



Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), septiembre-octubre 2026,
Volumen 10, Número 5.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i5

EFICACIA DE RESINA BIOACTIVA GIOMER EN EL CONTROL DE BIOPELÍCULA ORTODÓNTICA: ANÁLISIS DIGITAL

**EFFICACY OF GIOMER BIOACTIVE RESIN IN
THE CONTROL OF ORTHODONTIC BIOFILM:
A DIGITAL ANALYSIS**

David Andrés Que Pérez

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

Landy Vianey Limonchi Palacio

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

José Miguel Lehmann Mendoza

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

Miguel Ángel López Alvarado

Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México

Eficacia de Resina Bioactiva Giomer en el Control de Biopelícula Ortodóntica: Análisis Digital

David Andrés Que Pérez¹davidqp99@outlook.com<https://orcid.org/0009-0006-8176-3000>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
México**Landy Vianey Limonchi Palacio**Landy.limonchi@ujat.mx<https://orcid.org/0000-0002-1135-909X>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
México**José Miguel Lehmann Mendoza**Jomileme@hotmail.com<https://orcid.org/0000-0002-1534-5859>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
México**Miguel Ángel López Alvarado**Nikemike77@yahoo.com<https://orcid.org/0000-0001-8304-5279>Universidad Juárez Autónoma de Tabasco
México

RESUMEN

La acumulación de biopelícula dental alrededor de la aparatología ortodóntica representa un desafío clínico significativo que incrementa el riesgo de desmineralización del esmalte y gingivitis durante el tratamiento. El objetivo de esta investigación fue evaluar la eficacia de un sistema de cementación bioactivo (resina tipo giomer Beautifil II®) frente a un cemento de resina convencional (Cohesion White®) en la reducción de la acumulación de biopelícula en pacientes con ortodoncia, utilizando un análisis planimétrico digital automatizado mediante el software DAIME. Se llevó a cabo un estudio clínico comparativo de diseño split-mouth (boca dividida) en 30 pacientes. Los resultados demostraron que la resina bioactiva tipo giomer ofrece una superioridad estadísticamente significativa en la inhibición de la acumulación de biopelícula en comparación con la resina convencional. Asimismo, se confirmó la utilidad del análisis planimétrico digital como un método objetivo y altamente correlacionado con el índice clínico tradicional.

Palabras clave: ortodoncia, resina bioactiva, giomer, biopelícula, análisis planimétrico digital.

¹ Autor principal.

Correspondencia: davidqp99@outlook.com

Efficacy of Giomer Bioactive Resin in the Control of Orthodontic Biofilm: A Digital Analysis

ABSTRACT

Dental biofilm accumulation around orthodontic appliances represents a significant clinical challenge that increases the risk of enamel demineralization and gingivitis during treatment. The objective of this research was to evaluate the efficacy of a bioactive bonding system (Beautifil II® giomer resin) compared to a conventional resin cement (Cohesion White®) in reducing biofilm accumulation in orthodontic patients, using automated digital planimetric analysis via DAIME software. A split-mouth comparative clinical study was conducted on 30 patients. The results showed that the bioactive giomer resin provides statistically significant superiority in inhibiting biofilm accumulation compared to conventional resin. Additionally, the utility of digital planimetric analysis as an objective method strongly correlated with the traditional clinical index was confirmed.

Keywords: orthodontics, bioactive resin, giomer, biofilm, digital planimetric analysis.

Artículo recibido 20 agosto 2026

Aceptado para publicación: 20 setiembre 2026



INTRODUCCIÓN

La cavidad bucal alberga numerosas especies microbianas, desde microorganismos beneficiosos hasta aquellos con potencial patógeno. La relación entre la placa dental y las enfermedades periodontales es un hecho bien establecido. Sin embargo, hasta 1980 se creía que los microorganismos presentes en la placa dental permanecían en estado suspendido o planctónico. Posteriormente, Seneviratne y sus colaboradores en el 2011 demostraron en su investigación que los microorganismos no son entidades libres, sino que se adhieren a la superficie dental. Actualmente, se acepta que los microorganismos viven en un entorno complejo conocido como biopelícula (Marsh & Zaura, 2017). Se sabe que la biopelícula contribuye como agente etiológico de la caries dental y la enfermedad periodontal (Nimbulkar et al., 2020). Una biopelícula madura es una entidad polimicrobiana compuesta principalmente por bacterias, pero que también puede albergar protozoos, virus y hongos (Larsen & Fiehn, 2017).

