

## COMPOSTABILIDAD DE PELÍCULAS BIODEGRADABLES PARA USO AGRONÓMICO

H. Alejandro Anzorena<sup>1</sup>, Olivia V. López<sup>2,3</sup>, Mario D. Ninago<sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria (FCAI). Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo), Bernardo de Irigoyen 375, San Rafael (5600), Mendoza, Argentina. [aleanzorena98@gmail.com](mailto:aleanzorena98@gmail.com)

<sup>2</sup> Planta Piloto de Ingeniería Química (PLAPIQUI-CONICET), Camino La Carrindanga Km7, (8000) Bahía Blanca, Argentina.

<sup>3</sup> Departamento de Química. Universidad Nacional del Sur (UNS), Av. Alem 1253, (8000), Bahía Blanca, Argentina.

<sup>4</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Godoy Cruz 2290, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, (C1425FQB), Buenos Aires, Argentina.

### ABSTRACT

La producción frutihortícola en Argentina resulta relevante gracias a las condiciones agroecológicas presentes en diversas zonas de su territorio. Un sistema de producción hortícola sustentable en el tiempo implica que, mediante el manejo racional de los recursos naturales, se produzcan alimentos sanos y abundantes, manteniendo la fertilidad del suelo. En este contexto, la utilización de mantos agrícolas biodegradables es una práctica que se enmarca en el concepto de producción hortícola sustentable. En este trabajo, se prepararon películas biodegradables de almidón por el método de moldeo y deshidratación, empleando almidón de mandioca como biopolímero y bentonita como agente de refuerzo. Por otra parte, la degradación de las películas se monitoreó a partir de ensayos de compostaje en un sustrato de tierra fértil, y mediante ensayos gravimétricos, se determinó el porcentaje de pérdida de masa luego de 91 días de ensayo, para las películas en presencia y ausencia del agente de refuerzo.

### 1. INTRODUCCIÓN

El empleo de mantos protectores en suelos agrícolas tiene como finalidad disminuir la pérdida de agua por evaporación, evitar el crecimiento de malezas y el contacto de las hortalizas con el suelo, permitiendo lograr un mejor uso de los recursos naturales y aumentar la producción y el rinde de los cultivos (Sintim & Flury, 2017). Estos recubrimientos son fabricados principalmente a partir de polímeros sintéticos como el polietileno. Sin embargo, luego de finalizado el ciclo de cultivo, deben ser removidos y descartados de forma adecuada. Así, surge la necesidad de reemplazar estos polímeros sintéticos por alternativas más ecológicas. En este contexto, el almidón es un candidato prometedor debido a su capacidad formadora de película, bajo costo y alta disponibilidad. Sin embargo, las películas obtenidas a partir de este biopolímero resultan frágiles, se degradan rápidamente y presentan pobres propiedades mecánicas. Por lo tanto, para mejorar el desempeño mecánico y la durabilidad de estas películas se añaden plastificantes y agentes de refuerzo.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el desempeño mecánico y la compostabilidad de películas a base de almidón de mandioca y partículas de bentonita con el propósito de emplearlas como películas de uso agronómico.

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

A partir de suspensiones de almidón de mandioca al 5% m/v y almidón de mandioca con bentonita al 5% p/p, se

prepararon películas de almidón (AM) y almidón-bentonita (AM-B). La gelatinización de las suspensiones se realizó a 90 °C durante 10 minutos. Una vez enfriadas las suspensiones, se agregó glicerol al 30% p/p y se procedió a volcar las suspensiones sobre placas de acrílico (160 x 90 x 5 mm). Las películas obtenidas se secaron en estufa a 60 °C durante 24hs, y se acondicionaron a una humedad relativa del 60%, de acuerdo a la metodología reportada por Anzorena *et al.* (2019).

El espesor de las películas se determinó mediante el uso de un medidor digital de espesores (Microprocessor CM-8822). Mediante ensayos mecánicos de tracción, se evaluó el desempeño de las películas empleando un Analizador de Texturas (TA-XT2i-Texture Analyser), siguiendo la norma ASTM (D882).

La compostabilidad de los materiales se evaluó mediante ensayos de pérdida de peso, siendo uno de los métodos más simples para analizar recubrimientos protectores biodegradables. La desintegración de los mismos se evaluó enterrando probetas de 60 x 20 mm entre dos capas de un sustrato comercial (masa conocida de tierra fértil) dentro de un recipiente opaco a temperatura y humedad controladas. Cada 7 días se extrajo una muestra del recipiente, hasta completar los 91 días de compostaje. El porcentaje de pérdida de peso de las películas se calculó siguiendo la ecuación propuesta por Genovese *et al.* (2014).

$$\% \text{ Peso perdido} = \frac{m_i - m_f}{m_i} \times 100 \quad (1)$$

donde  $m_i$  y  $m_f$  corresponden a la masa seca de la película al inicio y al final del ensayo de compostaje, respectivamente.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las películas obtenidas resultaron flexibles y fáciles de manipular, observándose un pequeño incremento en el espesor de la película con 5% de relleno (Tabla 1). Este incremento puede atribuirse al carácter laminar e hidrofílico del relleno que permite retener una mayor cantidad de agua dentro de la matriz, incrementando el espesor final. Por otra parte, para evaluar el efecto reforzante del relleno en la matriz de almidón, se estudiaron las propiedades mecánicas de las películas. A partir de curvas de tensión-deformación, se observó que en las películas AM-B, la presencia del relleno aumentó la rigidez de la red, generando una estructura más ordenada que disminuye la capacidad de movimiento de las cadenas del polisacárido. Este efecto se vio reflejado en el incremento del valor de máxima tensión a la tracción, así como en la disminución en el máximo porcentaje de deformación (Tabla 1).

