendo caries dental, enfermedades periodontales, enfermedades de la mucosa oral y enfermedades infecciosas. La salud oral comprometida puede alterar la elección de alimentos y afectar negativamente la ingesta de alimentos, lo que lleva a un estado nutricional deficiente que puede conducir a enfermedades sistémicas crónicas. Reconocer y tratar los problemas de salud bucal y nutrición es importante para mejorar la salud y la calidad de vida.³

En caries dental es muy claro el papel de los carbohidratos en la pérdida del equilibrio del microbioma oral,⁴ sin embargo, las enfermedades periodontales, aunque existen otros factores como los genéticos y condiciones individuales inmunológicas, se ha observado que la deficiencia de vitamina C y D se asocia a problemas periodontales. Dichas enfermedades son causadas por bacterias específicas que provocan una intensa respuesta inflamatoria local y afectan a sujetos susceptibles.^{5,6} De igual manera la composición de la dieta puede impactar en la erosión del esmalte.⁴

1.2. Resinas

La resina compuesta en odontología se refiere a un sistema de polímeros reforzado que es utilizado para restaurar tejidos duros como esmalte y dentina. El término apropiado en la ciencia de materiales es matriz compuesta de polímeros o en su defecto matriz compuesta de polímero reforzada con partículas de relleno. Por otra parte, los ionómeros de vidrio también se incluyen en la clase científica de materiales compuestos, pero debido a que estos son materiales a base de agua y tienen una reacción de fraguado ácido-base, han sido tradicionalmente categorizados como una clase propia.⁵

La resina compuesta se utiliza para restaurar estructura dental mejorando así la estética. Más recientemente, los nanocompuestos han sido agregados con la

finalidad de optimizar la estética y propiedades mecánicas en comparación con las resinas compuestas tradicionales.

Los compuestos a base de resina se desarrollaron por primera vez a principios de la década de 1960 proporcionando materiales con mejores propiedades mecánicas que los acrílicos y los silicatos, menor coeficiente térmico de expansión, menor cambio dimensional en el fraguado y mayor resistencia al desgaste, mejorando así el rendimiento clínico.⁶

Un compuesto de resina se compone de cuatro componentes principales: matriz de polímero orgánico, partículas de relleno inorgánico, agente de acoplamiento y el sistema iniciador-acelerador.

- Matriz de polímero orgánico: la gran mayoría de los monómeros utilizados para la matriz de resina son compuestos de dimetacrilato. Los monómeros que se han usado comúnmente son 2,2-bis[4(2-hidroxi-3-metacriloxi-propiloxi)-fenil]propano (Bis-GMA) y dimetacrilato de uretano (UDMA). Ambos contienen carbono reactivo enlaces dobles en cada extremo que pueden sufrir adición polimerización iniciada por iniciadores de radicales libres.
- Partículas de relleno inorgánico: las partículas de relleno inorgánico tales como cuarzo o vidrio finamente molido, cerámicas, sílice microfina o, más recientemente, nanopartículas.
- Agente de acoplamiento: un órgano silano, se aplica a las partículas inorgánicas por el fabricante para tratar la superficie de los rellenos antes de ser mezclado con el monómero, forman un enlace entre material inorgánico y orgánico.
- Sistema iniciador-acelerador: el papel del sistema iniciador-acelerador se encarga de polimerizar y entrecruzar. La reacción de polimerización se puede

desencadenar por fotoactivación, autocurado (activación química), y polimerización dual (química y fotopolimerización).

Los rellenos constituyen una parte importante por volumen y peso de las resinas compuestas, su función es reforzar la matriz de resina, proporcionar el grado apropiado de translucidez y controlar a la contracción del volumen durante la polimerización. Los rellenos tradicionalmente contienen cuarzo, vidrios o cerámicas. La mayoría de los vidrios contienen óxidos de metales pesados como el bario o el zinc para que proporcionen radiopacidad para la visualización cuando se expone a los rayos X.

Lo ideal es tener una distribución de diámetros de relleno de modo que los más pequeños encajen en los espacios entre las partículas más grandes y proporcionen un empaquetamiento más eficiente.⁷

1.2.1. Clasificación

Un método útil para clasificar las resinas compuestas es por el tamaño de partícula, la forma y la distribución del tamaño de partícula del relleno.

- Resinas compuestas con macrorellenos: contenían grandes estructuras esféricas o de forma irregular, partículas de diámetro medio de relleno de 20 a 30 μm . Los compuestos resultantes eran bastante opacos y tenían baja resistencia al desgaste.
- Resinas compuestas híbridas: los composites híbridos son dos tipos de rellenos que se mezclan: (1) partículas finas de tamaño de partícula promedio de 2 a 4 μm y (2) 5% a 15% de partículas microfinas, generalmente sílice, de tamaño de partícula 0,04 a 0,2 μm . Las partículas pueden obtenerse moliendo vidrio (p. ej., vidrio de borosilicato, aluminio de litio o bario vidrio de silicato, vidrio de estroncio o zinc), cuarzo o materiales cerámicos y tienen formas irregulares.

- Resinas compuestas microhíbridos: puede contener 60% a 70% de relleno por volumen, que, dependiendo de la densidad del relleno, se traduce en 77% a 84% en peso en el material compuesto.
- Nanocompuestos: recientemente la incorporación de la nanotecnología en el diseño y la fabricación de materiales compuestos ha mejoraron mucho sus propiedades. La nanotecnología es la producción de materiales y estructuras funcionales en el rango de 1 a 100 nanómetros (nm)—la nanoescala—por varios métodos físicos y químicos. En la actualidad hay dos distintos tipos de composites dentales disponibles que contienen nanopartículas:
 - a. Nanorrellenos: estos contienen partículas de tamaño nanométrico (1-100 nm), no contiene partículas primarias grandes
 - b. Nanohíbridos: consisten en partículas grandes (0,4 a 5 micrones) con partículas de tamaño nanométrico agregado.

Las resinas composite de nanorrelleno tiene la fuerza mecánica de un microhíbrido pero al mismo tiempo retiene la suavidad durante el servicio como un microrrelleno.⁷

La clasificación de Lutz y Phillips está basada en el tamaño de la partícula de relleno; estos autores clasifican a las resinas en composites de macro relleno (partículas de 0,1 a 100 μ), micro relleno (partículas de 0,04 μ) y en composites híbridos (con rellenos de diferentes tamaños),⁸ ya que es necesario revisar los sistemas de clasificación de resinas compuestas que se utilizan actualmente para que sigan sirviendo como parámetros descriptivos y cuantitativos que indiquen el contenido de partículas de relleno de estos materiales de restauración.⁹

Willems y cols. realizaron una clasificación tomando en cuenta diversos parámetros como el módulo de Young, el porcentaje (en volumen) del relleno inorgánico, el tamaño de las partículas principales, la rugosidad superficial y la fuerza de compresión.¹⁰

1.2.2. Propiedades

Las propiedades de la resina incluyen propiedades mecánicas, tasa de conversión, contracción de polimerización, tensión de contracción, profundidad de curado, propiedades estéticas y propiedades biológicas.

