



# LIBERACIÓN DE FERTILIZANTES A TRAVÉS DE BIOMEMBRANAS DE QUITOSANO

Alia Baroudi Guijarro<sup>a</sup>

Carmen García Payo<sup>a</sup>, Victoria Fernández<sup>b</sup>, Mohamed Khayet<sup>a,c</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Física Aplicada I, Facultad de Ciencias Físicas, Universidad Complutense, 28040 Madrid

<sup>b</sup>Departamento de Genética Forestal y Ecofisiología, Facultad de Ingeniería Forestal, Universidad Politécnica, 28040 Madrid

<sup>c</sup>Instituto Madrileño de Estudios Avanzados (IMDEA Agua), Avda. Punto Com N° 2, Alcalá de Henares, 28805, Madrid.

<sup>a</sup> E-mail : [abaroudi@ucm.es](mailto:abaroudi@ucm.es)

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, se busca sustituir los métodos tradicionales de fertilización, que consisten en añadir los nutrientes directamente a los suelos, por otros más respetuosos con el medio ambiente y más económicos. La alternativa, son los sistemas de liberación controlada: matrices o encapsulados poliméricos que liberan los nutrientes de forma continua en el tiempo, evitando su exceso en los suelos [1-4].

El quitosano es uno de los biopolímeros más investigados como barrera de liberación, debido a sus propiedades de biodegradabilidad, biocompatibilidad y no toxicidad, además de ser inhibidor de bacterias y hongos [5-7].

En este estudio se muestran los resultados de liberación de tres fertilizantes,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$  y  $\text{CaCl}_2$  en mezcla, o separados, a través de biomembranas de quitosano sometidas a dos post-tratamientos de TPP a diferentes pH (4 y 9), para conocer su viabilidad como barrera de liberación de fertilizantes.

## 2. FABRICACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LAS BIOMEMBRANAS

Las biomembranas fabricadas (1% w/w de quitosano en 2% w/w de ácido acético en agua destilada), se sometieron a post tratamientos de TPP: a pH 4 y pH 9, para los tiempos 3 h y 20 h.

El grado de hinchamiento o *swelling* de las biomembranas es:

$$\%SD = 100 \frac{W_s - W_d}{W_d}$$

( $W_s$  masa de la biomembrana mojada y  $W_d$  masa de la biomembrana seca).

Las biomembranas sin post-tratamiento tienen menor espesor (Fig.1) y mayor *swelling* (380%) que las sometidas a post tratamientos (Fig.2).

Las biomembranas con post-tratamientos a pH 4, presentan mayor espesor y menor *swelling* que las sometidas a pH 9 debido a que el pH ácido del TPP penetra más en la biomembrana por la naturaleza ácida del quitosano.

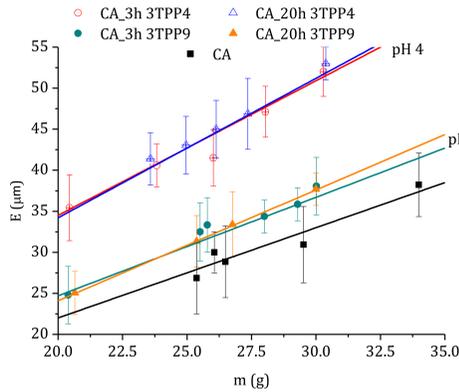


Fig 1: Dependencia del espesor de las biomembranas sin post-tratamiento y con diferentes post-tratamientos con TPP a diferentes valores de pH en función de la disolución de quitosano.

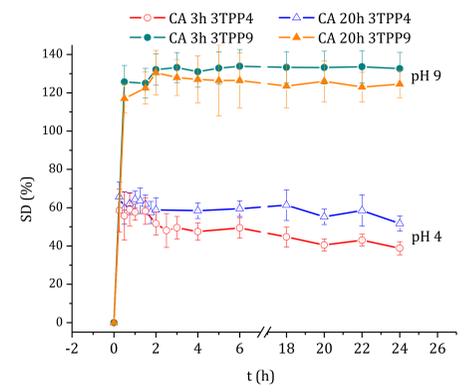


Fig 2: Grado de hinchamiento o "swelling" de las biomembranas con post tratamientos de TPP a pH 4 y pH 9 para 3 h y 20 h.