Las causas de la aparición de enfermedades periodontales en pacientes ortodónticos pueden deberse a múltiples factores como lo son: mayor dificultad en el mantenimiento de la higiene oral, la retención de placa en los dispositivos ortodónticos intraorales, los movimientos y remodelaciones óseas/periodontales bajo fuerzas ortodónticas, que pueden favorecer la acumulación de placa subgingival y aumentar el potencial patogénico periodontal. Además de las implicaciones periodontales, la retención de placa en presencia de aparatos ortodónticos también se ha asociado con una mayor susceptibilidad a caries y está influenciada por cambios cualitativos y cuantitativos transitorios/permanentes en la microbiota oral, responsables de la aparición de infecciones orales, con efectos sistémicos, predisponiendo así a los pacientes ortodónticos a sufrir diversas patologías más que los pacientes no ortodónticos. (Contaldo et al., 2021)

Las bacterias contenidas en el biofilm producen ácidos no disociados producto de la exposición a carbohidratos fermentables, disminuyendo el pH hasta alcanzar niveles críticos cercanos a 5,5 los ácidos son capaces de difundirse dentro de la subsuperficie del esmalte a través de la película adquirida, disociándose y comenzando la desmineralización. La disolución del contenido mineral de la estructura del esmalte crea una alteración en el índice de refracción de la luz, lo que clínicamente se presenta como una opacidad blanco-lechosa sobre la superficie del esmalte.

Las LMB pueden remineralizarse y regresar a la normalidad, permanecer estable o progresar hacia la cavitación dependiendo del medio ambiente oral. Estas se pueden observar luego de un mes de haber cementado los aparatos ortodónticos fijos. Después del tratamiento, las LMB disminuyen dentro de los dos primeros años, pero pueden continuar siendo un problema estético que afecta a los pacientes luego del tratamiento ortodóntico. (Sánchez-Tito & Tay Chu Jon, 2021).

Parmar et al. (2022) estableció que el uso generalizado de aparatos fijos y el mayor riesgo de daño iatrogénico por acumulación de placa alrededor de los brackets ortodónticos hacen que sea importante determinar si el tipo de bracket influye en la colonización microbiana. Bedriñana Enríquez y Huamani Lapaz en el 2023 descubrieron que el 100% de los pacientes evaluados en su estudio presentaban algún grado de inflamación gingival.

Usualmente la cementación de Brackets se ha realizado mediante resinas compuestas convencionales (tipo Bis-GMA). Si bien estos materiales ofrecen una fuerza de adhesión adecuada para soportar las fuerzas ortodónticas, carecen de actividad biológica, es decir, son materiales “no-inertes”. Investigaciones previas señalan que la superficie de estas resinas convencionales, al quedar expuestas alrededor de la base del bracket, puede servir como un nicho para la adhesión bacteriana rápida, especialmente si la superficie es rugosa tras la polimerización, contribuyendo así al incremento de los índices de placa en pacientes con mala higiene (Ahn et al., 2009).

Tradicionalmente, los cementos de resina ortodóntica convencionales carecen de propiedades bioactivas intrínsecas capaces de interferir activamente con el metabolismo bacteriano o de favorecer la remineralización del esmalte circundante. En respuesta a esta limitación, el desarrollo de materiales bioactivos, tales como las resinas tipo giomer que incorporan tecnología de vidrio pre-reaccionado (S-PRG), ha abierto nuevas alternativas terapéuticas (Itota et al., 2011; Melo et al., 2022). Estos materiales poseen la capacidad de liberar y recargar iones esenciales como flúor, estroncio, boro y silicato, inhibiendo la adhesión bacteriana y protegiendo la estructura dentaria (Al-Khureif et al., 2019).

