

MATERIALES SUSTENTABLES MICRO Y NANOCOMPUESTOS DERIVADOS DE SUBPRODUCTOS AGROINDUSTRIALES Y SUS APLICACIONES

García, María Alejandra

Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), CONICET-UNLP-CIC, Buenos Aires, Argentina.

Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata (UNLP), Buenos Aires, Argentina.

magarcia@quimica.unlp.edu.ar

PALABRAS CLAVE: Materiales biodegradables, Aprovechamiento de subproductos agroindustriales, Películas nanocompuestas, Aplicaciones alimentarias y agronómicas.

SUSTAINABLE MICRO AND NANOCOMPOSITE MATERIALS DERIVED FROM AGRO-INDUSTRIAL BY-PRODUCTS AND THEIR APPLICATIONS

KEYWORDS: Biodegradable materials, Use of agro-industrial by-products, Nanocomposite films, Food and agricultural applications.

El aprovechamiento de subproductos industriales es una temática en auge y que cobra relevancia no sólo económica sino académica. En este trabajo se explora el uso de diferentes subproductos agroindustriales como fuentes de biopolímeros para el desarrollo de materiales micro-reforzados, nanocompuestos o activos. Con relación al estado del arte se exponen algunos de los avances más relevantes de la temática que involucren el aprovechamiento de subproductos y residuos para el desarrollo de materiales sustentables y su puesta en valor en el marco de la economía circular. Como contribución relevante a este enfoque, la reutilización de residuos agrícolas constituye un aporte además en la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero. Asimismo, a nivel mundial y particularmente en la UE se ha avanzado en la legislación que restringe e incluso, en algunos casos, prohíbe el uso de plásticos no biodegradables de un solo uso [1]. En nuestro país los avances son incipientes estando vigente, desde 2009 en la Provincia de Buenos Aires, la ley que prohíbe el uso de bolsas plásticas en supermercados. Las aplicaciones en el área de materiales presentadas aportan en este sentido ya que se plantean diferentes estrategias de obtención de materiales y componentes biodegradables que permitan el envasado de alimentos utilizando insumos eco-compatibles.

Se detallan los resultados obtenidos referentes al uso del bagazo de mandioca como refuerzo de materiales eco-compatibles a base de almidón, evaluando su potencialidad en aplicaciones agronómicas específicas. Las películas reforzadas presentaron una mayor opacidad y capacidad de barrera-UV que las películas control, observándose durante el almacenamiento en ambos casos una ligera disminución de la transparencia.

Las películas biodegradables de almidón de mandioca sin agregado de fibra mostraron un aumento marcado del módulo elástico y la tensión máxima en la ruptura, así como una disminución de la elongación al cabo de 60 días de exposición a ciclos de luz UV-visible. El aumento observado en la rigidez de los materiales desarrollados durante el almacenamiento se correlacionó con los cambios observados en la cristalinidad del material. Los resultados obtenidos indican que los materiales desarrollados sufren envejecimiento en las condiciones antes mencionadas, siendo este efecto menor en las películas reforzadas. Además, en todos los casos se demostró la biodegradabilidad de los

materiales desarrollados, requiriendo las películas reforzadas con 1,5% de fibra 43 días para su completa biodegradación y 25,5 días las películas control (Figura 1). Por tanto, estos materiales serían adecuados para cobertura de suelos (*mulching*) en cultivos de ciclo corto.

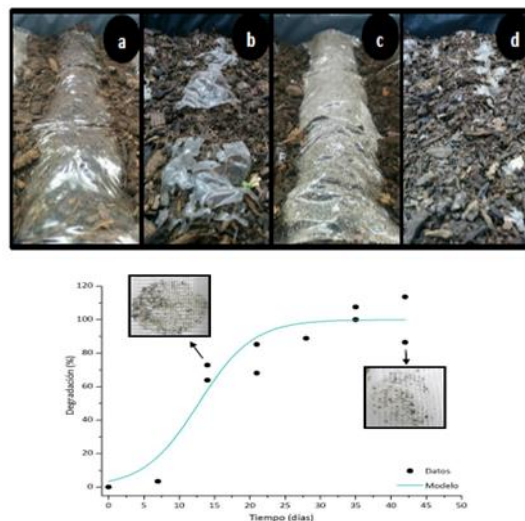


Figura 1: Aplicación agronómica como mulching de películas de almidón de mandioca a) control y c) reforzadas con 1,5% de bagazo a tiempo inicial (a y c) y luego de 21 días a la intemperie (b y d). Biodegradación en compost de películas de almidón de mandioca reforzadas con 1,5% de bagazo en función del tiempo (e).