Propiedades mecánicas

Dichas propiedades son muy importantes y un factor determinante para medir el desempeño de su aplicación clínica, deben ser las mismas o similares al tejido dental tanto como sea posible, de tal manera que pueda comportarse lo más parecido a el tejido duro del diente bajo fuerza, reducir la tensión de la interfaz restauración-diente y prolongar la vida útil del material. Las propiedades mecánicas son dureza, resistencia, fluencia, módulo elástico, viscoelasticidad, propiedades de flexión, etc. Dichas propiedades están relacionadas con el contenido de rellenos inorgánicos. Cuanto mayor sea la proporción de rellenos, mejores serán las propiedades mecánicas.¹¹

Contracción de polimerización y la tensión de contracción

La contracción de polimerización y la tensión de contracción es provocada por la contracción de polimerización durante el proceso de curado del material. La polimerización de los compuestos a base de dimetacrilato se acompaña de una contracción del volumen, que se produce durante la polimerización debido a la reducción de las distancias entre las moléculas de monómero debido a la formación de enlaces covalentes, lo que resulta en un aumento de la tensión de contracción del material.¹²

La contracción de polimerización puede afectar la estabilidad marginal de la restauración, lo que da como resultado una microfiltración marginal que conduce al desarrollo de caries secundarias. Además, una fuerza excesiva también puede

provocar el desplazamiento de las cúspides y la formación de microfisuras en el esmalte.¹³

Profundidad de curado

La transmisión de luz del material afecta la profundidad de polimerización,¹⁴ si la profundidad de curado de la resina compuesta no es suficiente, la conversión de monómero puede ser insuficiente, lo que provoca sensibilidad posoperatoria, microfiltración marginal y caries secundaria. Para polimerizar de manera adecuada debe curarse en capas. La profundidad de polimerización puede alterar el color y translucidez de la resina, cuanto menor sea la translucidez, menor la profundidad de polimerización.^{15,16}

En uso clínico, de acuerdo con las instrucciones del material, el espesor de relleno y curado no debe exceder su espesor máximo. Se recomienda que el espesor de cada capa no sea mayor a los 4 milímetros.

Propiedades estéticas

La elección del color, la estabilidad y la transparencia de los materiales pueden afectar el efecto de la restauración. Las resinas de microrellenos tienen, menor resistencia al desgaste, mayor rugosidad de la superficie y peores propiedades de pulido en comparación con las resinas compuestas de relleno mixto.

Para restauraciones con requisitos estéticos altos, se recomienda usar resina de relleno en bloque para la capa interna y resina compuesta tradicional para la capa externa para obtener mejores características de color y pulido.

Propiedades biológicas

Los materiales biocompatibles coexisten con el tejido vivo sin causar daño. Los materiales de restauración que no son biocompatibles o son citotóxicos pueden causar reacciones adversas en los tejidos a corto y largo plazo, que van desde la sensibilidad posoperatoria hasta el daño pulpar irreversible.¹³

1.2.3. Resinas fluidas

1.2.3.1. Composición

Las resinas compuestas fluidas (RCF) son materiales estéticos de baja viscosidad, contienen tamaños de partículas reducidas de 0,4 a 3,0 μm y carga de relleno de 42% a 53% de volumen es decir el porcentaje de relleno inorgánico es menor, con la finalidad de mejorar las características de manipulación.^{7,17}

Por su menor contenido de relleno, exhiben mayor contracción a la polimerización y menor resistencia al desgaste que las resinas universales. La viscosidad de estos compuestos permite ser dispensados por una jeringa con una punta de aguja y una mejor manipulación.⁷

Estos materiales se recomiendan para lesiones cervicales, restauraciones en dientes temporales, y restauraciones pequeñas, de bajo estrés o sin estrés. Los fabricantes realizan pruebas de laboratorio de materiales dentales para garantizar que cumplan con los estándares de seguridad y eficacia.^{7,17}

1.2.3.2. Marcas comerciales

Filtek Z350 XT Flow de 3M

Es un material restaurador fluido cuya estética mejorada se debe a la exclusiva tecnología de nano relleno de 3M ESPE. La fórmula del Restaurador Fluido Filtek™

Z350 de 3M ESPE está constituida con los monómeros de resina de metacrilato Bis-GMA, TEGDMA y Bis-EMA.

El restaurador fluido Filtek Z350 también contiene un polímero dimetacrilato que modifica la reología del material y le confiere la característica de manipulación de “flujo por demanda”, que permite al material fluir bajo presión, pero conservar su forma después de colocado hasta que se fotopolimeriza.

Un componente fotoiniciador permite su fotopolimerización al ser expuesto a una luz visible dentro de un rango de 400-500 nanómetros.

Material de relleno

El relleno contenido en el restaurador fluido Filtek™ Z350 es una combinación de:

- Nanorrelleno de sílice no aglomerado/no conglomerado con un diámetro de 75 nm.
- Nanorrelleno de sílice no aglomerado/no conglomerado con un diámetro de 5 a 10 nm.
- Nanocluster de circonio/sílice con uniones holgadas, formado por aglomeraciones de partículas primarias de circonio/sílice de 5 a 20 nm.

El tamaño de partícula del agregado oscila dentro de un rango de 0.6 a 1.4 micras. La carga de relleno inorgánico es de aproximadamente 65% por peso (55% por volumen). Los rellenos del restaurador fluido Filtek Z350 incorporan la tecnología patentada de nanoclusters del Restaurador Universal Filtek™ Z350 de 3M ESPE. En el caso de este último, dicha tecnología es fundamental para lograr la elevada carga de relleno necesaria para obtener un material restaurador altamente estético y con una fuerza incuestionable. Estas propiedades fueron posibles mediante la formulación del relleno con una combinación de nanopartículas individuales y con uniones holgadas. Esta combinación de nanoclusters resulta en la optimización de la arquitectura del relleno para maximizar las propiedades mecánicas, de desgaste, pulido y manipulación del restaurador. El restaurador fluido Filtek Z350 aplica una estrategia similar al combinar las nanopartículas individuales con nanoclusters en

una configuración ideal. Los nanoclusters usados en el restaurador fluido Filtek Z350 son idénticos a los contenidos en los tonos de dentina, cuerpo y esmalte del restaurador universal Filtek™ Supreme XT de 3M ESPE. Dichos nanoclusters están constituidos por aglomeraciones de partículas de circonio/sílice de 5 a 20 nm con uniones holgadas.

Colores disponibles: A1, A2, A3 y B2

Indicaciones:

- Restauración de cavidades mínimamente invasivas.
- Fosetas y fisuras oclusales
- Clase I, III y preparaciones Clase V superficiales
- Restauraciones preventivas con resina
- Preparaciones en forma de túnel.
- Base cavitaria de restauraciones directas.
- Reparaciones de defectos pequeños en restauraciones estéticas indirectas.
- Sellador de fosetas y fisuras.
- Restauraciones Clase III y V
- Reparación de materiales provisionales de resina y acrílico.¹⁸

Tetric® N-Flow de Ivoclar

Es una resina nanohíbrida, radiopaco, de fotocurado y fluido para el tratamiento restaurador y la cementación de restauraciones de composite y cerámica translúcidas. Contiene 36 % de peso de dimetacrilato (incluyendo TEGDMA), 63 % en peso de rellenos (vidrio de bario, trifluoruro de iterbio, sílice altamente dispersado y óxido mezclado) y 1 % en peso de iniciadores, estabilizadores y pigmentos. El contenido total de rellenos inorgánicos es del 39 % de volumen. El tamaño de partículas de rellenos inorgánicos es de entre 40 y 3000 nm.

Colores:

Tonos del esmalte: A1, A2, A3, A3.5, A4, B2 Tonos de la dentina: Dentina A3.5 Tono incisal altamente translúcido: T Tonos de blanqueamiento: Bleach Light (L), Bleach Incisal (I)

Indicaciones:

- Como capa inicial de restauraciones de clases I y II
- Restauraciones anteriores (clases III, IV)
- Restauraciones de clase V (caries cervicales, erosión de raíces, defectos cuneiformes)
- Restauraciones pequeñas de todo tipo
- Sellado de fisuras extendido
- Ferulización por movilidad dentaria
- Bloqueado de socavados
- Cementación adhesiva de restauraciones de composite y cerámica translúcidas.¹⁹

PermaFlo de Ultradent

Es una resina fluida con base de metacrilato, radiopaco y fotocurado. PermaFlo contiene un tamaño de partícula medio de $\sim 1\mu\text{m}$ con una distribución de partícula estrecha en el límite superior. Proporciona una capacidad de pulido superior (sobre todo para un híbrido) y ofrece una excelente translucidez para adaptar, mezclar y profundidad de la cura. Es tixotrópico, llenado al 68% masa a masa y tiene un grosor de la película de $\sim 6\mu\text{m}$. El contenido total de rellenos inorgánicos es del 68% de volumen,

Colores: A1, A2, A3, A3.5, A4, B1, Traslucent, Dentin Opaquer

Indicaciones: PermaFlo puede usarse para restauraciones anteriores y posteriores. También se utiliza para restaurar la estructura subgingival inexistente del diente (donde puede accederse con la fotopolimerización) antes de procedimientos endodónticos (a esto se le denomina la “técnica del donut”). Altamente

recomendado para restauraciones de Clase III y V, o para las capas inferiores usando la adición incremental de composites.²⁰

GlandioSO Flow de Voco

Es una resina nano-híbrida fotopolimerizable. Las nanopartículas que son embebidas uniformemente en la matriz de resina son combinadas efectivamente con rellenos de cerámica de vidrio exactamente adaptado en su granulación. De ello resulta una muy alta parte de relleno al reducir al mismo tiempo la parte de resina y una contracción baja durante la polimerización (un 1,57 %). El muy alto contenido de relleno concede a Grandio una superficie muy dura, una alta resistencia a la fractura y a la flexión, así como una alta estabilidad de bordes y una estabilidad a la abrasión pronunciada.