No obstante, la cuantificación precisa de la biopelícula alrededor de los brackets ha estado sujeta históricamente a la subjetividad de los índices clínicos visuales (Beberhold et al., 2012). La presente investigación aborda esta problemática mediante la integración de un análisis planimétrico digital asistido por software especializado (DAIME), permitiendo una medición objetiva y computarizada del

área superficial ocupada por la biopelícula, estableciendo una comparación rigurosa entre el comportamiento clínico del giomer y un composite convencional (Daims et al., 2006).

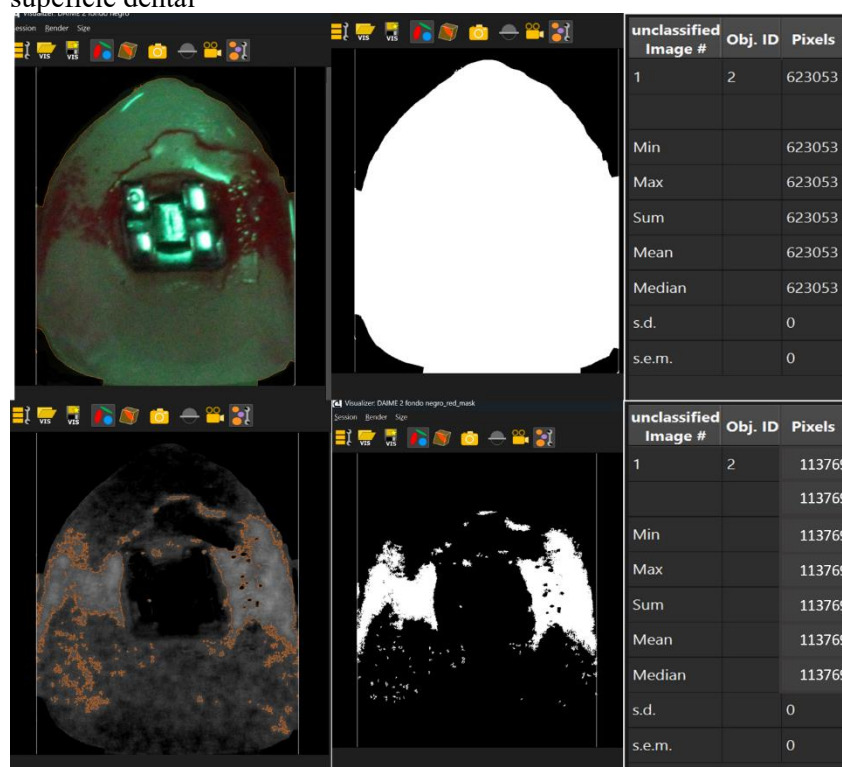
METODOLOGÍA

Se diseñó un enfoque cuantitativo, con un diseño cuasiexperimental de tipo comparativo Transversal, (diseño split-mouth) en pacientes bajo tratamiento ortodóntico en la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Se evaluaron sesenta incisivos centrales maxilares de 30 pacientes, comparando el material de cementación en piezas contralaterales: el grupo experimental con resina bioactiva tipo giomer (Beautifil II®, Shofu®) y el grupo control con resina convencional (Cohesion White®).

La intervención en el grupo de observación (grupo 1) se dará al inicio del tratamiento de ortodoncia ya que es necesario colocar el bracket con la resina bioactiva desde un principio. Ambos grupos se someterán a los mismos factores ambientales (Dieta, técnica de cepillado y microbiota oral). Ya que solo se tomará en cuenta el órgano dentario 11 como muestra del grupo de observación y el órgano dentario 21 como muestra del grupo control (grupo 2), se consideró de esta manera ya que al ser los incisivos centrales superiores en su mayoría similares anatómicamente y al estar ubicados en una zona en la cual no hay diferencia significativa en cuanto a remoción de biofilm por la técnica de cepillado, esta no podría influir en los resultados. Las mediciones clínicas se registrarán en ambos grupos en un solo momento después de la intervención del grupo 1, 30 días después de la colocación de la aparatología fija.