## 3. MEDIDAS DE TRANSPORTE DE FERTILIZANTES CON BIOMEMBRANAS DE QUITOSANO

Los experimentos se realizaron en una célula de difusión (Fig. 3). Las medidas de concentración de iones y pH se llevaron a cabo con la sonda imaCimus de NT Sensors, que permite medir los iones de  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$  de la disolución de manera simultánea y el pH. Los tipos de fertilizantes y las concentraciones utilizadas fueron: 1 mM de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , 1.1mM de  $\text{KNO}_3$  y 9 mM de  $\text{CaCl}_2$ . Además, se mezclaron los tres fertilizantes con las mismas concentraciones para conocer el efecto de unos iones sobre otros.

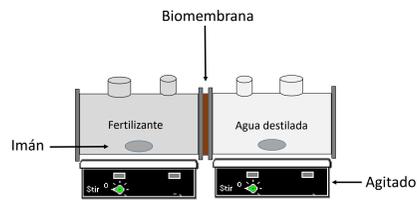


Figura 3: Esquema de la célula utilizada para realizar a las medidas de transporte de fertilizantes.

### Transporte en función del pH del post- tratamiento de la biomembrana

- Para los iones de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (Fig. 4), se observa que los iones de  $\text{NH}_4^+$  son fijados rápidamente a la superficie de la biomembrana y alcanzando el equilibrio en 50 h: Los iones  $\text{NO}_3^-$  se liberan más rápido, llegándose al equilibrio en menos tiempo (30 h).
- Los iones  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Cl}^-$  procedentes de  $\text{CaCl}_2$  (Fig. 5) no alcanzan el equilibrio: Los iones  $\text{Ca}^{2+}$  son absorbidos por la biomembrana y los iones de  $\text{Cl}^-$  disminuyen drásticamente en 24 h su concentración, sin haber liberación.

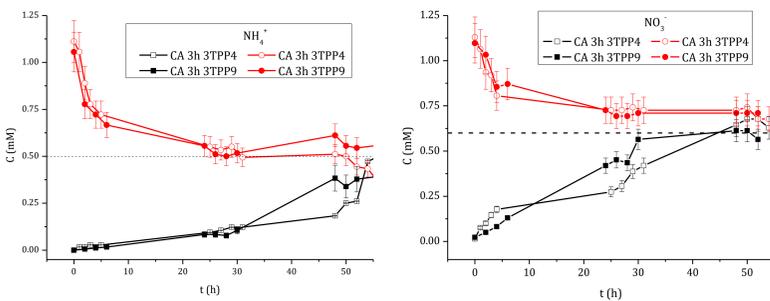


Fig. 4: Representación de la liberación y adsorción de iones de  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{NO}_3^-$  en función del post-tratamiento de la biomembrana de quitosano utilizando  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  como fertilizante..

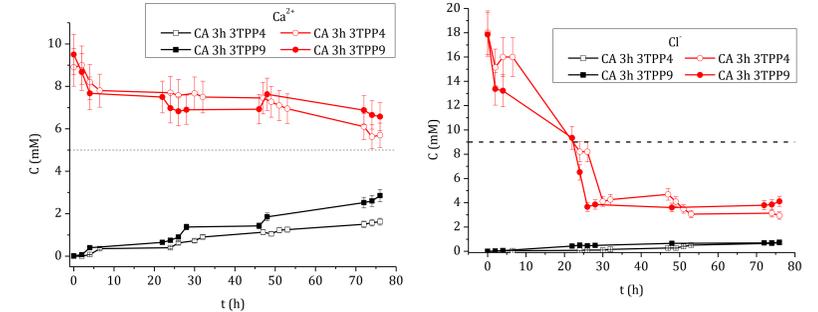


Fig. 5: Representación de la liberación y adsorción de iones de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Cl}^-$  en función del post-tratamiento de la biomembrana de quitosano utilizando  $\text{CaCl}_2$  como fertilizante.

### Transporte en función de la composición del fertilizante

- Se observan pequeñas diferencias entre los diferentes iones cuando los fertilizantes están mezclados en comparación con la disolución de un solo fertilizante.
- No se observan cambios significativos en los iones  $\text{NO}_3^-$  y  $\text{Cl}^-$  en función del fertilizante utilizado.
- Cuando se utiliza el fertilizante mezcla, los iones  $\text{NH}_4^+$  se liberan más rápidamente, los iones de  $\text{K}^+$  se liberan más lentamente y los iones de  $\text{Ca}^{2+}$  son ligeramente más adsorbidos.