Es una resina fluida que se destaca por su contenido de relleno y estabilidad elevados en composición con las resinas convencionales. El material de restauración es opaco, contiene rellenos inorgánicos al 81% en peso en una matriz de metacrilato y endurece con luz azul, se utiliza con un adhesivo de dentina/esmalte.

Colores disponibles: A1, A2, A3, A3.5, B1, B2, C2, OA2, BL, WO, Incisal, GA5.

Indicaciones:

- Restauraciones de cavidades de las clases I a V
- Terapia de restauración mínimamente invasiva
- Sellado de fisuras ampliado
- Relleno de socavado
- Bases y recubrimientos de cavidades
- Preparación de restauraciones y frentes
- Fijaciones de prótesis traslúcidas
- Bloqueado y ferulización de sientes

- Uso como material base en combinación con fibras de vidrio o parecido para la fabricación de coronas y puentes semipermanentes.²¹

1.3. Rugosidad

1.3.1. Concepto

La rugosidad consiste en pequeñas irregularidades presentes en la superficie. Estas irregularidades caracterizan el acabado o textura de la superficie, que puede ser definida como un conjunto de patrones existentes en las superficies físicas. De esta manera, para que se pueda definir el concepto que involucra la superficie rugosa, es importante comprender sus principales parámetros. Las irregularidades de la superficie comprenden dos grupos de errores: macrogeométricos y microgeométricos.

1.3.2. Sistemas de medición

Los errores macro-geométricos son errores de forma verificables por medio de instrumentos convencionales de medición, como micrómetros, relojes comparadores, y perfilómetro. Entre esos errores, se incluyen divergencias de ondulaciones, ovalización, rectilinidad, planicidad, circularidad, etc. El otro grupo de errores corresponde a los errores micro-geométricos, que son los errores conocidos como rugosidad.²²

El uso del perfilómetro es una de las opciones más utilizadas para medir la rugosidad de las superficies como evaluación cuantitativa, utilizando un dispositivo de lápiz estándar que se coloca en dirección perpendicular a la superficie; el microscopio es otra alternativa para la evaluación de la rugosidad.²³

1.3.3. Parámetros

La rugosidad es medida con los siguientes parámetros:

- Media desviación aritmética del perfil (Ra): Tres parámetros de rugosidad, desviación aritmética media del perfil
- Altura media de pico a valle (Rz): Se puede calcular a partir del pico a valle valores de cinco longitudes iguales dentro del perfil.
- Rugosidad (Rq): es la raíz cuadrada de la media aritmética de los cuadrados de las desviaciones del perfil de la línea media
- Rugosidad máxima (Ry) es la distancia entre puntos de pico y valle del perfil que se pueden utilizar como indicador de la altura máxima del defecto dentro del perfil evaluado.²⁴

1.3.4. Estudios previos en resinas

La rugosidad de la superficie es de las propiedades más importantes de los materiales dentales ya que es un parámetro que afecta la retención de placa bacteriana, impactando negativamente en la salud bucal.²⁵⁻²⁸

La superficie lisa y bien pulida es menos probable que presente una rugosidad aumentada y por ende la adhesión bacteriana más que las superficies lisas.^{22,23} La rugosidad de la superficie (valores Ra) se evalúa cuantitativamente mediante un perfilómetro.²⁹⁻³² también se ha evaluado la profundidad máxima del valle del perfil (Rv).^{33,34}

La rugosidad también tiene un gran impacto en la apariencia estética y la decoloración de las restauraciones, acumulación de placa, caries secundaria e irritación gingival, es por esta razón que el tratamiento sistemático de la superficie de cada restauración es de alto impacto para determinar el grado de rugosidad eliminando el exceso de material, ajustar la anatomía y oclusión adecuada para obtener una superficie lisa.³⁵

Las propiedades de los materiales a base de resina pueden afectar la adhesión bacteriana y la formación de biopelícula, comprometiendo la calidad de la restauración,³⁶ la rugosidad de la superficie de la resina suele estar determinada por el tamaño y la cantidad de partículas de carga, que influyen en las propiedades mecánicas de los materiales compuestos.³⁷

Por otra parte, es importante mencionar que el consumo de bebidas industrializadas tiene un amplio impacto en las características de los materiales dentales tales como la rugosidad y el color de las restauraciones estéticas.³⁷⁻⁴²

2. Planteamiento del problema

La rugosidad superficial es una de las propiedades que influyen en la adhesión bacteriana, formación de biopelículas y acumulación de placa subgingival, Bollen y cols. demostraron que el aumento de la rugosidad superficial en los materiales de restauración por encima de $0.02 \mu\text{m}$ conduce a un aumento de adhesión bacteriana.^{43,44}

Se ha observado que las RCF son una de las restauraciones más utilizadas en la clínica de la Especialidad en Odontopediatría de la Universidad Autónoma del Estado de México.

A lo largo de los años se han implementado una gran variedad de materiales de restauración con el fin de preservar la integridad de los dientes primarios y permanentes.⁴⁵

En el presente estudio se pretende evaluar la rugosidad de las RCF más utilizados en Odontopediatría, ya que no se cuentan con estudios que establezcan una comparación específica de la rugosidad de dichos materiales sometidos a distintas soluciones o bebidas que pueden afectar la rugosidad de las resinas fluidas.

Por lo tanto, surge la pregunta de investigación: ¿Qué cambios se producen en la rugosidad de las RCF como efecto a la exposición a diferentes bebidas?

3. Justificación

Estudios recientes confirman que la rugosidad superficial de los materiales de restauración tiene una relación con la formación de biopelícula, es decir, adherencia de bacterias y posterior acumulación de placa dental que afecta el periodonto.^{46,47} prediciendo un posible fracaso de las restauraciones existentes a corto o mediano plazo.

Considerando que dichas restauraciones están en constante exposición a cambios de pH ácido, resultado de la fermentación de carbohidratos presentes en la dieta, dicho estado provoca un cambio ecológico y por consiguiente la formación de biopelícula, susceptible a ser colonizada por un número importante de bacterias que provocan erosión en diente o afectación en los materiales de restauración.⁴⁸

El conocer el efecto de las diferentes bebidas en la rugosidad de las RCF de distintas marcas comerciales le permitirá al clínico seleccionar y ofrecer el mejor material de restauración, así como dar a conocer cuáles son las bebidas que presentan mayor alteración en sus características.

Se han seleccionado las RCF (3M, Ivoclar Vivadent, Ultradent Products y VOCO) por estar dentro de los materiales más vanguardistas y utilizados en la práctica clínica.

4. Hipótesis

Hipótesis

La rugosidad de las RCF se incrementa después de su exposición a diferentes bebidas.

Hipótesis nula

La rugosidad de las RCF no se incrementa después de su exposición a diferentes bebidas.

5. Objetivos

Objetivo general

Evaluar *in vitro* la rugosidad de las RCF posterior a la exposición de diferentes bebidas.

Objetivos específicos

- Determinar la rugosidad de las RCF previo a la exposición de diferentes bebidas.
- Equiparar los valores de la rugosidad de las RCF posterior a la exposición de diferentes bebidas.

