

1^{er} Encuentro “El Cerrito: Ciencia y Patrimonio”

Raíces de Piedra, Voces de Ciencia

Biorrefinería sostenible con bagazo de agave: de residuo a recursos valiosos

Maria L. Muñoz-Leon, †¹ Nicolas Tanguy*¹

1 Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM, C.P. 76230 Juriquilla, Qro, México

† Los autores contribuyeron por igual en este trabajo

*Autor de correspondencia: *nicolas@fata.unam.mx*

Modalidad de presentación: póster.

Resumen



El bagazo de agave, un residuo abundante generado por la industria tequilera en México, representa un desafío ambiental debido a su alta producción y limitada valorización. En este trabajo se presenta un enfoque de biorrefinamiento para la obtención de nanomateriales lignocelulósicos a partir de este subproducto agroindustrial [1]. Mediante procesos de pretratamiento, purificación y fibrilación, se lograron aislar nanofibras y nanopartículas de celulosa con propiedades estructurales adecuadas para aplicaciones avanzadas.

La caracterización morfológica y fisicoquímica confirma su potencial como materiales funcionales en dispositivos electrónicos sustentables, dada su estabilidad, biocompatibilidad y capacidad para integrarse en matrices conductoras o híbridas [2,3]. Este estudio demuestra que el bagazo de agave puede convertirse en una fuente renovable y de alto valor agregado, contribuyendo tanto a la economía circular como al desarrollo de tecnologías verdes en el sector electrónico.

Palabras clave: *Bagazo de agave, biorrefinería lignocelulósica, nanofibras de celulosa.*

Referencias

- [1] Palacios Hinstroza, H., Hernandez Diaz, J. A., Esquivel Alfaro, M., Toriz, G., Rojas, O. J., & Sulbarán-Rangel, B. C. (2019). Isolation and characterization of nanofibrillar cellulose from Agave tequilana Weber bagasse. *Advances in Materials Science and Engineering*, 2019(1), 1342547.
- [2] Cohuo, M. S. C. P. (2018). Obtención y modificación de nanocristales de celulosa de residuos de Agave Tequilana Weber para la producción de nanorefuerzos para Poli (ácido láctico). Mérida, Yucatán, México.
- [3] Meza Maytorena, L. C. (2018). Biorefinería del bagazo de Agave tequilana: extracción de lignina por diferentes pretratamientos y producción de metano (Master's thesis).



INAH



Corregidora
A paso firme.



1^{er} Encuentro “El Cerrito: Ciencia y Patrimonio”

Raíces de Piedra, Voces de Ciencia

Determinación directa de licopeno en jitomates mediante SERS para monitoreo de maduración

Ochoa-Elias, Monserrat^{1*}, González-López, María del Carmen², Frausto-Avila, Mateo¹, Quiroz-Juárez, Mario Alan¹, Ramírez-García, Gonzalo¹.

¹ Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Boulevard Juriquilla 3001, 76230 Querétaro, Qro., México

² Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las campanas S/N, Col. Las Campanas, 76010 Querétaro, Qro., México

Autor de correspondencia: *ochoaem@pceim.unam.mx

Modalidad de presentación: póster.

Resumen

La agroindustria ha experimentado un crecimiento notable en las últimas décadas, motivado por la imperante necesidad de mejorar la calidad de los alimentos, asegurar su inocuidad y minimizar los desperdicios. En este contexto, el licopeno, un pigmento natural que se encuentra en frutas como el jitomate, el melón y la guayaba, ha adquirido una notable relevancia. La detección precisa de este elemento es fundamental para la estandarización de protocolos, la evaluación de los períodos de maduración, la provisión de información nutricional, la prolongación de la vida útil y la mejora de los estándares de calidad.

Las técnicas convencionales de detección, tales como la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) y la cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (GC-MS), demandan un preacondicionamiento exhaustivo de las muestras. Este proceso no solo incrementa el tiempo de análisis, sino que también complica la obtención de resultados. Asimismo, la disponibilidad y el acceso a dichos equipos suelen ser restringidos.

En contraste, la espectroscopía Raman se configura como una alternativa viable, dado que no demanda un preacondicionamiento complejo y proporciona costos y tiempos de análisis reducidos. Recientemente, la incorporación de materiales innovadores ha optimizado la eficacia de esta técnica. El óxido de grafeno (GO) ha demostrado tener un efecto favorable en la calidad de los espectros y en los límites de detección.

