

## ENCAPSULACIÓN Y LIBERACIÓN DE UREA EN MATRICES DE QUITOSANO

Dima, Jimena B.<sup>(1,2)</sup>; Sequeiros, Cynthia<sup>(1)</sup>; Zaritzky, Noemí E.<sup>(2,3)</sup>

<sup>(1)</sup> Centro para el estudio de Sistemas Marinos (CECIMAR - CCT CENPAT-CONICET). Puerto Madryn, Chubut, Argentina. <sup>(2)</sup> Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA -CONICET- UNLP). Calle 47 y 116 La Plata (1900) Argentina; <sup>(3)</sup> Depto de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

zaritzkynoemi@gmail.com, Jimenabdima@gmail.com

### Introducción

El nitrógeno es una de las fuentes de nutrición vegetal más ampliamente utilizadas a nivel mundial y la que más impacto ejerce sobre la producción de cultivos. Una planta deficiente de nitrógeno no puede hacer un óptimo uso de la luz solar, por lo que se ve afectada la capacidad de aprovechamiento y absorción de nutrientes, limitando su crecimiento y desarrollo adecuado. La urea es un fertilizante sintético de costo relativamente bajo que constituye una importante fuente de nitrógeno para los cultivos. La urea se debe aplicar en el momento de la siembra y no debe entrar en contacto con las semillas; es muy soluble en agua e higroscópica. No es tan estable como otros fertilizantes nitrogenados sólidos y se descompone incluso a temperatura ambiente, en particular en una atmósfera húmeda, liberando amoníaco y dióxido de carbono; esto provoca pérdidas graves del fertilizante: una alta proporción del fertilizante aplicado se pierde durante su uso contribuyendo a una contaminación ambiental severa, que incluye degradación de los suelos y de las fuentes de agua, eutrofización de los ecosistemas marítimos, etc. En los últimos años, los productos de liberación controlada de sustancias activas han cobrado especial interés en el campo de los agroquímicos; permiten proporcionar la cantidad de fertilizante correcta, en el lugar adecuado y durante el tiempo conveniente. Además minimiza, y en algunos casos evita, que se alcancen concentraciones que pueden resultar tóxicas para las plantas. El quitosano (QS) es un biopolímero natural biodegradable, biocompatible presente en los caparazones de crustáceos y constituido por unidades de  $\beta(1-4)$ -2-amino-2-desoxi-D-glucosa. Se obtiene a partir de desechos de la industria pesquera y ha sido utilizado en el control de enfermedades en las plantas. Inhibe el crecimiento y desarrollo de hongos y es activo contra virus y bacterias. Microesferas de quitosano pueden constituirse en un sistema de liberación controlada adecuado para fertilizantes nitrogenados.

El objetivo del presente trabajo es sintetizar y evaluar la eficiencia de matrices de quitosano en la encapsulación y liberación de urea

### Metodología

**Obtención de quitosano:** El biopolímero se obtuvo a partir de descartes de exosqueletos de langostinos según Dima y col, (2015). Para la obtención de quitina los exosqueletos molidos fueron despigmentados, descalcificados y desproteinizados. Para la obtención de quitosano la quitina fue desacetilada con NaOH al 50% a 120°C. Asimismo se caracterizó su grado de desacetilación (método potenciométrico y espectroscopía infrarroja (FTIR) y el peso molecular por viscosimetría capilar utilizando la ecuación de Mark-Houwink.

### **Síntesis de Microesferas de quitosano (QS):**

**Sistema A, urea disuelta en QS:** Se preparó una solución de quitosano al 1% en ácido acético (pH= 4,3), a la cual se le agregaron diferentes concentraciones: 1; 1,5 y

2% de urea 46,7% N (Cicarelli). Se agregó por goteo la solución de QS/urea a una solución de: **i) TPP (1%)** o **ii) NaOH-etanol (1N)**.

**Sistema B, urea en solución:** Se preparó una solución de quitosano 1% en ácido acético (pH = 4,3) sin agregado de urea. Por goteo se adicionó dicha solución, a una solución de: **i) TPP/Urea** a diferentes concentraciones de la misma (1, 2 y 3%) y **ii) NaOH 1% en etanol al 26%** con iguales concentraciones de urea. En todos los casos se agregaron 2 ml de la solución conteniendo QS a 20 ml de solución receptora, bajo agitación suave a temperatura ambiente. Al entrar en contacto el QS con la solución se formaron microesferas. Éstas se filtraron, enjuagaron con agua destilada y se liofilizaron. En ambos sistemas se elaboraron esferas sin urea como controles. La concentración de nitrógeno en las microesferas se determinó utilizando un analizador elemental de C y N (CHN628 Series Elemental Analysis LECO). La concentración de urea encapsulada en las microesferas se expresó como gramos de Urea/g de QS (gU/gQS). Asimismo, se realizaron observaciones por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM).

**Liberación de Urea en el tiempo:** Las microesferas liofilizadas se colocaron en 20 ml de agua destilada. A diferentes tiempos de contacto (3, 6, 12, 24, 48 y 72h) las esferas se recolectaron, se midieron sus tamaño (grado de hinchamiento) y contenido de Nitrógeno.

## Resultados

### **Efectividad de las Microesferas de quitosano en la capacidad de encapsulación de urea:**

En el Sistema A la mejor eficiencia de encapsulación se encontró para esferas de QS/urea al 2% en solución de NaOH, con un valor de 0,051gU/gQS. Para el Sistema B se observó que la eficiencia de encapsulación se incrementó con el aumento de urea en la solución, variando de 0,10 a 0,30 gU/gQS para la matriz de QS-TPP/urea y de 0,29 a 0,82 gU/gQS para la matriz de QS-NaOH/urea, para concentraciones de urea de 1 y 3% respectivamente. En esta matriz los geles resultaron más estables de manipular. En todos los casos el diámetro de la esfera formada fue de 2 mm. Una vez liofilizadas, las microesferas disminuyeron su tamaño en un 72%. La menor eficiencia de encapsulación de nitrógeno en la matriz con TPP podría deberse a una competencia entre el TPP (con carga negativa) y la urea por los grupos positivos del QS.

**Liberación de urea en agua:** El sistema con mayor eficiencia de encapsulación (Sistema B) fue seleccionado para realizar el ensayo de liberación de nitrógeno. Para las microesferas QS-TPP/urea, el valor de nitrógeno ureico encapsulado disminuyó en un 55,6% con respecto al valor inicial en las primeras 6h y un 75% a las 48h de contacto con el agua. En el caso del QS-NaOH/urea el valor de nitrógeno ureico disminuyó en un 39,5% en las primeras 6 h, manteniéndose estable durante 48h.

## Conclusión

El QS resultó efectivo para la encapsulación de urea, analizándose la eficiencia y capacidad de liberación en diversos sistemas de síntesis de microesferas. Esto permitirá realizar aportes en el área de biopolímeros que se obtienen a partir de desechos industriales y contribuir al desarrollo de tecnologías ligadas a la protección del medio ambiente y mejora de los suelos.

## Referencias

Dima J, Sequeiros C, Zaritzky N, (2015). Hexavalent chromium removal in contaminated water using reticulated chitosan micro/ nanoparticles from seafood processing wastes. *Chemosphere* 141:100 - 111