Para el registro clínico y documental, se implementó un protocolo estandarizado de fotografía clínica intraoral utilizando cámaras réflex digitales equipadas con lentes macro y sistemas de iluminación controlados. Las imágenes fueron procesadas digitalmente y analizadas mediante el software DAIME (Digital Image Analysis in Microbial Ecology) para calcular el índice planimétrico de placa (PPI), cuantificando con exactitud milimétrica el porcentaje de cobertura de biopelícula circundante a los brackets. (Figura 1)

Figura 1 Captura de pantalla del software DAIME midiendo la cantidad de biopelícula sobre la superficie dental



Y para obtener el Índice de placa Ortodontico se basó en el índice modificado por beberhold es un índice diseñado para pacientes con aparatología ortodóntica fija. Este índice se centra en las áreas dentales cercanas a los brackets, donde se generan zonas de placa adicionales y relativamente inaccesibles. Para registrar el OPI, la dentición se divide en sextantes y se asignan puntuaciones de placa que van del 0 al 4. Se evalúa la acumulación de placa en cada superficie dental adyacente a la base del bracket (mesial, distal, oclusal/incisal y cervical), y también se registran signos de inflamación gingival. El puntaje más alto por sextante se introduce en una tabla, considerando que un puntaje de 3 o más indica un mayor riesgo de caries y gingivitis y hace evidente la necesidad de profilaxis individual. (Beberhold et al., 2012)

El análisis estadístico se llevó a cabo evaluando la normalidad de las muestras y aplicando pruebas de correlación (Rho de Spearman) y de comparación de medias (Prueba t de Student) para determinar la significancia estadística con un umbral de $p < 0.05$.

RESULTADOS

El análisis comparativo entre los sistemas de cementación bioactivos y convencionales arrojó los siguientes hallazgos cuantitativos y clínicos:

Tabla 1 Resultados obtenidos

Parámetro de Evaluación	Grupo Giomer (Beautifil II®)	Grupo Convencional (Cohesion White®)
Acumulación Media de Biopelícula (PPI)	30.51 ± 12.89 %	35.78 ± 12.82 %
Acumulación Media de Biopelícula (OPI)	38.33%	41.67%
Efecto con Auxiliares de Higiene	24.61 ± 5.50 %	32.88 ± 9.52%
Efecto sin auxiliares de Higiene	33.04 ± 14.37 %	37.02 ± 14.02%
Correlación con Índice Clínico (OPI)	Rho = 0.897 (p < 0.001)	Rho = 0.897 (p < 0.001)

Eficacia en la reducción de biopelícula: La resina bioactiva tipo giomer demostró una superioridad estadísticamente significativa frente a la resina convencional en la inhibición de la agregación de biopelícula alrededor del bracket. El análisis planimétrico digital (PPI) arrojó una media de acumulación de $30.51 \pm 12.89\%$ para el grupo con giomer y de $35.78 \pm 12.82\%$ para el grupo convencional ($p < 0.001$). Mientras que en el OPI se obtuvo un promedio de 38.33 % en el grupo de resinas bioactivas y 41.67% en el grupo convencional.

Con el uso de auxiliares de higiene, se analizó el comportamiento de cada material de forma independiente. En los dientes cementados con resina bioactiva, los pacientes que emplearon auxiliares presentaron un porcentaje de acumulación de biopelícula significativamente menor ($24.61 \pm 5.50\%$) frente a quienes no los utilizaron ($33.04 \pm 14.37\%$; $p = 0.028$). En contraste, en el grupo de la resina convencional, la diferencia no alcanzó significancia estadística ($p = 0.426$) entre los pacientes sin auxiliares ($37.02 \pm 14.02\%$) y con auxiliares ($32.88 \pm 9.52\%$). Estos resultados sugieren un mayor beneficio clínico de los auxiliares cuando se combinan con la resina bioactiva, si bien el diseño estadístico actual no evaluó formalmente la interacción factorial para confirmar un efecto sinérgico.