Tabla 1. Propiedades mecánicas de las películas de almidón

Muestra	Espesor ( $\mu\text{m}$ )	Esfuerzo de Tensión (MPa)	Deformación (%)
AM	146,2 $\pm$ 1,1	4,3 $\pm$ 0,7	24,0 $\pm$ 4,9
AM-B	152,2 $\pm$ 3,7	5,9 $\pm$ 0,8	18,3 $\pm$ 2,1

En la Figura 1, se muestra la pérdida de peso durante el proceso de compostaje de las películas de almidón (AM) y almidón con relleno mineral (AM-B).

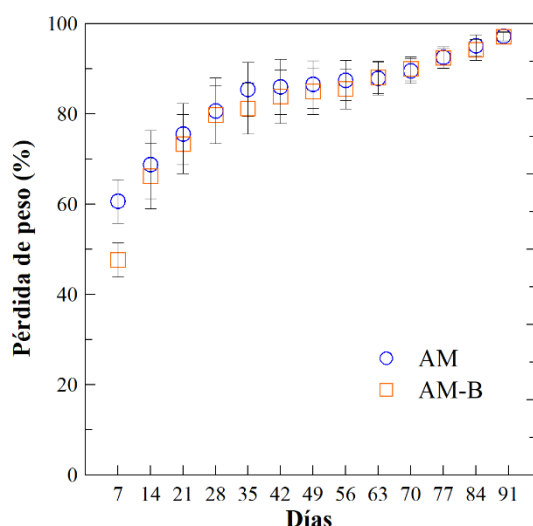


Figura 1. Evolución de la desintegración de las películas de AM y AM-B, durante el ensayo de compostaje.

Como se puede observar, ambas películas son mineralizadas en el sustrato orgánico debido a la acción de los microorganismos presentes que cortan las cadenas moleculares del almidón. En este sentido, Miles *et. al*, (2017) reportaron que los microorganismos presentes en sustratos orgánicos pueden incorporar cadenas moleculares de

almidón de menor tamaño como parte de su proceso metabólico celular. Asimismo, la presencia de partículas de arcilla en la matriz de almidón produjo una ligera disminución durante la primera semana de compostaje. Perotti *et. al* (2017) atribuyeron el descenso en la velocidad de degradación a dos factores: (i) a las interacciones de las partículas de arcilla con la membrana celular de los microorganismos perjudican el crecimiento de las mismas y (ii) a la posibilidad que tienen las arcillas de capturar iones esenciales del medio, conocido como efecto corona, que provoca una disminución en los nutrientes disponibles, ralentizando el proceso de biodegradación. Por otra parte, en el período comprendido entre los días 30 y 60 se produce una reducción de la velocidad de mineralización, siendo la pérdida de masa mucho más lenta. Finalmente, superados los 60 días de compostaje, las películas sufren una lenta degradación hasta perder ~97% de su masa a los 91 días.

### 4. CONCLUSIÓN

Mediante la técnica de moldeo y deshidratación es posible obtener películas de almidón de mandioca plastificadas con glicerol y bentonita como agente de refuerzo. El agregado de un agente de refuerzo mejora en el desempeño mecánico final de las películas de almidón. Por otra parte, los ensayos de compostaje, muestran que el agregado de bentonita ralentiza el proceso de degradación de las películas durante los primeros 7 días de compostaje.

### 5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET, Argentina), al Fondo para la investigación Científica y Tecnológica (FONCYT, Argentina) (PICT-2016-0181), a la Universidad Nacional de Cuyo (UNCuyo, Argentina) (SIIP 06/L030-B) y a la Universidad Nacional del Sur (UNS, Argentina) (PGI 24/ZQ18), por el apoyo económico brindado para realizar esta investigación.

### 6. BIBLIOGRAFÍA

- Anzorena H. A., López Olivia V., Ninago M.D. Biocompuestos flexibles de almidón para la protección de suelos de uso agrícola. XXII Congreso Argentino de Físicoquímica y Química Inorgánica. La Plata, Argentina, Tomo 1, 550, Abril, **2021**.
- Genovese, L., Gigli, M., Lotti, N., Gazzano, M., Siracusa, V., Munari, A., & Dalla Rosa, M., *Ind. Eng. Chem. Res.*, 53 (27), pp. 10965-10973, **2014**.
- Miles, C., DeVetter, L., Ghimire, S., & Hayes, D., *HortScience*, 52 (1), pp 10-15, **2017**.
- Perotti, G. F., Kijchavengkul, T., Auras, R. A., & Constantino V.R.L., *J. Braz. Chem. Soc.*, 28 (4) pp 649-658, **2017**.
- Sintim, H. Y., Flury, M., *Environ. Sci. Technol.*, 51(3), pp 1068-1069, **2017**.