6. Materiales y métodos

6.1 Diseño de estudio

Tipo de estudio

Estudio experimental *in vitro*, comparativo, transversal, las secuencias de procedimientos y técnicas aplicadas en este trabajo se muestran en la Fig. 1.

Universo

RCF de marcas comerciales de prescripción en Odontología.

6.2 Muestra

Por conveniencia

Se fabricaron 120 discos de RCF de 4 marcas comerciales.

Grupos de 30 muestras de RCF por casa comercial.

- 1 Grupo de 30 muestras de resina 3M (Filtek™ Z350 XT Flowable; 3M ESPE, Saint Paul, MN, EE. UU.)
- 1 Grupo de 30 muestras de resina Ivoclar Vivadent (Tetric N Flow; Ivoclar Vivadent, Schaan, Liechtenstein)
- 1 Grupo de 30 muestras de resina Ultradent (PermaFlo™; Ultradent Products, South Jordan, UT, EE. UU.)
- 1 Grupo de 30 muestras de resina VOCO (Grandio® Flow; VOCO, Cuxhaven, Alemania)

Subgrupos 10 muestras de cada grupo por bebida.

Coca-Cola (Bebida azucarada gaseosa, Coca-Cola Company, EE.UU.) (n=10)

Jugo de manzana (Jugo de fruta, Grupo Jumex, México) (n=10)

Yakult (Producto a base de leche fermentada, Yakult, Japón) (n=10)

6.3 Criterios de inclusión, exclusión y eliminación

Criterios de inclusión:

- Discos de RCF de 5 mm de diámetro y 2 mm de profundidad de 4 marcas comerciales de resinas fluidas de prescripción en Odontología.

Criterios de exclusión:

- Discos de RCF que su fecha de caducidad está vencida.
- Discos de RCF que presenten fracturas y/o burbujas, observables a simple vista

Criterios de eliminación:

- Discos de RCF, que presenten daños, durante su manipulación.

6.4 Variables

Tabla 1. Definición conceptual y operacional de variables dependientes

Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
Rugosidad	Conjunto de asperezas de una superficie respecto a otra idealmente lisa	Valores de rugosidad de los materiales de acuerdo a los perfiles Ra y Rz en μm	Cuantitativa	Razón
Ra	Distancia media del perfil a la línea media sobre la longitud de evaluación	Valores en μm	Cuantitativa	Razón (μm)
Rz	Medida de los valores absolutos de las alturas de las cinco crestas del perfil más altas y de las profundidades de los cinco valles del perfil más bajos, dentro de la longitud evaluada	Valores en μm	Cuantitativa	Razón (μm)

Tabla 2. Definición conceptual y operacional de variables independientes

Nombre	Definición conceptual	Definición operacional	Tipo de variable	Escala de medición
<i>Resinas compuestas fluidas (RCF)</i>	Son materiales de baja viscosidad, que contienen partículas de relleno pequeñas con reducción en el contenido de relleno en volumen, lo que produce una mayor fluidez	Resinas fluidas de las casas comerciales: 1) 3M; Filtek™ Z350 XT Flowable. 2) Ivoclar; Tetric N Flow. 3) Ultradent; PermaFlo™. 4) VOCO; Grandio® Flow.	Cualitativa	Nominal
<i>Exposición a bebidas ácidas industrializadas</i>	Proceso en el que los materiales serán expuestos a bebidas ácidas industrializadas.	Exposición a bebidas ácidas industrializadas Coca-Cola Jugo de manzana Yakult	Cualitativa	Nominal

6.5 Procedimiento

Preparación de las muestras

Se seleccionaron cuatro resinas diferentes de las siguientes marcas comerciales para ser evaluadas: 3M ESPE (Filtek™ Z350 XT Flowable), Ivoclar Vivadent (Tetric N Flow), Ultradent Products (PermaFlo™) y VOCO (Grandio® Flow). Los detalles técnicos de estos RCF, incluidas sus características básicas y composición (según el fabricante) se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3. Características y composición de las RCF

Nombre	Componentes	Tamaño de la partícula	Relleno inorgánico wt%/Vol%
Filtek™ Z350 XT Flowable (3M ESPE, Saint Paul, MN, USA)	Nano relleno Bis-GMA, TEGDMA, Bis-EMA, nanorelleno de sílice no aglomerado/no agregado y nanorelleno de zirconia y nanoclúster de zirconia/sílice aglomerada	0.6 – 1.4 µm.	65% / 46%
Tetric® N-Flow (Ivoclar Vivadent; Schaan, Liechtenstein)	Nano híbrido Bis-GMA, UDMA, TEGDMA Vidrio de bario, fluoruro de iterbio, sílice	0.04 - 3 µm.	63% / 39%
PermaFlo® (Ultradent Products, South Jordan, UT, USA)	Nanof relleno Dimetacrilatos, metacrilatos	1 µm.	68% / NC
Grandio® Flow (VOCO, Cuxhaven, Germany)	Nano híbrido Bis-GMA, TEGDMA, HEDMA, vitrocerámica, nanopartículas	0.02 - 0.04 to 1 µm	80% / 65.6%

Abreviaturas: Bis-GMA: bisfenol A-glicidil metacrilato; TEGDMA: Dimetacrilato de trietilenglicol; HEDMA 1,6 Dimetacrilato de hexanedidol; UDMA: Dimetacrilato de uretano; Bis-EMA bisfenol A polietilenglicol diether dimetacrilato. wt%: Porcentaje de relleno por peso; vol%: Porcentaje de relleno por volumen; NC: información no recopilada.

Las resinas se colocaron en un molde de teflón prefabricado de 2 mm de alto y 5 mm de diámetro, se colocó un portaobjetos de vidrio encima y se presionó.⁴⁵ Luego, el material se fotopolimerizó durante 20 s con una unidad de curado LED (Elipar™ DeepCure-L, 3M, Saint Paul, MN, EE. UU.) con la punta de la guía de luz en contacto directo con el portaobjetos. La intensidad de la fuente de luz se comprobó cada ocho muestras mediante el verificador de potencia incluido en la base de la lámpara. Cada muestra se retiró del molde y se colocó en un tubo Eppendorf (Eppendorf® Safe-lock; Merck, Darmstadt, Alemania) con 1.5 mL de agua desionizada. Inmediatamente después se almacenaron en la incubadora a 37 ± 2 °C por 24 h; luego, se eliminaron las irregularidades de la periferia de cada muestra con tiras de papel lija (Sof-Lex™ Finishing Strips, 3M ESPE, Saint Paul, MN, EE. UU.), se enjuagaron y secaron con aire comprimido libre de aceite durante 10 s.

