

Producción de nanoplaquetas de grafeno para el desarrollo de biopelícula anaerobia

Fernando Edilson Luis-Hernández ¹, Alexa Mariana Salgado-Arreguín ¹, Norma Alejandra Vallejo-Cantú ¹, Carlos Velasco-Santos ², Alejandro Alvarado-Lassman ^{1,*}

¹ División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba, Orizaba, Veracruz, México

² División de Estudios de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico Av. Tecnológico s/n Esq. Gral. Mariano Escobedo, Col. Centro Histórico, C.P. 76000, Santiago de Querétaro, Querétaro, México

* Autor de correspondencia: alejandro.al@orizaba.tecnm.mx

Energías Renovables (Nuevos Materiales). Ponencia Presencial.

Recibido: 16 de junio de 2023 Aceptado: 25 de agosto de 2023 Publicado: 23 de noviembre de 2023

Palabras clave: Nanomateriales; Contaminantes; Biopelícula; Nanoplaquetas de grafeno; Digestión Anaerobia

Introducción. Las nanoplaquetas de grafeno (NPsG) consisten en pequeñas hojuelas de varias láminas apiladas de grafeno, sin embargo, a comparación del grafeno se tiene la ventaja de los bajos costos de producción de NPG. Existen varios métodos para la obtención de nanoplaquetas de grafeno como: exfoliación electroquímica, exfoliación mecano química, mezcla de alto cizallamiento, sonicación, entre otros. Sin embargo, algunos métodos son mejores que otros a la hora de obtener las nanoplaquetas de grafeno, dependiendo del método se pueden generar impurezas (Pérez-Ramírez *et al.*, 2022). En la actualidad se tiene más conciencia sobre la capacidad de la nanotecnología de potenciar las tecnologías tradicionales; además, la nanotecnología es muy prometedora en cuanto a la reducción de volumen de desechos, la disminución de residuos contaminantes y como alternativa en la mejora del uso y provisión de energía (Rodríguez-Sartori., 2020). El uso de aditivos como lo son los nanomateriales derivados de carbono incrementan la producción de biogás, esto se debe a que mejoran los factores que facilitan la transferencia de electrones entre especies que a la vez mejoran la simbiosis entre bacterias y las arqueas (König *et al.*, 2022). Es por ello que en este trabajo se observará y analizará si la adición de las NPsG beneficia o inhibe el crecimiento microbiano y la producción de biogás en proceso de la digestión anaerobia.

Materiales y Métodos. Para la obtención de las nanoplaquetas de grafeno (NPsG), se empleó grafito en polvo (GP) (MEYER), el cual se sometió a un proceso físico para obtener las NPsG de alta calidad estructural y sin contaminación alguna, dicho método comprende de dos etapas. La primera etapa consiste en la explosión por vapor del precursor grafitico. Y la segunda etapa de exfoliación ultrasónica del precursor grafitico explotado.

En la primera etapa se emplearán 200 g de grafito en polvo y se mezcló con 4000 mL de agua destilada, dicha mezcla se llevó al equipo de explosión de vapor. Los parámetros para la explosión de vapor fueron 170 °C y 130 PSI, y el proceso se llevó a cabo durante un periodo de 45 min. Posteriormente se llevó la mezcla a una cámara en donde el dispositivo se despresurizó y el sólido que en este punto ya es grafito explotado con vapor se decantó para eliminar el exceso de agua, y se secó a una temperatura de 70 °C, finalmente el polvo de todo el proceso es el grafito explotado con vapor (GE), seco y como producto intermedio.

En la segunda etapa, el GE obtenido de la etapa anterior, se mezclaron 500 mg de GE con 50 mL de agua destilada. Posteriormente, se exfolió empleando una punta ultrasónica (CP Ultrasonic Processor CP750, con potencia de 750 W, frecuencia de 20 kHz y amplitud del 50%) durante 80 minutos. La dispersión se secó a 70 °C para obtener nanoplaquetas de grafeno.

Resultados. A continuación, se muestra la caracterización de las nanoplaquetas de grafeno mediante espectroscopia infrarroja (IR) en un espectrómetro FT-IR Bruker Vector 33 (cm⁻¹), el cual fue empleado

para identificar los grupos funcionales presentes en las NPsG que se obtuvieron en esta experimentación por método físico.

