

Análisis del efecto del grafeno en biopelículas de almidón para su uso en recubrimiento de alimentos

Marlene Jiménez-Rosas ¹, Leticia López-Zamora ^{1*} y José Amir González-Calderón ²

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

² Instituto de Física, Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Av. Dr. Manuel Nava No. 6 Zona Universitaria, San Luis Potosí, SLP, C.P. 78210, México.

* Autor de correspondencia: Leticia-lz@orizaba.tecnm.mx

Desarrollo Sustentable (Materiales Sustentables). **Ponencia Presencial.**

Recibido: 15 de junio de 2023 Aceptado: 18 de agosto de 2023 Publicado: 23 de noviembre de 2023

Palabras clave: Almidón; Grafeno; Nanotecnología, Biopolímeros.

Introducción. Los materiales de envasado de alimentos suelen estar hechos de polímeros sintéticos, desafortunadamente, su uso excesivo genera preocupaciones ambientales debido a su acumulación en el medio ambiente y resistencia a la degradación microbiana. El desarrollo de materiales ecológicos a partir de biopolímeros derivados de fuentes renovables como el almidón y la maltodextrina ha atraído un gran interés [1,4]. En este trabajo se revisa el desarrollo de biopelículas a base de almidón de maíz y de yuca, determinando las combinaciones óptimas de nanopartículas de grafeno funcionalizadas y puras. En general, la incorporación del grafeno reportó una mejora en las propiedades demostrando que son aptas para utilizarlas en el envasado de alimentos.

Materiales y Métodos. Se modificaron las nanopartículas con grupos amino (-NH₂) por medio de un proceso de silanización y de acidificación y se realizaron películas de almidón de maíz (AM) y yuca (AY) al 1 % w/v y maltodextrina al 5 % w/v sin grafeno (SG). Las películas reforzadas se realizaron agregando una solución de 0.0035% w/v de las nanopartículas de grafeno puro (GB), silanizado (GS) y acidificado (GA) con el fin de caracterizarlas y determinar las combinaciones óptimas de nanopartículas de grafeno para validar las películas como empaques en productos alimenticios [2,3] para las cuales se generaron. Se realizaron pruebas de colorimetría y solubilidad en agua. Se empleó la Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) para confirmar la formación de enlaces químicos entre las partículas modificadas y el polímero.

Resultados. Las pruebas aplicadas a las biopelículas revelaron diferencias significativas para cada parámetro de color CIELa*b* en relación con el tipo de NPs (Tabla 1), las muestras con grafeno experimentaron variaciones perceptibles en comparación con las que no contenían NPs.

Tabla 1. Valores de los parámetros CIELa*b*.

ID	L	a	b	DE*	DC*	DH*
MSG	11.33	0	-2.4			
MGB	16.68	0.04	-1.62	8.16	-1.69	0.07
MGS	11.31	0.03	-2.16	0.41	-0.41	0.06
MGA	10.88	0.23	-0.89	2.85	-2.66	-0.75
YSG	10.9	-0.16	1.17			
YGB	11.8	-0.2	0.57	6.34	1.01	-1.08
YGS	12.08	-0.08	0.24	7.36	0.39	-0.75
YGA	11.9	0.34	0.38	6.79	0.14	0.3

A partir de los resultados obtenidos, se observa que, el parámetro de luminosidad (L) se encuentra muy cerca del estándar blanco, indicando que poseen buena transparencia. En las películas de AY se encontraron valores en los parámetros a (rojo) y b (amarillo), contrario a las películas de AM que tenían un parámetro a (verde) y b (azul), dichos valores no interfieren en la apreciación del color por parte de los consumidores de los alimentos recubiertos con las biopelículas.

El estudio con FTIR (Figura 1) confirmó la correcta interacción entre los componentes, al insertar los grupos funcionales activos en la

superficie de las partículas aumentando la posibilidad de formar enlaces químicos entre las partículas modificadas y los tejidos, mejorando así su fuerza de adhesión, concluyendo que, de acuerdo con los cambios obtenidos en la estructura, las biopelículas son aptas para aplicarlas como recubrimiento de alimentos.

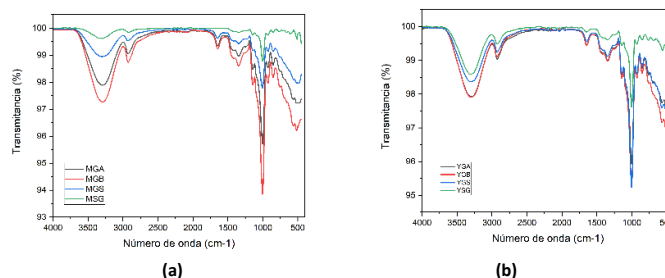


Figura 1. Espectro FTIR de biopelículas de almidón (a) de maíz y (b) de yuca

Los estudios de espectrofotometría mostraron una mayor longitud de banda en 3500 cm⁻¹ en las películas de yuca, indicando un incremento en los grupos -OH, lo que tiene relación con la mayor solubilidad que presentaron estas biopelículas (Tabla 2).

Tabla 2. Solubilidad al vapor de agua de películas de maíz y yuca.

Muestra	Solubilidad (%)	Muestra	Solubilidad (%)
MSG	4.34	YSG	5.98
MGB	7.12	YGB	13.23
MGS	12.65	YGS	11.44
MGA	8.27	YGA	13.52

Conclusiones. La adición de nanopartículas de grafeno funcionalizado en el envasado de alimentos produce biopelículas incoloras, inodoras y transparentes, que son características de los buenos materiales de empaque, al igual que altos porcentajes de solubilidad. El FTIR confirmó una correcta interacción entre los componentes, garantizando de acuerdo con los cambios obtenidos en la estructura, que las biopelículas elaboradas con grafeno puro son aptas para aplicarlas como recubrimiento de alimentos y van a brindar protección a los alimentos durante el tiempo de almacenamiento y transporte.

Bibliografía.

- Chausali, N., Saxena, J., Prasad, R. (2022) Recent trends in nanotechnology applications of bio-based packaging, *Journal of Agriculture and Food Research*, 7, 100-257. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2021.100257>.
- Gonzalez-Calderon, J.A., Vallejo-Montesinos, J., Martínez-Martínez, H.N., Cerecero-Enríquez, R., López-Zamora, L. (2019). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 18, 1130-1134. <https://doi.org/10.24275/uam/izt/dcbi/revmexingquim/2019v18n3/GonzalezC>.
- López-Zamora, L., Martínez-Martínez, H.N., González-Calderón, J.A. (2018). *Materials Chemistry and Physics*, 217, 285-290. <https://doi.org/10.1016/j.matchemphys.2018.06.063>.
- Mallakpour, S., Fariba, S., Hussain, C. M. (2020) A journey to the world of fascinating ZnO nanocomposites made of chitosan, starch, cellulose, and other biopolymers: Progress in recent achievements in eco-friendly food packaging, biomedical, and water remediation technologies, *International Journal of Biological Macromolecules*, 170, 701-716. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.12.163>.