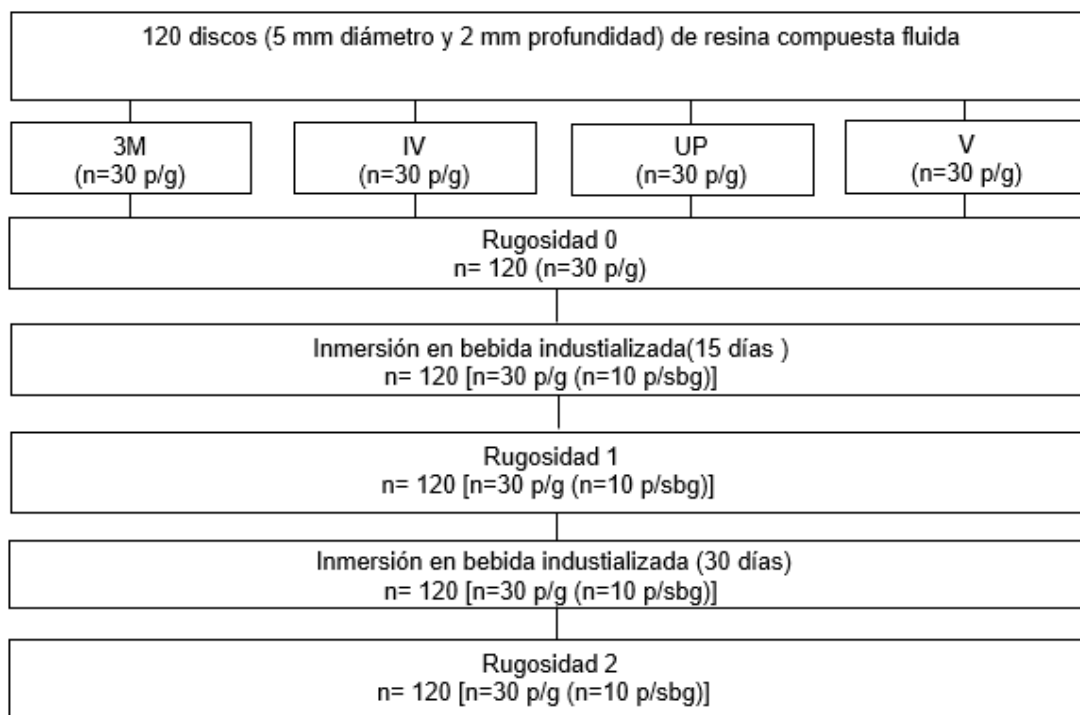


Figura 1. Esquema de los procedimientos y técnicas

Grupos experimentales

Ciento veinte discos conformaron la muestra, con 30 discos por cada marca comercial de RCF, los cuales fueron asignados aleatoriamente en tres subgrupos (n=10) de acuerdo a las diferentes bebidas ácidas industrializadas (Coca-Cola, jugo de manzana y Yakult) para inmersión, como se describe en las tablas 4 y 5.

Tabla 4. Grupos de estudio y subgrupos

Grupos (marcas)	Subgrupos		
	Coca-Cola n=10	Jugo de manzana n=10	Yakult n=10
3M (n=30)	3MC	3MJ	3MY
IV (n=30)	IVC	IVJ	IVY
UP (n = 30)	UPC	UPJ	UPY
V (n=30)	VC	VI	VY

Abbreviations: 3MC: 3M -Coca Cola; 3MJ: 3M-Jugo de manzana; 3MY: 3M-Yakult; IVC: Ivoclar -Coca Cola; IVJ: Ivoclar- Jugo de manzana; IVY: Ivoclar-Yakult; UPC: Ultradent Products-Coca Cola; UPJ:

Ultradent Products Jugo de manzana; UPY: Ultradent Products-Yakult; VC: Voco-Coca Cola; VJ: Voco- Jugo de manzana; VY: Voco –Yakult.

Tabla 5. Componentes usados en las bebidas acidas industrializadas

Bebidas acidas industrializadas (Marca)	Productor	Composición	pH de bebida (mean)
Coca-Cola	Coca-Cola, Atlanta, GA, USA	Agua, azúcar, dióxido de carbón, colorante (caramelo, E150d), ácido fosfórico, sabores naturales incluyendo cafeína	2.71
Jugo de manzana	Grupo Jumex, Ciudad de Mexico, Mexico	Agua, jugo de manzana concentrado, ácido cítrico	3.36
Leche fermentada	Yakult Honsha, Tokio, Japón	Agua, leche desnatada, jarabe de glucosa y fructosa, azúcar, maltodextrina y saborizantes	3.8

6.5.1 Inmersión en bebidas ácidas

Las muestras se colocaron en un tubo Eppendorf rotulado que contenía 1.5 mL de las diferentes bebidas ácidas industrializadas y se almacenaron en una incubadora (RKI 19320, Ikemoto Scientific Technology, Tokio, Japón) durante quince y treinta días. Se utilizó un medidor de pH digital (PH140 Conductronic, Puebla, México) para medir el pH de cada muestra experimental. Los viales se sellaron para evitar la evaporación de las soluciones y se renovaron cada 24 h para evitar la contaminación por hongos. Las bebidas se cambiaron diariamente durante los períodos de inmersión.

6.5.2 Rugosidad

En este estudio se utilizó un perfilómetro (Surftest SJ-301, Mitutoyo, Tokio, Japón) para medir la rugosidad de la superficie de cada muestra durante 3 etapas: al inicio (Rugosidad_0) y posteriormente, después de 15 días (Rugosidad_1) y 30 días (Rugosidad_2) de inmersión en bebidas ácidas industrializadas, previo lavado y secado de las muestras con aire comprimido durante 10 s.

Para evaluar la rugosidad de la superficie, la punta del perfilómetro se hizo recorrer transversalmente tres veces por la superficie expuesta de la muestra; en una

longitud de 0,5 mm, utilizando un módulo de medición de 0,08 mm (λ_c), una velocidad de 0,25 mm/s y un Filtro Gaussiano. Se evaluaron los siguientes parámetros de rugosidad: Ra (la distancia promedio desde el perfil hasta la línea media sobre la longitud de la evaluación) y Rz (los valores de pico a valle de cinco medidas iguales dentro del perfil) bajo la norma ISO 4287-199717.⁴⁹ Finalmente, se calcularon los valores promedio para cada muestra y luego por grupo.⁴⁵

6.6 Consideraciones bioéticas

En la presente investigación se contemplarán los principios éticos de la declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial (64^a Asamblea General de octubre de 2013). En el Artículo 7 de este documento se establece que “la investigación médica está sujeta a normas éticas que sirven para promover y asegurar el respeto a todos los seres humanos, proteger su salud y sus derechos individuales” ^{50,51}

De acuerdo a la Ley General de Salud en su artículo 17.

Investigación sin riesgo: son estudios que emplean técnicas y métodos de investigación documental retrospectivos y aquellos en los que no se realizará ninguna intervención o modificación intencionada de las variables fisiológicas, psicológicas y sociales de los individuos que participan en el estudio, entre los que se consideran: cuestionarios, entrevistas, revisión de expedientes clínicos y otros, en los que no se le identifique ni se traten aspectos sensitivos de su conducta. ^{52,53}

Por lo tanto, la presente investigación será considerada sin riesgo debido a que no se va a intervenir en pacientes y el material empleado ha sido aprobado por las instancias correspondientes de cada país donde se produce. Se obtiene el permiso del comité de bioética por parte del comité del Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados en Odontología de la Facultad de Odontología de la UAEMéx.

6.7 Análisis estadístico

Los valores de rugosidad superficial basal y post inmersión en bebidas ácidas industrializadas se analizaron estadísticamente utilizando un paquete estadístico (SPSS. 25.0; IBM, Armonk NY, EE. UU.). La distribución de datos se evaluó mediante la prueba de Shapiro-Wilk; luego, las diferencias entre la rugosidad de los materiales se evaluaron mediante la prueba ANOVA de una vía. Para comparar los cambios en la rugosidad superficial a través de las tres etapas experimentales, se realizó una prueba ANOVA de medidas repetidas. Se utilizó un valor de significación de $p < 0.05$.

7. Resultados

Artículo enviado

6/3/23, 12:49

Gmail - Submission Confirmation for Effect of different industrialized acid beverages on the surface roughness of flowable composite r...



Laura RODRÍGUEZ <rovilaster@gmail.com>

Submission Confirmation for Effect of different industrialized acid beverages on the surface roughness of flowable composite resins: in vitro study

1 mensaje

Operative Dentistry <em@editorialmanager.com>
Responder a: Operative Dentistry <editor@jopdent.com>
Para: Laura Emma Rodriguez-Vilchis <rovilaster@gmail.com>

17 de febrero de 2023, 9:53

Dear Dr. Rodriguez-Vilchis,

Your submission entitled "Effect of different industrialized acid beverages on the surface roughness of flowable composite resins: in vitro study" has been received by journal Operative Dentistry

You will be able to check on the progress of your paper by logging on to <https://www.editorialmanager.com/jopdent/>.

Your manuscript will be given a reference number once an Editor has been assigned.

Thank you for submitting your work to this journal.

