

## DESARROLLO DE AGROPLÁSTICOS CON CAPACIDAD FERTILIZANTE

Victor Willner<sup>(1)</sup>, Paula Belen Linares<sup>(1,2)</sup>, Luciana Andrea Castillo<sup>(1,2)</sup>, Silvia Elena Barbosa<sup>(1,2)</sup>

(1) Departamento de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Sur (UNS), Bahía Blanca, Argentina. (2) PLAPIQUI (UNS-CONICET), Bahía Blanca, Argentina.  
plinares@plapiqui.edu.ar

### Introducción

El mulching plástico es una técnica ampliamente utilizada en el sector agrícola y en jardinería, principalmente, para proteger al suelo de la acción de la intemperie. Además, permite retener el calor en el suelo y mantener la humedad, favoreciendo a una cosecha precoz, estimulando un crecimiento más rápido e incrementando el rendimiento de los cultivos. Las coberturas plásticas de color negro son las más empleadas debido a que evitan el desarrollo de malezas, además de ser más estables y durables en condiciones de campo (Kasirayan y Ngouajio, 2012). Particularmente, cuando se utiliza mulching en suelos agotados, el suministro de macro o micronutrientes es fundamental para el desarrollo del cultivo. A pesar de que los micronutrientes son elementos que se requieren en cantidades mínimas, la presencia de los mismos permite que se lleven a cabo funciones trascendentales para el crecimiento y el desarrollo de las plantas. Como consecuencia, la deficiencia de estos nutrientes provoca un descenso en la productividad de los cultivos (Tripathi et al., 2015).

El objetivo de este trabajo es desarrollar películas plásticas de bajo costo para ser empleadas como mulching, que tengan la capacidad de liberar micronutrientes de forma controlada en función de la deficiencia nutricional del suelo y de los requerimientos específicos de los cultivos en tiempos reales de cosecha.

### Materiales y métodos

Poliétileno lineal de baja densidad (PE) se aditivó con negro de humo (NH) en un extrusor de doble tornillo, empleando la misma concentración de NH (5,5 % p/p) que las películas comerciales utilizadas para mulching. Con este material y mediante termocompresión, se prepararon películas (PENH) de espesores homogéneos (120  $\mu\text{m}$ ). Estas películas se modificaron superficialmente con carbonato de calcio (PENH-C). Teniendo en cuenta que las partículas actuarán como vehículo de los micronutrientes, se evaluó la distribución de las partículas sobre su superficie empleando microscopía electrónica de barrido (SEM). La cantidad de carbonato de calcio se cuantificó mediante análisis termogravimétrico (TGA) desde 30°C hasta 550°C, a 10°C/min bajo atmósfera de nitrógeno. Posteriormente, los micronutrientes se incorporaron a las películas modificadas mediante spray, usando soluciones saturadas de sulfato de hierro (0,295 g/mL) y sulfato de cobre (0,200 g/mL). La presencia de los micronutrientes se verificó realizando un mapeo de elementos con SEM-EDS y la cantidad de los mismos se determinó por TGA, empleando las mismas condiciones que para la cuantificación del carbonato de calcio.

Para el análisis de la liberación de los micronutrientes se sumergieron las películas en agua destilada a temperatura ambiente. La concentración de los nutrientes en el agua se determinará a distintos tiempos mediante Espectroscopía de Absorción Atómica (AAS).

### Resultados y discusión

Inicialmente, se analizó la distribución de las partículas sobre las películas modificadas superficialmente. En la fig. 1 se presentan las micrografías SEM de las películas sin modificar (PENH) y las modificadas con carbonato de calcio (PENH-C). En el caso de la fig. 1a, se observa una superficie lisa, que se corresponde con el aspecto de películas plásticas obtenidas por termocompresión. En la fig. 1b se evidencia la presencia de las partículas minerales, con una distribución homogénea de las mismas y alcanzando un recubrimiento completo de la superficie de la película. Adicionalmente, la cantidad de carbonato de calcio se determinó a partir de la diferencia entre el porcentaje de masa residual a 500°C (luego de la degradación del polietileno y previo a la descomposición de las partículas) y la concentración de NH (5,5%, obtenido por medio de TGA). Teniendo en cuenta este porcentaje, la cantidad de partículas minerales en la película PENH-C es de 1 % p/p. Paralelamente, las películas modificadas fueron sometidas a ensayos de adhesión y se verificó que las partículas se encontraban completamente adheridas a la superficie del polímero.

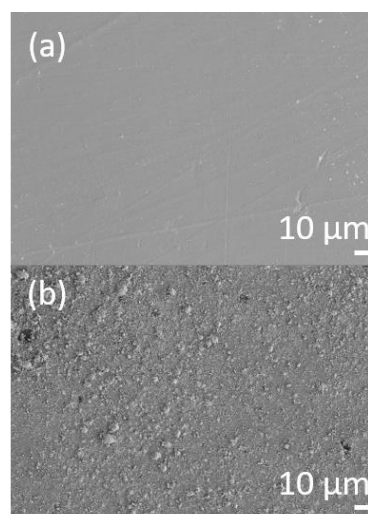


Figura 1.- Micrografías SEM de las películas (a) sin modificar y (b) modificadas superficialmente con carbonato de calcio.

Sobre la película modificada superficialmente, se incorporaron los micronutrientes, obteniéndose películas cargadas con hierro (PENH-CH) y con cobre (PENH-CC), respectivamente. Para verificar la presencia de los micronutrientes, se realizó un mapeo de elementos de interés sobre la superficie de las películas. En la fig. 2 se presentan las micrografías SEM-EDS de las formulaciones PENH-CC y PENH-CH. Se verifica la presencia de cobre en la fig. 2a y de hierro en la fig. 2b, como era esperable. Adicionalmente, se observa que toda la superficie está cubierta por los respectivos elementos. También se detecta la presencia de sulfato de calcio, que se presenta en forma de agujas sobre la película. La aparición de este compuesto puede deberse a reacciones de intercambio iónico

entre el carbonato de calcio y los respectivos sulfatos.

