

Elaboración de materiales sustentables inteligentes usando almidón modificado y cúrcuma

Diana Maricruz Perez Santos^{1*}, Marisol Domínguez Martínez¹, Nimrod Vázquez Nava², Ana Laura Martínez-Hernández¹, Gonzalo Velásquez de la Cruz³, Perla Elvia García-Casillas⁴, Carlos Velasco Santos¹.

¹ Laboratorio de Materiales y Nanotecnología, División de Estudios de Posgrado e Investigación; Tecnológico Nacional de México campus Querétaro, 76000, Querétaro, Querétaro, México

² Laboratorio de electrónica, Departamento de Ingeniería Electrónica; Tecnológico Nacional de México campus Celaya, 38010, Celaya, Guanajuato, México

³ Laboratorio de fisicoquímica de alimentos, Departamento de Biotecnología, Centro de Investigación en Tecnología Avanzada y Ciencia Aplicada unidad Querétaro, CICATA-IPN, 76090, Querétaro, Querétaro, México

⁴ Laboratorio de Materiales Avanzados. Departamento de Materiales Avanzados, Centro de Investigación en Química Aplicada, 25294, Saltillo, Coahuila, México

*Autor de correspondencia: diana.maricruz.dmps@gmail.com; Tel.: +52 4423704802

Desarrollo sustentable (Materiales sustentable). **Ponencia Presencial.**

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

Palabras clave: materiales sustentables, campos eléctricos pulsados, empaques almidón inteligentes

Introducción. Globalmente se estima que el 30% de los productos alimenticios elaborados se desperdician durante su cadena de distribución (Chen et al., 2020). El uso de materiales inteligentes para la elaboración de empaques alimenticios nos permite conocer de acuerdo su funcionalidad el estado del alimento en tiempo real en cada etapa de su distribución, detectando factores que puedan dañar al alimento. La falta de competitividad de los materiales biodegradables contra aquellos provenientes de derivados del petróleo para la elaboración de empaques de alimentos se debe entre otros factores a su baja calidad (Oluba et al., 2021). En el caso de las películas plásticas elaboradas a partir de almidón, el emplear almidones modificados favorece la calidad final. Sin embargo, esto puede impactar el costo. Por lo cual este proyecto tiene como objetivo elaborar almidones modificados a medida usando la técnica de campos eléctricos pulsados (PEF), tecnología no térmica que permite modificar gránulos de almidón de manera rápida y libre de químicos (Castro et al., 2023), para posteriormente usarlo como matriz en la elaboración de películas inteligentes que usarán polvo de cúrcuma como indicador de los cambios en el pH. Las películas obtenidas son una opción factible para su uso comercial en la elaboración de empaques alimenticios ya que proporcionan la funcionalidad de monitorear en tiempo real el estado de un alimento durante la cadena de suministro en base a sus variaciones de pH.

Materiales y Métodos. Para este proyecto se llevó a cabo la modificación de los almidones de papa y tapioca usando PEF. Se prepararon muestras con 2 g almidón y 20 ml de agua dentro de bolsas de plástico herméticas, las cuales fueron colocadas entre los electrodos del equipo PEF. Se realizaron tratamientos a las muestras variando el valor del campo eléctrico (1,3,5,9, y 11.5 Kv/cm) por un periodo de 10 min cada muestra. Posteriormente fueron elaboradas películas de almidón usando una variación a la técnica de Romero Bastida (2016) en la cual se hace un vertido en placa de una mezcla de 4g de almidón modificado con PEF, 100 ml de agua y 1.2 g de glicerol calentada a 65°C por 5 minutos. Cada película fue obtenida después de 48 horas de secado a temperatura ambiente. Se seleccionó el mejor almidón y tratamiento que nos permitiera tener una película plástica con características similares a los plásticos comerciales que se usan en la fabricación de empaques alimentarios. Para adicionar la funcionalidad del cambio de color en función del pH, durante la elaboración de películas se añadió 1% de polvo de cúrcuma en base al contenido de almidón. Para comprobar esta nueva particularidad del material se realizó una evaluación con soluciones de distintos pH. La caracterización de las películas se realizó mediante calorimetría diferencial de barrido, espectroscopia infrarroja, isothermas de adsorción y análisis de color.

Resultados. Los resultados de calorimetría diferencial de barrido y espectrometría infrarroja dejaron en claro que hay un efecto del PEF sobre los almidones modificados. Resultando en una disminución considerable de las temperaturas de gelatinización y una disminución en la relación de bandas características 1047/1017 respectivamente. El tratamiento más efectivo para elaboración de películas fue el tratado a 9Kv/cm en almidón de tapioca. Las isothermas de adsorción nos dio información con respecto al efecto de la humedad sobre las características de las películas obtenidas y como puede esta puede afectar su funcionalidad. En cuanto a la eficacia de cúrcuma para el cambio de color en función del pH demostró ser efectivo para pH básicos (pH \geq 8) cambiando de un color amarillo a rojo.

Conclusiones. La técnica PEF es una opción para modificar físicamente los gránulos de almidón de forma sencilla y rápida. Así mismo, los almidones modificados con PEF proporcionan características favorables para la elaboración de películas plásticas aprovechando el uso de almidones nativos. La cúrcuma como agente de cambio de color es rentable para alimentos que cambien de un pH neutro a uno básico. Lo encontrado en el presente proyecto sienta las bases para futuras investigaciones que busquen eliminar las fechas de caducidad sugeridas en los envases de alimentos por un sensor de pH que monitoree en tiempo real la inocuidad del alimento.

Bibliografía.

- Castro, L. M. G., Alexandre, E. M. C., Saraiva, J. A., & Pintado, M. (2023). Starch Extraction and Modification by Pulsed Electric Fields. *Food Reviews International*, 39(4), 2161-2182. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1945620>
- Chen, S., Brahma, S., Mackay, J., Cao, C., & Aliakbarian, B. (2020). The role of smart packaging system in food supply chain. *Journal of Food Science*, 85(3), 517-525. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/1750-3841.15046>
- Oluba, O. M., Obi, C. F., Akpor, O. B., Ojeaburu, S. I., Ogunrotimi, F. D., Adediran, A. A., & Oki, M. (2021). Fabrication and characterization of keratin starch biocomposite film from chicken feather waste and ginger starch. *Scientific Reports*, 11(1), 8768. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-88002-3>
- Romero Bastida, C. A. (2016). Efecto del contenido de amilosa en la estructura y propiedades funcionales de películas de almidón con nanopartículas. Instituto Politécnico Nacional, Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada, Unidad Querétaro, Querétaro.]. *DSpace Repository*. <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/24489>