Kind regards,

8. Discusión

El siguiente estudio tuvo como objetivo evaluar la rugosidad superficial de algunas marcas comerciales de RCF antes y después de la inmersión en bebidas ácidas industrializadas en diferentes períodos (inicial, a los quince y treinta días) consumidas periódicamente por niños para ver la relación del tiempo en la degradación superficial. Se seleccionaron cuatro RCF para el estudio ya que la demanda de este tipo de restauración ha aumentado debido a las propiedades estéticas que brindan. Las resinas estudiadas tienen diferentes composiciones tanto en la matriz orgánica como en el porcentaje y tipo de relleno.¹⁸⁻²¹ Su selección se hizo con el propósito de averiguar si existe alguna relación entre estas características y el aumento de rugosidad. Las bebidas ácidas y el protocolo de inmersión utilizado en este trabajo de investigación se eligieron con base en estudios previos.^{49,54}

De acuerdo con los resultados de esta investigación, todos los materiales se volvieron significativamente más rugosos después de ser sujetos al régimen de inmersión. Esto se puede atribuir a la capacidad de los medios ácidos para ablandar los materiales de restauración a base de resina.^{40,54} En los materiales a base de resina, la interfaz entre la resina y las partículas de relleno son uno de los puntos débiles del material, con una alta sensibilidad a la sorción de agua, por lo que podría haber una degradación hidrolítica de esta interfase.⁵⁵⁻⁵⁷ Debido a los resultados generales descritos anteriormente, se aceptó la hipótesis nula del presente estudio.

Con respecto a los resultados encontrados en este estudio, todas las RCF presentaron diferentes valores de rugosidad antes de la inmersión en bebidas; ya que, las resinas estudiadas tienen diferentes composiciones tanto en la matriz orgánica como en el porcentaje y tipo de relleno.¹⁸⁻²¹ Se sabe que la rugosidad superficial está relacionada con la estructura de la matriz orgánica (el tipo monómero) y el relleno inorgánico (tipo, tamaño, forma y distribución).³⁵

Los materiales PermaFlo® y Grandio® Flow presentan partículas de relleno muy pequeñas (0,04 - 3 µm; 0,02 - 0,04 y 1 µm); además, Tetric® N-Flow y Filtek™ Z350 XT Flowable tienen un alto contenido de partículas de relleno (0,6 - 1,4 µm; 0,04 - 3 µm respectivamente); por lo tanto, PermaFlo® tuvo un menor valor de rugosidad, seguido de Grandio® Flow, Tetric® N-Flow y el de mayor valor de rugosidad fue Filtek™ Z350 XT Flowable. Todos los materiales evaluados podrían clasificarse como nanohíbridos debido al rango de tamaño de sus partículas, a pesar de que la resina filtek se describe en la literatura como nanorrelleno porque tiene partículas de nanorrelleno.^{54,57}

Las muestras de cada material presentaron valores homogéneos de rugosidad antes del período de inmersión, hecho que fue evidencia factible de la homogeneidad de las muestras en cada grupo.

Filtek™ Z350 XT Flowable presentó el mayor incremento en sus valores de rugosidad a los 15 y 30 días, sin diferencia entre las bebidas ácidas industrializadas utilizadas durante el experimento. Estos resultados pueden explicarse por la mayor rugosidad superficial basal de Filtek™ Z350 XT Flowable en comparación con otros materiales, así como por el contenido más alto de nanoaglomerados/nanoagregates y nanoclusters de sílice y zirconia.⁵⁸

Los materiales a base de resina, como los composites con partículas grandes, muestran más rugosidad superficial después de la inmersión en bebidas según Reddy y cols. 2013.⁵⁴ La rugosidad superficial suele aumentar después de la inmersión en bebidas, lo que es consecuencia de la presencia de agua que se infiltra y modifica las propiedades mecánicas de la matriz polimérica, al expandirse y reducir la fricción entre las cadenas poliméricas. Tal es el caso de la incorporación de TEGDMA que provoca mayor absorción de agua en resinas a base de Bis-GMA.⁵⁴

En Tetric® N-Flow y PermaFlo® la rugosidad superficial aumenta con el tiempo y la bebida ácida influye en su rugosidad superficial. Esto podría deberse a que en su composición contienen partículas de nanorrelleno que le confiere alta solubilidad, absorción de agua haciéndolo más propensos a la lixiviación de iones, hidrólisis del agente de acoplamiento, produciendo separación y pérdida molecular para finalmente separar los solutos de la matriz sólida.^{56,57}

Las resinas contienen matriz orgánica, cuyo porcentaje está relacionado con el aumento de la absorción de agua y la desintegración en un medio acuoso.⁵⁹ Además, se sabe que las bebidas industrializadas con pH bajo (pH de 3.49, 2.84 y 6.35) tienen una correlación con el aumento de la rugosidad y solubilidad de los materiales dentales, por otro lado, el pH juega un papel importante en la estabilidad de rugosidad superficial de las resinas compuestas.⁶⁰

Anteriormente se ha demostrado que Grandio® Flow fue la única resina fluida que presentó un comportamiento diferente a los demás materiales estudiados, solo presentó cambios en su rugosidad superficial cuando se embebió en Coca-Cola. Se ha descubierto que las bebidas de cola provocan la degradación superficial de la matriz de resina y la erosión superficial del contenido de relleno y como consecuencia da una degradación superficial con modificaciones según el contenido y distribución de los rellenos, así como, a la composición de la resina matriz. Se espera que las resinas que contienen resinas nanohíbridas y que son expuestas a medios ácidos experimentan una degradación considerable.⁶¹

Otra razón para explicar el fenómeno es el hecho que la Coca-Cola contiene ácido fosfórico para dar sabor ácido, ácido ortofosfórico como regulador de la acidez, además de ácido carbónico; así como, colorantes, saborizantes y cafeína.⁶² Debido a la presencia de componentes ácidos en Coca-Cola, esta tiene una acidez inherente (pH 2.71) que permite la erosión superficial del relleno y la degradación superficial de la matriz de resina,⁵⁴ alterando así la superficie de Grandio® Flow.

La estabilidad de la rugosidad superficial de Grandio® Flow durante la inmersión en jugo de manzana y Yakult puede deberse al mayor contenido de relleno presente en su composición (80%). De acuerdo con la literatura, a mayor contenido de relleno, habrá menor absorción de agua, lo que conducirá a una menor degradación de la superficie.⁶³ Además, Fruits Juice y Yakult causan un menor aumento de la rugosidad de la superficie que Coca-Cola en otros materiales a base de resina,^{45,54} además, Yakult se considera una bebida no erosiva para varios materiales restauradores estéticos (cemento de ionómero de vidrio, composite y compómero).⁶²

En general, todas las RCF analizadas sufrieron cambios en su rugosidad superficial, presentando diferentes patrones de comportamiento relacionados con la marca comercial y la bebida industrializada ácida empleada. Esto podría estar relacionado con las diferencias en la composición del contenido orgánico e inorgánico de cada material estudiado ya que esto influye en su comportamiento frente al ataque ácido según Tărăboanță y cols.⁶⁴ Se sabe que, las alteraciones producidas dependen de las características de los materiales, el tipo de bebida y el período evaluado, generalmente los períodos prolongados de inmersión producen un mayor impacto en las propiedades de la resina, como es el caso de la rugosidad.⁶³

Por otro lado, algunos estudios reportan que la rugosidad superficial es el factor clave para la formación de Biofilm y consecuentemente responsable del aumento del riesgo de caries alrededor de las restauraciones.⁴³ A pesar de que las resinas fluidas mostraron un aumento de los valores de rugosidad superficial, estos no superaron el valor considerado como umbral que favorece la adherencia bacteriana (0.20 μm).

Finalmente, los resultados obtenidos son difíciles de comparar con los reportados en otros estudios previos debido a la diferencia de parámetros y protocolos utilizados; así como, a la escasa información disponible sobre el comportamiento de

las RCF sometidas a inmersión en bebidas ácidas. Por tanto, los resultados de este estudio *in vitro* deben interpretarse con cierta cautela.