Además, se presentan los avances registrados con relación al aprovechamiento de subproductos de la industria cítrica como fuente de compuestos con capacidad antioxidante y antimicrobiana para el desarrollo de envases activos biodegradables para la conservación de arándanos. En la Figura 2 se muestra la efectividad de los envases desarrollados a partir de almidón de maíz y quitosano, conteniendo extracto de semillas de pomelo con actividad antimicrobiana, en el control de la incidencia de podredumbre por *Botrytis cinérea*, principal limitante de la vida útil de los arándanos, en comparación con el uso de los envases sintéticos tradicionales (*clamshell*). No se observaron diferencias entre las películas biodegradables debido a la acción antifúngica del quitosano.

Asimismo, se detallan algunas aplicaciones de materiales nanocompuestos obtenidos a partir de almidón con inclusión de

nanopartículas de plata (AgNPs) obtenidas por síntesis química verde. Las nanopartículas se sintetizaron en la formulación filmogénica (*in situ*) utilizando reductores naturales y a partir de jugo de limón [1]. La efectividad de estos materiales nanocompuestos como envases de alimentos se demostró para muestras de queso (Figura 2). Se obtuvieron AgNPs por ablación láser las que presentaron efectos citotóxicos.

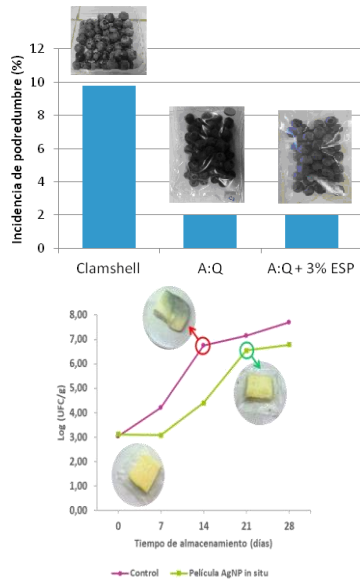


Figura 2. a) Incidencia de podredumbre en arándanos envasados en envase comercial (Clamshell) y biodegradables obtenidos con películas de almidón y quitosano (A:Q) y películas activas con extracto de semillas de pomelo (A:Q + 3% ESP). b) Recuentos (Log UFC/g) para muestras de queso envasadas con películas sintéticas (control) y nanocompuestas conteniendo 143 ppm de AgNP *in situ*, almacenadas a 4 °C.

Por otra parte, se exponen los avances realizados en el desarrollo de bioadhesivos para el desarrollo de envases alimentarios y su aplicación en la fabricación de paneles sustentables a partir de residuos de la industria forestal. El almidón se utiliza como adhesivo en una amplia gama de productos, incluyendo aglutinantes, material de encolado, pegamentos y pastas. El agregado de ácidos policarboxílicos, como el ácido cítrico y el butano tetracarboxílico, resultó ser es una opción ecológicamente viable para modificar las propiedades de las suspensiones de almidón contribuyendo a mejorar la capacidad adherente de las formulaciones desarrolladas [1].

Finalmente, los biomateriales desarrollados podrían identificarse y distinguirse con el Sello Bioproducto Argentino que el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación otorga desde septiembre de 2019.

REFERENCIAS

[1] Versino, F., Ortega, F., Monroy, Y., Rivero, S., López, O.V., García, M.A. Sustainable and Bio-Based Food Packaging: A Review on Past and Current Design Innovations. *Foods* 2023, 12, 1057. <https://doi.org/10.3390/foods12051057>