- Validación metodológica: La evaluación mediante el software DAIME (índice planimétrico PPI) demostró una correlación positiva muy fuerte y altamente significativa con el índice ortodóntico clínico tradicional (OPI) tanto para el grupo de giomer (Rho = 0.897, $p < 0.001$) como para el convencional (Rho = 0.897, $p < 0.001$), lo que valida la precisión del análisis computarizado.

DISCUSIÓN

Los hallazgos de este estudio respaldan la hipótesis de que la incorporación de materiales bioactivos en la práctica ortodóntica aporta ventajas clínicas tangibles en la prevención de complicaciones asociadas a la acumulación microbiana. La tecnología S-PRG presente en las resinas tipo giomer permite una liberación sostenida de iones protectores que dificultan la colonización bacteriana (Itota et al., 2011).

La evidencia sobre el comportamiento clínico de los Gioners frente a otros materiales restauradores aún es débil y limitada. Se reporta que ciertos tipos de Giomer (Beautifil II) presentan mayor tinción marginal y problemas de rugosidad superficial en comparación con otras variantes como Beautifil Flow Plus. Se concluye que se necesitan más estudios clínicos de largo plazo para confirmar sus ventajas bioactivas (Limonge Neto et al., 2022).

Kitagawa et al. en el 2016 demostraron que los eluidos del relleno S-PRG inhiben el crecimiento significativo de streptococcus mutans y reducen su capacidad de adherencia a la superficie del material. La fuerte correlación observada valida el uso de herramientas computarizadas en la investigación odontológica contemporánea. (Salas Méndez et al., 2025)

A pesar de los hallazgos descritos, el presente estudio presenta ciertas limitaciones metodológicas que deben ser consideradas al interpretar los datos. Debido al diseño de boca dividida establecido, la asignación de los materiales cementantes no fue aleatorizada: la resina bioactiva se colocó sistemáticamente en el incisivo central superior derecho y la resina convencional en el izquierdo. Esta asignación fija impidió el cegamiento del operador durante las evaluaciones del índice de placa Ortodóntico, lo que inherentemente introduce la posibilidad de un sesgo de lateralidad o de examinador en las mediciones clínicas.

Sin embargo para mitigar esta limitación metodológica y garantizar el rigor de la evidencia, la variable principal de este estudio (Índice de placa planimétrico) se midió utilizando el software de procesamiento de imágenes DAIME. El uso de este Análisis digital basado en autofluorescencia permitió una cuantificación semiautomatizada y objetiva del porcentaje de biopelícula, minimizando la intervención y subjetividad humana, lo que otorga una alta confiabilidad a las diferencias estadísticas observadas entre ambas resinas.

Asimismo, la metodología basada en el análisis planimétrico digital con DAIME demostró ser una herramienta robusta frente a los índices visuales tradicionales, los cuales suelen carecer de la sensibilidad necesaria para detectar variaciones sutiles en la superficie dental.

CONCLUSIONES

La resina bioactiva tipo giomer (Beautifil II®) demostró una eficacia superior y estadísticamente significativa en la reducción de la acumulación de biopelícula alrededor de los brackets en comparación con el composite convencional.

Los hábitos de higiene por sí solos presentan un impacto limitado frente a la retención natural de placa que generan los brackets. Se determinó que aumentar la frecuencia de cepillado no disminuye significativamente la biopelícula si no se acompaña de otras medidas. No obstante, la resina bioactiva exhibe una importante disminución de los niveles de biopelícula cuando se acompaña de auxiliares de higiene.