9. Conclusión

Todas las RCF mostraron un aumento en su rugosidad superficial proporcional al tiempo de inmersión en las bebidas ácidas industrializadas evaluadas. La resina compuesta fluida de VOCO (Grandio® Flow) sumergida en jugo de manzana y yakult mantuvo sus valores de rugosidad superficial durante todo el periodo experimental, por lo que se comportó de forma diferente al resto de las demás.

10. Sugerencias

Se recomienda realizar estudios *in situ* complementados con técnicas microscópicas que evalúen los efectos de las bebidas sobre el desempeño clínico de los materiales dentales en boca.

11. Referencias

1. Sterzenbach T, Helbig R, Hannig C, Hannig M. Bioadhesion in the oral cavity and approaches for biofilm management by surface modifications. *Clin Oral Investig.* 2020; 24:4237-60.
2. Schmalz G, Cieplik F. *Biofilms on Restorative Materials. Monogr Oral Sci.* 2021; 29:155-194.
3. Gondivkar SM, Gadbail AR, Gondivkar RS, Sarode SC, Sarode GS, Patil S, et al. Nutrition and oral health. 2019;65(6):147-54.
4. Touger-Decker R, Mobley C, Epstein JB. *Nutrition and oral medicine.* 2nd ed. New York: Humana Press. 2014. 420 p.
5. Isola G. The Impact of Diet, Nutrition and Nutraceuticals on Oral and Periodontal Health. *Nutrients.* 2020;12(9):2724.
6. Palmer CA. *Diet and nutrition in oral health.* 2 nd ed. New Jersey, E.U. Pearson. 2007.
7. Sakaguchi, R, Ferracane J, Power J. *Craig's restorative dental materials-e-book.* 14th ed. St. Louis: Elsevier Health Sciences; 2012.
8. Lutz F, Phillips RW. A classification and evaluation of composite resin systems. *J Prosthet Dent.* 1983; 50:480-8.
9. Lang BR, Jaarda M, Wang RF. Filler particle size and composite resin classification systems. *J Oral Rehabil.* 1992;19(6):569-84.
10. Willems G, Lambrechts P, Braem M, Celis JP, Vanherle G. A classification of dental composites according to their morphological and mechanical characteristics. *Dent Mater.*1992; 8:310-19.
11. Leprince JG, Palin WM, Vanacker J, Sabbagh J, Devaux J, Leloup G. Physico-mechanical characteristics of commercially available bulk-fill composites. *J Dent.* 2014;42(8): 993-100.
12. El-Damanhoury H, Platt J. Polymerization shrinkage stress kinetics and related properties of bulk-fill resin composites. *Oper Dent.* 2014;39(4): 374-82.

13. Xue J. Factors influencing clinical application of bulk-fill composite resin. *Hua Xi Kou Qiang Yi Xue Za Zhi. W Chin J Stom.* 2020;38(3):233-39.
14. Alrahlah A, Silikas N, Watts DC. Post-cure depth of cure of bulk fill dental resin-composites. *Dent Mater.* 2014;30(2): 149-54.
15. Chesterman J, Jowett A, Gallacher A, Nixon P. Bulk-fill resin-based composite restorative materials: a review. *Br Dent J.* 2017;222(5): 337-44.
16. Li X, Pongprueksa P, Van Meerbeek B, De Munck J. Curing profile of bulk-fill resin-based composites. *J Dent.* 2015;43(6): 664-72.
17. Bayne SC, Thompson JY, Swift Jr EJ, Stamatiades P, Wilkerson MA characterization of first-generation flowable composites. *ADA.* 1998;129(5):567-77.
18. 3M ESPE Dental Products, Perfil Técnico del Producto, EUA, 2005. <https://multimedia.3m.com/mws/media/1507400O/dental-ficha-tecnica-filtek-flow-z350-xt.pdf>.
19. IVOCLAR Tetric® N-Collection, Perfil Técnico del Producto, Germany. 2016. <https://imexrojascialtda.com/wp-content/uploads/2016/07/Tetric-N-Collection.pdf>
20. ULTRADENT Perma Flo, Perfil Técnico del Producto, EUA, 2017 <https://www.ultradent.lat/products/categories/composites/flowable-composite/permaflo>.
21. VOCO Grandio Flow, Perfil Técnico del Producto, Germany. 2017 https://www.voco.dental/es/portaldato/1/resources/products/instructions-for-use/e1/grandio-flow_ifu_e1.pdf.
22. Alves ML, Ferreira BB, Leta FR. Evaluación de parámetros de rugosidad usando análisis de imágenes de diferentes microscopios ópticos y electrónicos. *Inf Tecnológica.* 2011;22(4):129-46.
23. Chuenarrom C, Benjakul P. Comparison between a profilometer and a measuring microscope for measurement of enamel erosion. *J Oral Sci.* 2008;50(4):475-9.
24. Korkut DS, Korkut S, Bekar I, Budakçi M, Dilik T, Cakicier N. The effects of heat treatment on the physical properties and surface roughness of Turkish Hazel. *Int J Mol Sci.* 2008;9(9):1772-83.

25. Ren YF, Zhao Q, Malmstrom H, Barnes V, Xu T. Assessing fluoride treatment and resistance of dental enamel to soft drink erosion in vitro: applications of focus variation 3D scanning microscopy and stylus profilometry. *J Dent.* 2009 Mar;37(3):167-76.
26. Paepegaey AM, Barker ML, Bartlett DW, Mistry M, West NX, Hellin N, et al. Measuring enamel erosion: a comparative study of contact profilometry, non-contact profilometry and confocal laser scanning microscopy. *Dent Mater.* 2013;29(12):1265-72.
27. Gungor H, Gundogdu M, Yesil Duymus Z. Investigation of the effect of different polishing techniques on the surface roughness of denture base and repair materials. *J Prosthet Dent.* 2014;112(5):1271-7.
28. Jefferies SR. Abrasive finishing and polishing in restorative dentistry: a state-of-the-art review. *Dent Clin North Am.* 2007;51(2):379-97.
29. Taylor R, Maryan C, Verran J. Retention of oral microorganisms on cobalt-chromium alloy and dental acrylic resin with different surface finishes. *J Prosthet Dent.* 1998;80(5):592-7.
30. Onwubu SC, Vahed A, Singh S, Kanny KM. Reducing the surface roughness of dental acrylic resins by using an eggshell abrasive material. *J Prosthet Dent.* 2017;117(2):310-14.
31. Janus J, Fauxpoint G, Arntz Y, Pelletier H, Etienne O. Surface roughness and morphology of three nanocomposites after two different polishing treatments by a multitechnique approach. *Dent Mater.* 2010;26(5):416-25.
32. Ishii R, Takamizawa T, Tsujimoto A, Suzuki S, Imai A, Barkmeier WW, et al. Effects of finishing and polishing methods on the surface roughness and surface free energy of bulk-fill resin composites. *Oper Dent.* 2020;45(2): 91-104.
33. Sahadi BO, Price RB, André CB, Sebold M, Bermejo GN, Palma-Dibb RG, et al. Multiple-peak and single-peak dental curing lights comparison on the wear resistance of bulk-fill composites. *Braz Oral Res.* 2018;32(81): 122.
34. Shimokawa C, Giannini M, André CB, Sahadi BO, Faraoni JJ, Palma-Dibb RG, et al. In vitro evaluation of surface properties and wear resistance of conventional

and bulk-fill resin-based composites after brushing with a dentifrice. *Oper Dent.* 2019;44(6):637-47.

35. Karatas O, Gul P, Gündoğdu M, Iskenderoglu DT. An evaluation of surface roughness after staining of different composite resins using atomic force microscopy and a profilometer. *Micros Res Tech.* 2020;83(10): 1251-9

36. Cazzaniga G, Ottobelli M, Ionescu A, Garcia-Godoy F, Brambilla E. Surface properties of resin-based composite materials and biofilm formation: A review of the current literature. *Am J Dent.* 2015;28(6):311-20.

37. Lepri CP, Palma-Dibb RG. Surface roughness and color change of a composite: influence of beverages and brushing. *Dent Mater J.* 2012;31(4):689-96.