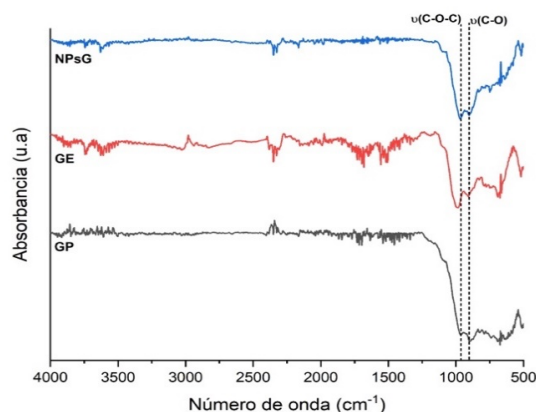


Figura 1. Espectroscopia infrarroja para nanoplaquetas de grafeno (NPsG), grafito explotado (GE) y grafito en polvo (GP)

En la figura 1 se puede observar los resultados que se obtuvieron de la caracterización y los grupos funcionales presentes en las nanoplaquetas de grafeno, así como el grafito explotado con vapor y el grafito en polvo. El espectro NPsG muestra la presencia de dos bandas alrededor de 905 cm⁻¹ de C-O y 968 cm⁻¹ de grupo C-O pertenecientes al grupo epoxi. Por lo tanto, es necesario señalar que GP contiene una cierta cantidad de oxígeno desde el principio. Esto indicó que en la generación de grupos oxigenados no hay influencia de la presión, tiempo de explosión y temperatura durante la etapa de explosión del vapor, considerando al GP como material de partida. Cabe señalar que no se agregaron o aparecieron grupos funcionales debido a que la técnica o metodología siguió un proceso físico y no químico. Los resultados del espectro de NPsG con los grupos C-O son similares a los que reportan Pérez-Ramírez *et al.*, (2022), pues obtuvieron bandas que oscilan alrededor de 903 cm⁻¹ de C-O y 963 cm⁻¹ de grupo C-O pertenecientes al grupo epoxi.

Conclusiones. Emplear procesos físicos para la obtención de nanoplaquetas de grafeno es de gran ayuda para el medio ambiente, pues al no utilizar algún químico como solvente o reactante no se generan residuos que puedan ser dañinos para el entorno ecológico. Por otra parte, las nanoplaquetas obtenidas son de gran calidad y de excelentes condiciones, pues en la caracterización se confirma el hecho de que, al tener menos grupos funcionales, menos contaminado está el nanomaterial. Cabe destacar que en este caso solo se está llevando a cabo la primera parte de la experimentación en sí, pues las nanoplaquetas se van a emplear para generar una biopelícula bacteriana, que a la vez tendrá un valor importante en los procesos de digestión anaerobia (DA) para la generación de biogás y metano, dicha experimentación comprende la evaluación de la

cantidad de nanomaterial necesario mediante pruebas de digestión anaerobia para tener una mejor producción de biogás y mejor remoción de contaminantes en los efluentes de aguas residuales.

Bibliografía.

- König, R., Cuomo, M., Pianta, E., Buetti, A., Mauri, F., Tanadini, M., y Principi, P. 2022. Addition of conductive materials to support syntrophic microorganisms in anaerobic digestion. *Fermentation*, 8(8), 354. <https://doi.org/10.3390/fermentation8080354>
- Pérez Ramírez, E. E., Ramos-Galicia, L., de la Luz-Asunción, M., Saucedo-Rivalcoba, V., Martínez-Hernández, A. L., Rubio-Rosas, E., y Velasco-Santos, C. 2022. A Green and Easy Large Scale Method for Obtaining Graphene Nanoplatelets by Steam Explosion and Ultrasonic Exfoliation. *ChemistrySelect*, 7(33). <https://doi.org/10.1002/slct.202202425>
- Rodríguez Sartori, D. E. 2020. Impacto de las sustancias húmicas, especies reactivas y la radiación solar sobre las propiedades físicas y químicas de nanomateriales y su interacción con biofilms. *Universidad Nacional de La Plata: Doctoral dissertation*. <https://doi.org/10.35537/10915/112931>