La cantidad de micronutrientes se determinó mediante TGA a partir de la diferencia entre el porcentaje de masa residual a 500°C de las películas cargadas con los micronutrientes y el valor correspondiente a la película PENH-C (Fig. 3). Los porcentajes de hierro y de cobre obtenidos fueron 1,5% y 1,8%, respectivamente. Por otra parte, las pérdidas de masa que se evidencian a temperaturas menores a 100°C para las películas cargadas con los micronutrientes (PENH-CH y PENH-CC), corresponden a la pérdida de agua estructural de los sulfatos de cobre y de hierro, tal como reporta Földvári (2011). La incorporación de los micronutrientes influye sobre la estabilidad térmica de las películas. En tal sentido, la temperatura de degradación de las películas cargadas con cobre es 25 °C menor que la del polietileno y 10 °C de para aquellas conteniendo hierro.

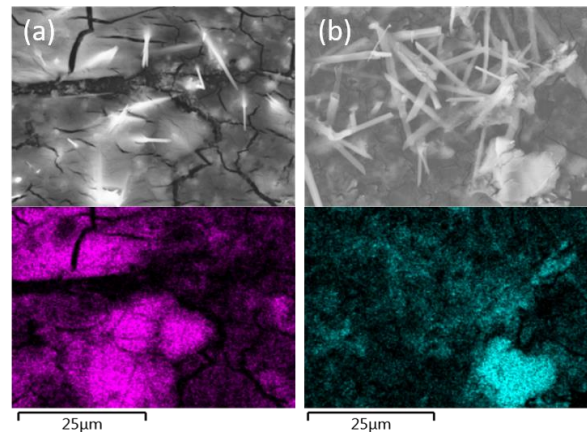


Figura 2.-Micrografías SEM-EDS. (a) PENH-CC con mapeo de cobre. (b) PENH-CH con mapeo de hierro.

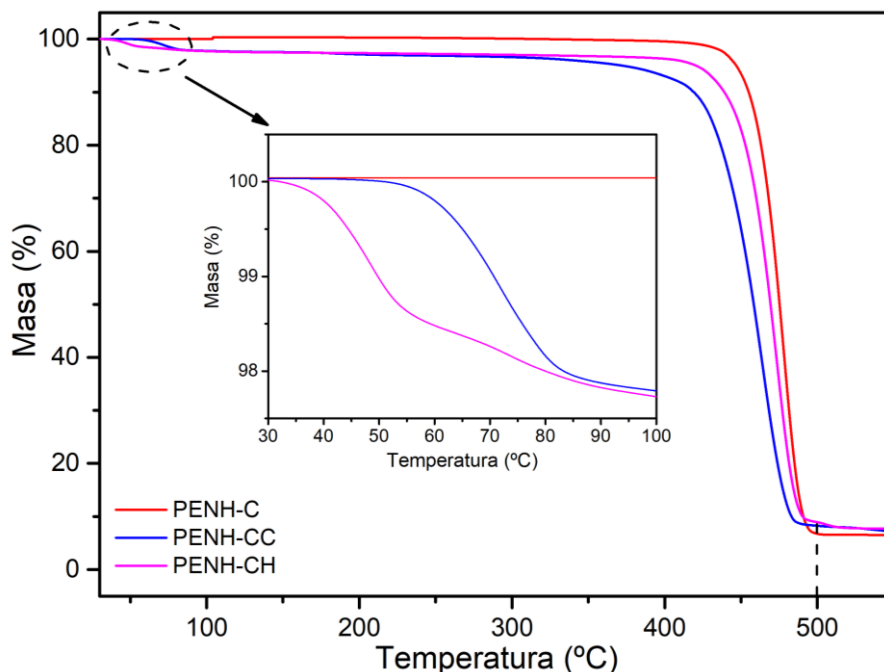


Figura 3.- Curvas termogravimétricas de las películas PENH-C, PENH-CC y PENH-CH.

## Conclusiones

Se prepararon películas para mulching con características similares a las empleadas comercialmente. Se consiguió modificarlas superficialmente obteniéndose una distribución y dispersión homogénea de partículas de carbonato de calcio con muy buena adhesión a la película.

Las películas modificadas absorbieron homogéneamente los micronutrientes (incorporados a partir de soluciones de sulfatos de los mismos), obteniendo una buena distribución de cobre y hierro, sobre la superficie del polietileno.

Se obtuvo un material que puede ser utilizado para mulching, el cual podría además tener la capacidad de proveerle micronutrientes al suelo. Gracias a esta capacidad, se podrían diseñar películas "a medida" en función de los requerimientos nutricionales de cada cultivo y el tipo de suelo donde se van a desarrollar los mismos.

## Referencias

- Kasirayan, S. and Ngouajio, M. (2012). "Polyethylene and biodegradable mulches for agricultural applications: a review". *Agronomy for Sustainable Development*. No. 32, January 2012, pp. 501-529.
- Tripathi, D.K.; Singh, S.; Singh, S.; Mishra, S.; Chauhan, D.K.; Dubey, N.K. (2015). "Micronutrients and their diverse role in agricultural crops: advances and future prospective". *Acta Physiologiae Plantarum*, No. 37, July 2015, pp. 1-14.
- Földvári, M. (2011). *Handbook of thermogravimetric system of minerals and its use in geological practice*. Geological Institute of Hungary. Budapest, Hungary.