38. Genari B, Leitune VCB, Saucedo JHM, Samuel SMW, Collares FM. Effect of beverages on surface properties of resin-based sealants. *Brazilian J Oral Sci.* 2017;16(59):1-7.

39. Guler S, Unal M. The evaluation of color and surface roughness changes in resin based restorative materials with different contents after waiting in various liquids: an SEM and AFM study. *Micros Res Tech;* 2015;81(12):1422-33.

40. 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):12333.

41. Elwardani G, Sharaf AA, Mahmoud A. Evaluation of colour change and surface roughness of two resin-based composites when exposed to beverages commonly used by children: an in-vitro study. *Eur Arch Paediatr Dent.* 2019;20(3):267-76.

42. de Fátima Alves da Costa G, Melo AMDS, de Assunção IV, Borges BCD Alves da Costa FG, Melo A, de Assunção I, Borges B. Impact of additional polishing method on physical, micromorphological, and microtopographical properties of conventional composites and bulk fill. *Microsc Res Tech.* 2020;83(3):211-22.

43. Bollen CM, Lambrechts P, Quirynen M. Comparison of surface roughness of oral hard materials to the threshold surface roughness for bacterial plaque retention: a review of the literature. *Dent Mater.* 1997;13(4):258-69.

44. Mendes FM, De Benedetto MS, del Conte Zardetto CG, Wanderley MT, Correa MS. Resin composite restoration in primary anterior teeth using short-post technique and strip crowns: a case report. *Quintess Int.* 2004;35(9):689-92.
45. Baca-solano G, Contreras-Bulnes R, Rodríguez-Vilchis LE, Teutle-Coyotecatl B Velazquez-Enriquez E Effect of some industrialized acidic beverages on the roughness of pit and fissure sealants: an in vitro study *J Clin Pediatr Dent.* 2023;47(1) 36-43.
46. Genari B, Leitune VCB, Saucedo JHM, Samuel SMW, Collares FM. Effect of beverages on surface properties of resin-based sealants. *Brazilian J Oral Sci.* 2017;16(59):1-7.
47. Guler S, Unal M. The evaluation of color and surface roughness changes in resin based restorative materials with different contents after waiting in various liquids: an SEM and AFM study. *Micros Res Tech*; 2015;81(12):1422-33.
48. American Academy of Pediatric Dentistry [Internet]. Chicago: The Association; c2019-2020 [actualizado 2020 May 6; citado 2020 Oct 28] *The Reference Manual of Pediatric Dentistry. Caries-risk Assessment and Management for Infants, Children, and Adolescents.* Disponible en: <https://www.aapd.org/research/oral-health-policies--recommendations/caries-risk-assessment-and-management-for-infants-children-and-adolescents/>.
49. International Standards Organization: Geometrical Product Specifications (GPS). Surface texture: profile method; measurement standards. Standard. ISO; 2005.
50. World Medical Association [Internet]. France: World Medical Association c2021. [actualizado 2020 enero 5; citado 2021 junio 15]. *WMA Declaration of Helsinki.* Disponible en: <https://www.wma.net/what-we-do/medical-ethics/declaration-of-helsinki/>.
51. World Medical Association [Internet]. France: World Medical Association c2021. [actualizado 2018 julio 9; citado 2021 junio 15]. *WMA declaration of Helsinki-ethical principles for medical research involving human subjects.* Disponible en: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>.

52. Gobierno de México [Internet]. México: Secretaría de Salud; c2018-2020 [actualizado 2019 junio 11; citado 2021 junio 15]. Comisión Nacional de Bioética Normatividad Nacional. Disponible en: <https://www.gob.mx/salud/conbioetica/articulos/normatividad-nacional-164543>.
53. Gobierno de México [Internet]. México: Secretaría de Salud; c2018-2020 [actualizado 2014 abril 2; citado 2021 junio 15]. Comisión Nacional de Bioética Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/281701/Reg_LGS_MIS.pdf.
54. Reddy PS, Tejaswi KL, Shetty S, Annapoorna BM, Pujari SC, Thippeswamy HM Effects of commonly consumed beverages on surface roughness and color stability of the nano, microhybrid and hybrid composite resins: an in vitro study. *J Contemp Dent Pract.*2013;4(4):718-23.
55. Hamadamin DI, Saeed DH. The Impact of Energy Drinks on Surface Roughness, Hardness, and Color Stability of Three Types of Composite Restorations. *J Hunan Univ Nat Sci.*2021;48(9):158.
56. Da silva M, Vitti RP, Sinhoreti MAC, Consani RLX, da Silva-Júnior JG, Tonholo J. Effect of alcoholic beverages on surface roughness and microhardness of dental composites. *Dent Mater J.* 2016;35(4):621-26.
57. Alzraikat H, Burrow MF, Maghaireh GA, Taha NA. Nanofilled resin composite properties and clinical performance: a review. *Oper Dent.*2018;43(4):173-90.
58. Margaretta DL, Adis ZF. Effect of 4.77% and 4.7% Alcoholic Drinks on Surface Roughness of Resin-Modified Glass Ionomer Cement. *J Indones Dent Assoc.*2021; 4(2):91-5.
59. Ozel E, Korkmaz Y, Attar N. Effect of one-step polishing systems on surface roughness of different flowable restorative materials. *Dent Mater J.*2008;27(6):755-64.
60. Tuncer D, Karaman E, Firat E. Does the temperature of beverages affect the surface roughness, hardness, and color stability of a composite resin?. *Eur J Dent* 2013;7(02):165-71.

61. Bakar NA, Han L, Akomoto A. Color stability of compomer after immersion in various media. *J Esthet Dent.* 2000; 12:258-263.
62. Karda B, Jindal R, Mahajan S, Sandhu S, Sharma S, Kaur R. To analyse the erosive potential of commercially available drinks on dental enamel and various tooth coloured restorative materials - an in-vitro study. *J Clin Diagn Res.* 2016;10(5): ZC117–ZC121.
63. 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):213-9.
64. Tărăboanță I, Stoleriu S, Gurlui S, Nica I, Tărăboanță-Gamen AC, Iovan A, Andrian S. The influence of abrasive and acidic aggressions on the surface condition of flowable composite resin. *Mater (Bas)* 2022;15(3):1000.

12. Anexos

Registro de rugosidad para SFF y resinas fluidas _____

Bebida _____

No. Muestra			Rugosidad 0			No. Muestra			Rugosidad 1		
(n=10)	Ra (µm)	Rz (µm)	(n=10)	Ra (µm)	Rz (µm)	(n=10)	Ra (µm)	Rz (µm)	(n=10)	Ra (µm)	Rz (µm)
1.1			1.1			1.1			1.1		
1.2			1.2			1.2			1.2		
1.3			1.3			1.3			1.3		
2.1			2.1			2.1			2.1		
2.2			2.2			2.2			2.2		
2.3			2.3			2.3			2.3		
3.1			3.1			3.1			3.1		
3.2			3.2			3.2			3.2		
3.3			3.3			3.3			3.3		
3.1			3.1			3.1			3.1		
3.2			3.2			3.2			3.2		
3.3			3.3			3.3			3.3		
4.1			4.1			4.1			4.1		
4.2			4.2			4.2			4.2		
4.3			4.3			4.3			4.3		
5.1			5.1			5.1			5.1		
5.2			5.2			5.2			5.2		
5.3			5.3			5.3			5.3		
6.1			6.1			6.1			6.1		
6.2			6.2			6.2			6.2		
6.3			6.3			6.3			6.3		
7.1			7.1			7.1			7.1		
7.2			7.2			7.2			7.2		
7.3			7.3			7.3			7.3		
8.1			8.1			8.1			8.1		
8.2			8.2			8.2			8.2		
8.3			8.3			8.3			8.3		
9.1			9.1			9.1			9.1		
9.2			9.2			9.2			9.2		
9.3			9.3			9.3			9.3		
10.1			10.1			10.1			10.1		
10.2			10.2			10.2			10.2		
10.3			10.3			10.3			10.3		