En el presente estudio, se empleó el óxido de grafeno (GO) con el propósito de mitigar la autofluorescencia inducida por el licopeno durante las mediciones espectroscópicas Raman. Asimismo, se implementaron algoritmos automatizados de aprendizaje profundo para facilitar el análisis e interpretación de los espectros de manera más eficiente. Los resultados evidencian una mejora significativa en la calidad espectral, así como una representación más precisa de las bandas características del licopeno. Además, se observa una reducción en la autofluorescencia y un aumento en la intensidad de las señales Raman.

En conclusión, la incorporación de materiales como el óxido de grafeno (GO) junto con técnicas computacionales constituye un avance notable en la detección de licopeno a través de la espectroscopía Raman. Este enfoque resulta particularmente relevante en el análisis de muestras reales de frutas y verduras, lo que sugiere nuevas oportunidades para la agroindustria.

Palabras clave: *Licopeno, Espectroscopía Raman, óxido de grafeno, Fluorescencia.*

Referencias

- Ayvaz, H., Santos, A. M., & Rodriguez-Saona, L. E. (2016). Understanding Tomato Peelability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(3), 619–632. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12195>
- Bazrafshan, E., Dadfarnia, S., Haji Shabani, A. M., & Afsharipour, R. (2022). Determination of lamotrigine by fluorescence quenching of N-doped graphene quantum dots after its solid-phase extraction using magnetic graphene oxide. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 267, 120530. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2021.120530>
- Frausto-Avila, M., Ochoa-Elias, M., Manriquez-Amavizca, J. P., González-López, M. del C., Ramírez-García, G., & Quiroz-Juárez, M. A. (2025). Classification of SERS spectra for agrochemical detection using a neural network with engineered features. *Journal of Physics: Photonics*, 7(2), 025022. <https://doi.org/10.1088/2515-7647/adc2bf>

Hara, R., Ishigaki, M., Kitahama, Y., Ozaki, Y., & Genkawa, T. (2018). Excitation wavelength selection for quantitative analysis of carotenoids in tomatoes using Raman spectroscopy. *Food Chemistry*, 258, 308–313. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.089>

Qin, J., Chao, K., & Kim, M. S. (2011). Investigation of Raman chemical imaging for detection of lycopene changes in tomatoes during postharvest ripening. *Journal of Food Engineering*, 107(3–4), 277–288. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2011.07.021>

1^{er} Encuentro “El Cerrito: Ciencia y Patrimonio”
Raíces de Piedra, Voces de Ciencia

Solventes eutécticos profundos para la producción ecológica de nanocelulosa

Emilio Guardado-Ruiz^{1*}, M.E. Trejo-Caballero¹, Alberto Elizalde-Mata¹, Miriam Estévez¹.

¹*Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, UNAM, Boulevard Juriquilla 3001, 76230 Querétaro, Qro., México*

Autor de correspondencia: *emilioguardado1e@gmail.com

Modalidad de presentación: póster.

Resumen



Este estudio explora un enfoque novedoso para valorizar la biomasa de *Sargassum* spp. como fuente renovable para aislar nanocelulosa mediante un enfoque de economía circular, abordando un problema ambiental y económico crítico en el caribe mexicano. Convencionalmente, el aislamiento de nanocelulosa se realiza mediante tratamientos físicos y químicos. Sin embargo, estos métodos a menudo implican productos químicos agresivos y un alto consumo de energía. Para reducir el impacto ambiental, se desarrolló una metodología para aislar nanocelulosa cristalina y nanofibrilada, buscando un proceso con un mínimo de residuos y una reducción significativa de productos químicos peligrosos, utilizando un solvente eutéctico profundo (DES) a base de cloruro de colina y ácido oxálico.

Palabras clave: *Sargassum* spp., Nanocelulosa, DES

Referencias

Elizalde-Mata, A. et al. (2024). Assessment of Caribbean Sargassum species for nanocellulose foams production: An effective and environmentally friendly material to water-emerging pollutants removal. Separation and Purification Technology, 341. <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2024.126627>

Chen, Y., & Mu, T. (2019). Application of deep eutectic solvents in biomass pretreatment and conversion. Green Energy & Environment, 4(2), 95–115. <https://doi.org/10.1016/J.GEE.2019.01.012>

A. Elizalde-Mata, et al. (2025) Sustainable production of nanocrystalline cellulose from Sargassum spp. biomass via deep eutectic solvents: A comparative study of green methodologies J. Environ. Chem. Eng. **13**, 120215. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2025.120215>

1^{er} Encuentro “El Cerrito: Ciencia y Patrimonio”