El análisis planimétrico digital mediante el software DAIME se establece como un método de alta precisión y confiabilidad científica para la cuantificación objetiva de la biopelícula dental en estudios clínicos de ortodoncia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Ahn, S. J., Lee, J. J., Lee, D. Y., & Lim, B. S. (2009). Surface characteristics of orthodontic adhesives and their effect on bacterial adhesion. *Angle Orthodontist*, 79(2), 330-337.
- Al-Khureif, A. A., Qasim, S. S. B., Al-Samadani, K. H., & Al-Harbi, F. A. (2019). Biofilm formation on resin composite surfaces and its susceptibility to antibacterial agents: An in vitro study. *Journal of Dentistry*, 84, 70-76.
- Beberhold, K., Sachse-Kulp, A., Schwestka, R., Hornecker, E., & Ziebolz, D. (2012). The Orthodontic Plaque Index: An oral hygiene index for patients with multibracket appliances. *Orthodontics (Chic.)*, 13, 94-99.
- Bedriñana Enríquez, N., & Huamani Lapaz, W. (2023). Prevalencia de gingivitis en pacientes con tratamiento de ortodoncia de una clínica particular - Ayacucho, 2022 [Tesis]. Universidad Continental.



- Contaldo, M., Lucchese, A., Lajolo, C., et al. (2021). The oral microbiota changes in orthodontic patients and effects on oral health: An overview. *Journal of Clinical Medicine*, 10, 780.
- Daims, H., Lückner, S., & Wagner, M. (2006). Daime, a novel image analysis program for microbial ecology and biofilm research. *Environmental Microbiology*, 8(2), 200-213.
- Itota, T., Carrick, T. E., Yoshiyama, M., & McCabe, J. F. (2011). Fluoride release and recharge in giomer, compomer and resin composite. *Dental Materials*, 27(6), 529-536.
- Kitagawa, H., Miki, S., Kitagawa, R., & Imazato, S. (2016). Inhibitory effect of resin composite containing S-PRG filler on Streptococcus mutans. *Journal of Dentistry*, 48, 1-7.
- Larsen, T., & Fiehn, N. E. (2017). Dental biofilm infections-An update. *APMIS*, 125(4), 376-384.
- Limonge Neto, C. C., Martins das Neves, A., Costa Arantes, D., et al. (2022). Evaluation of the clinical performance of GIOMERs and comparison with other conventional restorative materials in permanent teeth: A systematic review and meta-analysis. *BDJ Open*, 8, 28.
- Marsh, P. D., & Zaura, E. (2017). Dental biofilm: Ecological interactions in health and disease. *Journal of Clinical Periodontology*, 44(Suppl. 18), S12–S22.
- Melo, M. A. S., Mokeem, L., & Sun, J. (2022). Bioactive restorative dental materials-the new frontier. *Dental Clinics of North America*, 66(4), 551-566.
- Nimbulkar, G., Garacha, V., Shetty, V., Bhor, K., Srivastava, K. C., Shrivastava, D., & Sghaireen, M. G. (2020). Microbiological and clinical evaluation of Neem gel and Chlorhexidine gel on dental plaque and gingivitis in 20–30 years old adults: A randomized parallel-armed, double-blinded controlled trial. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 12(Suppl 1), S345–S351.
- Parmar, N. P., Thompson, G. L., Attack, N. E., Ireland, A. J., Sherriff, M., & Haworth, J. A. (2022). Microbial colonisation associated with conventional and self-ligating brackets: a systematic review. *Journal of Orthodontics*, 49(2), 151-162.
- Salas Méndez, G. A., Limonchi Palacio, L. V., Lehmann Mendoza, J. M., López Alvarado, M. Á., de la Cruz González, C., & Hernández Abreu, K. E. (2025). Comparación de la eficacia en la remoción de placa bacteriana entre el cepillo eléctrico y el ortodoncico: Mediante el programa DAIME. *Odontología Actual*, 22, 42.

- Sánchez-Tito, M. A., & Tay Chu Jon, L. Y. (2021). Lesiones de mancha blanca en pacientes con tratamiento de ortodoncia: Revisión de la literatura. *Revista Estomatológica Herediana*, 31(1), 44-52.
- Seneviratne, C. J., Zhang, C. F., & Samaranayake, L. P. (2011). Dental plaque biofilm in oral health and disease. *Chinese Journal of Dental Research*, 14(2), 87-94.