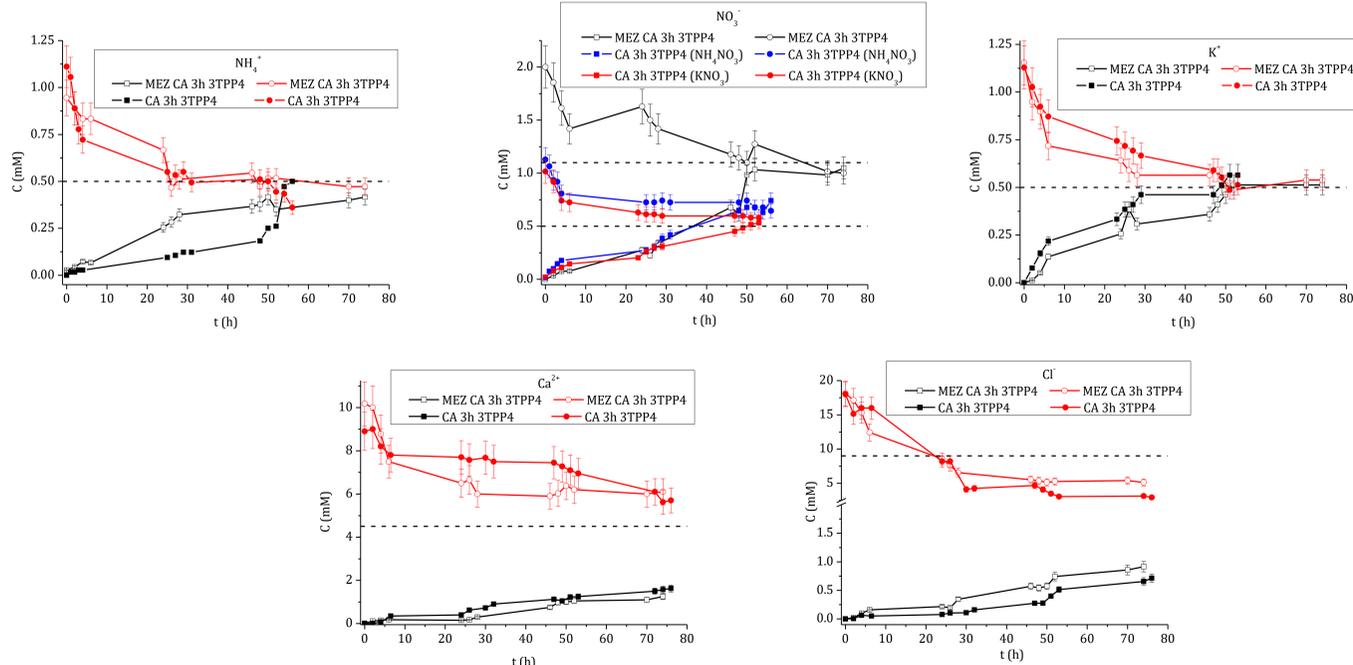


Fig. 6: Representación de la liberación y adsorción de iones procedentes de los fertilizantes  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{KNO}_3$  y  $\text{CaCl}_2$  medidos todos a la vez (MEZ) y por separado. En rojo se representan las medidas en el lado del alimento y en negro las del permeado.

## 5. CONCLUSIONES

- Las biomembranas de quitosano presentan mayor reticulación y menor *swelling* cuando son sometidas a post-tratamientos de TPP a pH ácido.
- No se observa variación en la adsorción y en la liberación de las biomembranas de los diferentes iones en función del pH del post-tratamiento de la biomembrana de TPP.
- Se aprecian pequeñas diferencias en la adsorción de iones en la mezcla de fertilizantes, debidas, probablemente, a las interacciones entre los iones  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{K}^+$  y  $\text{Ca}^{2+}$ .

## 6. REFERENCIAS

- [1] Corradini, E. *eXPRESS Polym Lett*, 4, 8 (2010), 509-515.
- [2] Gómez, S. J. *Fertilizantes de liberación lenta: introducción*. Mundi Prensa Libros SA, City, 1992.
- [3] Oliet, J., Segura, M. L., Domínguez, F. M., Blanco, E., Arias, M. L. and Artero, F. *Invest. Agr.: Sist. Recur. For.*, 8, 1 (1999), 208-228.
- [4] Shaviv, A. *Advances in controlled-release fertilizers*. Academic Press, City, 2001.
- [5] Aranz, I., Mengibar, M., Harris, R., Paños, I., Miralles, B., Acosta, N., Galed, G. and Heras, Á. *Curr.Chem. Biol.*, 3, 2 (2009), 203-230.
- [6] Kashyap, P. L., Xiang, X. and Heiden, P. *Int. J. Biol.Macromol.*, 77 (2015), 36-51.
- [7] Shukla, S. K., Mishra, A. K., Arotiba, O. A. and Mamba, B. B. *Int. J. Biol. Macromol.*, 59 (2013), 46-58.