Raíces de Piedra, Voces de Ciencia

Nanofibras CaCO_3 enriquecidas con Hidroxiapatita y Chabasita Mexicana: Mejora de la mineralización in vitro en HBSS

Dorian F. Cañon-Davila^{1,*}, Susana Meraz-Davila², Angélica M. Castillo-Paz¹, Martín Adelaido Hernandez-Landaverde¹, Mario E. Rodriguez-Garcia³, Rafael Ramirez-Bon¹

¹Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Querétaro,
Apdo. Postal 1-798. Querétaro, Qro., C.P. 76230. México

²Universidad Politécnica de Santa Rosa Jáuregui, Querétaro C.P. 76220, México

³Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Campus
Juriquilla, Querétaro, Qro., 76230, México

Autor de correspondencia: *dorianfcd@gmail.com

Modalidad de presentación: póster.

Resumen

En este estudio se sintetizaron fibras de carbonato de calcio (CaCO_3) mediante electrohilado sin aguja, empleando alcohol polivinílico (PVA) y acetato de calcio (CaAc) como precursores, e incorporando hidroxiapatita (HAp) y chabasita (Cha) con el fin de evaluar su comportamiento estructural y bioactividad [1,2]. Las fibras calcinadas a 450 °C se caracterizaron mediante FTIR, SEM-EDS, TEM y análisis de difracción de rayos X (XRD) con refinamiento de Rietveld. La bioactividad se evaluó por inmersión en solución balanceada de Hank (HBSS) durante 3, 7, 14, 21 y 28 días. XRD permitió observar que las muestras de CaCO_3 mostraron planos característicos de la fase calcita que disminuyeron gradualmente con el tiempo de inmersión, acompañados del incremento de los planos correspondientes a hidroxiapatita, confirmando la conversión completa de calcita a HAp después de 28 días. En el sistema CaCO_3 -HAp, el análisis mediante XRD evidenció la coexistencia inicial de ambas fases ($\approx 60\%$ CaCO_3 y 40% HAp) y la transformación total hacia HAp en solo 7 días, lo que demuestra que la HAp incorporada actúa como punto de nucleación que favorece la formación y crecimiento de la capa de apatita. En las muestras CaCO_3 -HAp-Cha, los patrones de difracción antes de la inmersión mostraron planos de

calcita, HAp y chabacita cálcica, cuya intensidad disminuyó después de la inmersión debido a los procesos de disolución e intercambio iónico $\text{Ca}^{2+}/\text{Na}^{+}$ con el medio [3], mitigando la formación de halita (NaCl) y estabilizando la fase fosfatada. El análisis FTIR mostró la aparición de bandas $\nu_1 \text{PO}_4^{3-}$ y $\nu_4 \text{PO}_4^{3-}$ propias de apatita [4,5], mientras que SEM reveló morfologías tipo coliflor características de apatita carbonatada. En conclusión, la HAp actúa como sitio de nucleación para la formación de apatita, mientras que la chabacita mitiga la precipitación de sales, contribuyendo a un proceso de mineralización más controlado y estable en medios fisiológicos simulados.

Palabras clave: CaCO_3 , hidroxiapatita, bioactividad, zeolita.

Referencias

- [1] Cañon-Davila, D. F., Meraz-Davila, S., Castillo-Paz, A. M., Ramirez-Gutierrez, C. F., Rodriguez-Garcia, M. E., & Ramirez-Bon, R.. Structural, optical, thermal, and photocatalytic properties of electrospun calcium carbonate fibers synthesized from polyvinyl alcohol-calcium acetate precursors. *Ceramics International*, **2025**, 51(3), 3736-3749.
- [2] Cañon-Davila, D. F., Meraz-Davila, S., Castillo-Paz, A. M., Hernandez-Landaverde, M. A., Rodriguez-Garcia, M. E., & Ramirez-Bon, R. In vitro immersion study in Hank's balanced salt solution (HBSS) of electrospun CaCO_3 fibers, and CaCO_3 fibers with embedded hydroxyapatite (HAp), and with HAp and chabazite (Cha). *Ceramics International*. **2025**, In Press, Corrected Proof
- [3] Barrer, R. M.; Klinowski, J. Influence of framework charge density on ion-exchange properties of zeolites. *Journal of the Chemical Society, Faraday Transactions 1: Physical Chemistry in Condensed Phases*. **1972**, 68, 1956-1963.
- [4] Castillo-Paz, A. M., Londoño-Restrepo, S. M., Ortiz-Echeverri, C., Ramirez-Bon, R., & Rodriguez-García, M.E. (). Physicochemical properties of 3D bovine natural scaffolds as a function of the anterior-posterior, lateral and superior-inferior directions. *Materialia*. **2021**, 16, 101100.
- [5] Forero-Sossa, P. A., Salazar-Martínez, J. D., Giraldo-Betancur, A. L., Segura-Giraldo, B., & Restrepo-Parra, E. (). Temperature effect in physicochemical and bioactive behavior of biogenic hydroxyapatite obtained from porcine bones. *Scientific Reports*, **2021**, 11(1), 11069.

1^{er} Encuentro “El Cerrito: Ciencia y Patrimonio”

Raíces de Piedra, Voces de Ciencia

Evaluation of thermo-alkaline treatment in the release of dietary fiber from corn cobs (*Zea mays* L.) and its incorporation into tortillas as a model food

¹María G. Nieves-Hernández, ¹Ma. Estella Vazquez-Barrios, ¹Oscar Y. Barrón-García ²Elsa Gutierrez-Cortez, ¹Edgar A. Esquivel-Fajardo, ¹Marcela Gaytán-Martínez, ¹Brenda. L. Correa-Piña, ³Mario E. Rondriquez-Garcia*

¹ Research and Graduate Program in Food Science, School of Chemistry, Universidad Autónoma de Querétaro, Cerro de las Campanas S/N. Col. Centro, 76010, Qro., Mexico,

² Laboratorio de Procesos en Ingeniería Agroalimentaria. Unidad de Investigación Multidisciplinaria (UIM). Universidad Nacional Autónoma de México, FES-Cuautitlán, Cuautitlán Izcalli, C.P.54714, México,

³Departamento de Nanotecnología, Centro de Física Aplicada y Tecnología Avanzada, Universidad Nacional Autónoma de México, Campus Juriquilla, Querétaro, Qro., CP. 76230, México

Autor de correspondencia: *marioga@fata.unam.mx

Modalidad de presentación: póster.

Resumen

Corn cob, a major agricultural by-product of maize, are often discarded despite being rich in cellulose, hemicellulose, and lignin. Their high fiber content makes them a promising ingredient for the development of value-added food products. The aim of this study was to evaluate the potential of nixtamalized and non-nixtamalized corn cob flours as dietary fiber sources and to assess their physicochemical and structural properties relevant to food applications.

Proximal compositional analysis, conducted exclusively on the corn cob flours, revealed that both treatments preserved a high fiber content (>41%) with minimal variation in protein and fat. Ash content slightly increased upon nixtamalization, suggesting mineral enrichment. X-ray fluorescence (XRF) confirmed the presence of potassium, silicon, calcium, and phosphorus as dominant elements, with similar trends between samples. X-ray diffraction (XRD) patterns showed typical cellulose I and II crystalline structures, more defined in nixtamalized samples.

Vibrational analysis by FTIR revealed characteristic peaks associated with polysaccharides and lignocellulosic compounds, confirming the structural integrity of dietary fibers after processing. RVA pasting profiles, using model starch systems, showed that increasing concentrations of corn cob flour (3–12%) led to a progressive decrease in peak and final viscosity. This behavior is attributed to starch dilution and physical interference from insoluble fiber, which may enhance dough handling and reduce gelatinization energy without compromising functionality.

These results support the use of corn cob flour—especially after thermo-alkaline treatment—as a viable strategy to enhance the nutritional value of maize-based products while promoting agro-industrial waste valorization within sustainable food systems.

Palabras clave: Corn cob, Nixtamalization, Dietary Fiber, Functional Properties

Referencias

AOAC (2000). Official Methods of Analysis of AOAC International. (17th ed). AOAC, Gaithersburg MD, USA.

Abidi, N., Cabrales, L., & Haigler, C. H. (2014). Changes in the cell wall and cellulose content of developing cotton fibers investigated by FTIR spectroscopy. *Carbohydrate Polymers*, 100, 9-16. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2013.01.074>

Azubuike, C. P., & Okhamafe, A. O. (2012). Physicochemical, spectroscopic and thermal properties of microcrystalline cellulose derived from corn cobs. *International journal of recycling of organic waste in agriculture*, 1, 1-7. <http://www.ijrowa.com/content/1/1/9>

Birt, D. F., Boylston, T., Phillips, G. J., Hendrich, S., Rowling, M., Jane, J. L., Schallinske, K., Hollis, J., Scott, M. P., Li, L., McClelland, J., Whitley, E. M. & Moore, S. (2013). Resistant starch: Promise for improving human health. *Advances in Nutrition*, 4, 587–601. <https://doi.org/10.3945/an.113.004325>.

Cameron, D. K., & Wang, Y. J. (2006). Application of protease and high-intensity ultrasound in corn starch isolation from degermed corn flour. *Cereal Chemistry*, 83(5), 505–509. <http://dx.doi.org/10.1094/CC-83-0505>.

Castro-Campos, F. G., Morales-Sánchez, E., Cabrera-Ramírez, A. H., Martínez, M. M., Rodríguez-García, M. E., & Gaytán-Martínez, M. (2023). High amylose starch thermally processed by ohmic heating: Electrical, thermal, and microstructural characterization. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 103417. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2023.103417>.

Cervantes-Ramírez, J. E., Cabrera-Ramírez, A. H., Morales-Sánchez, E., Rodríguez-García, M. E., Reyes-Vega, M. de la L., Ramírez-Jiménez, A. K., Contreras-Jiménez, B. L., & Gaytán-Martínez, M. (2020). Amylose-lipid complex formation from extruded maize starch mixed with fatty acids. *Carbohydrate Polymers*, 246(15), 116555. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116555>.

Chen, L., Liu, R., Qin, C., Meng, Y., Zhang, J., Wang, Y., & Xu, G. (2010). Sources and intake of resistant starch in the Chinese diet. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 19(2), 274-282.

- Domene-López, D., García-Quesada, J. C., Martín-Gullón, I., & Montalbán, M. G. (2019). Influence of starch composition and molecular weight on physicochemical properties of biodegradable films. *Polymers*, 11, 1084. <https://doi.org/10.3390/polym11071084>.
- Dorantes-Campuzano, M. F., Palacios-Rojas, N., Cabrera-Ramírez, A. H., Preciado-Ortiz, R. E., Rodríguez-García, M. E., Luzardo-Ocampo, I., & Gaytán Martínez, M. (2022). Effect of maize processing on amylose-lipid complex in pozole, a traditional Mexican dish. *Applied Food Research*, 2, 100078. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100078>.
- Esquivel-Fajardo, E. A., Martínez-Ascencio, E. U., Oseguera-Toledo, M. E., Londoño-Restrepo, S. M., & Rodríguez-García, M. E. (2022). Influence of physicochemical changes of the avocado starch throughout its pasting profile: Combined extraction. *Carbohydrate Polymers*, 281, 119048. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.119048>.
- Gutiérrez-Cortez, E., Hernández-Becerra, E., Londoño-Restrepo, S. M., Millan-Malo, B. M., Morales-Sánchez, E., Gaytán-Martínez, M., & Rodríguez-García, M. E. (2022). Changes in the physicochemical properties of maize endosperm, endosperm fractions, and isolated starches because of nixtamalization. *Journal of Cereal Science*, 108, 103583. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2022.103583>.
- Hasjim, J., Ai, Y., & Jane, J. L. (2013). Novel applications of amylose-lipid complex as resistant starch type 5. In Y. C. Shi, & C. C. Maningat (Eds.), *Resistant starch*, Chapter 4, (pp 79– 94). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Huang, Q., Chen, X., Wang, S., & Zhu, J. (2020). Amylose–Lipid Complex. In: S. Wang, (Ed.), *Starch Structure, Functionality and Application in Foods*. (pp. 57–76). Singapore: Springer.
- Jawad, A. H., Mohammed, S. A., Mastuli, M. S., & Abdullah, M. F. (2018). Carbonization of corn (*Zea mays*) cob agricultural residue by one-step activation with sulfuric acid for methylene blue adsorption. *Desalination and Water Treatment*, 118(3), 342-351.
- Li, X., Wang, C., Lu, F., Zhang, L., Yang, Q., Mu, J., & Li, W. (2015). Physicochemical properties of corn starch isolated by acid liquid and l-cysteine. *Food Hydrocolloids*, 44(2), 353-359. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.09.003>.
- Li, W., Zhou, Z., Fan, S., Cai, X., Chen, J., Zhang, Y., & Liang, J. (2021). Formation of type 3 resistant starch from mechanical activation-damaged high-amylose maize starch by a high-solid method. *Food Chemistry*, 363, 130344. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.130344>.
- Quintanar-Guzmán, A., Jaramillo-Flores, M. E., Solorza-Feria, J., Méndez-Montevalvo, M. G., & Wang, Y. J. (2011). Rheological and thermal properties of masa as related to changes in corn protein during nixtamalization. *Journal of Cereal Science*, 53(1), 139–147. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2010.11.005>.