

SÍNTESIS Y APLICACIONES DE HIDROGELES SUPERABSORBENTES DE POLI(ACRILAMIDA-Co-MONOITACONATO DE METOXIETILO)

Amal El Halah., Jesús Contreras y Francisco López Carrasquero*

Grupo de Polímeros, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de los Andes, Mérida-Venezuela.

* e-mail: flopezc@ula.ve

RESUMEN

Se sintetizaron dos series de hidrogeles: poli(acrilamida-co-monoitaconato de metoxietilo) (AAm/MMOEI) y poli(acrilamida-co-ácido itacónico) (AAm/AI), este último para fines comparativos, empleando proporciones molares de 70/30, 80/20, 90/10 y 100/0, con el objeto de estudiar el efecto de la composición y el porcentaje de agente entrecruzante en el hinchamiento y la capacidad de absorción de iones Cu^{+2} en soluciones acuosas. Los hidrogeles fueron caracterizados por espectroscopía FTIR y su estabilidad térmica y proceso de degradación mediante TGA y TVA. En todos los casos, los hidrogeles de AAm/MMOEI absorbieron mayor cantidad de agua en comparación con los hidrogeles de PAAm y de AAm/AI, además dicha absorción aumentó con el incremento de la proporción de MMOEI en el material. Como era de esperar, cuando se varió la cantidad de entrecruzante de 1 a 3% en los hidrogeles AAm/MMOEI, el índice de hinchamiento disminuyó de manera significativa. Al colocar los hidrogeles de AAm/MMOEI en soluciones acuosas de sulfato de cobre, estos retienen los iones de Cu^{+2} . Por último el empleo de estos materiales permite la germinación de semillas de pepino y no muestran señales de fitotoxicidad en esta etapa del crecimiento de las plántulas.

Palabras Claves: Hidrogeles, monoitaconato de metoxietilo, absorción de iones metálicos, germinación de semillas.

ABSTRACT

In this work were synthesized two series of hydrogels: poly (acrylamide-co-methoxyethyl monoitaconate) (AAm/MMOEI) and poly (acrylamide-co-itaconic acid) (AAm/AI), the latter for comparative purposes, using molar ratios of 70/30, 80/20, 90/10 and 100 /0, in order to study the effect of the composition and the percentage of crosslinking agent on swelling, and their capacity of absorption of Cu^{+2} ions in watery solutions. The hydrogels were characterized by FTIR spectroscopy and thermal stability and degradation by TGA and TVA. In all cases, the hydrogels AAm/MMOEI absorbed more water compared with PAAm and AAm/AI hydrogels, this absorption increased with increasing proportion of MMOEI in the material. When the amount of crosslinking was increase from 1 to 3% in the hydrogels AAm/MMOEI, the rate of swelling decreased significantly. AAm/MMOEI hydrogels retain Cu^{+2} ions from watery solutions of copper sulfate. Finally these materials allow the cucumber seeds growing not showing phytotoxicity in the germination stage.

Keywords: Hydrogels, methoxyethyl monoitaconate, metal ion absorption, seed germination.

1. INTRODUCCIÓN

Los hidrogeles (HG) son estructuras poliméricas entrecruzadas que tienen la propiedad de hincharse cuando entran en contacto con agua o soluciones acuosas, alcanzando un equilibrio fisicoquímico, y al deshincharse (estado de xerogel) vuelven a adquirir su forma original. El grado de hinchamiento (H_p) que logran alcanzar estos materiales juega un papel muy importante desde el punto de vista de sus propiedades y aplicaciones. Así se tienen hidrogeles súper absorbentes, de hinchamiento alto, medio o bajo^[1]. En la literatura se han reportado diversas aplicaciones para estos materiales entre las que destacan, lentes de contacto, absorción de iones metálicos, biomedicina y en la agricultura, entre otras^[2,3]. En este trabajo se sintetizaron hidrogeles a partir de acrilamida y monoitaconato de metoxietilo, monómero que se prepara a partir del ácido itacónico que es un producto de origen natural; esta combinación tiene como objetivo obtener materiales que puedan ser empleados en la agricultura y como agentes depuradores de aguas y que además sean amigables con el medio ambiente.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Los hidrogeles se prepararon utilizando proporciones molares 70/30, 80/20, 90/10 y 100/0 tanto de AAm/MMOEI como de AAm/AI, a una temperatura de 60°C, por 24 horas, utilizando como iniciador persulfato de amonio 1% molar, como entrecruzante N,N'-metilenbisacrilamida al 1% y 3% molar, y como solvente una mezcla agua/etanol 60/40 molar. Los estudios de hinchamiento, tanto en agua como en soluciones de sulfato de cobre, se realizaron de acuerdo al método gravimétrico reportado en la literatura^[1,2]. Los estudios de germinación se llevaron a cabo colocando semillas de pepino sobre el hidrogel hinchado en capsulas de

Petri, empleando tres réplicas de cada una, con quince (15) semillas sobre la superficie de cada hidrogel. Las placas se sellan y se llevan a las cámaras de crecimiento por ocho días. Transcurrido este tiempo las cápsulas se sacan de la cámara de crecimiento se congelan por una noche y al día siguiente se cuantifican.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Todos los hidrogeles se obtuvieron con rendimientos cuantitativos y los espectros de FTIR confirmaron su estructura. Los estudios de TGA y TVA indicaron que los hidrogeles comienzan a perder peso a los 150°C y que la degradación ocurre en dos etapas, donde en la primera de ellas se pierde la cadena lateral del itaconato en forma de alcohol. Una vez caracterizados, los HG se sometieron a las pruebas de hinchamiento en agua destilada y en una solución de CuSO_4 . Los hidrogeles AAm/MMOEI absorbieron mayor cantidad de agua en comparación con los hidrogeles de PAAm y AAm/AI, además dicha absorción aumentó con el incremento de la proporción de MMOEI en el material, siendo el hidrogel AAm/MMOEI 70/30 el que obtuvo el Hp más alto: 43.387 (ver Figura 1A y Tabla 1). Por otra parte, cuando se utilizó un 3% de agente entrecruzante el índice de hinchamiento disminuyó significativamente (ver Figura 1B). Cuando los hidrogeles con un 1% de entrecruzante se introdujeron en soluciones de CuSO_4 el hinchamiento fue hasta 100 veces menor que en agua pura y el material tomó un color azul verdoso que no se pierde aún después de hincharlo nuevamente en agua (ver Figura 1C), esto sugiere que estos materiales forman interacciones fuertes con los iones Cu^{2+} . Por otra parte, el hinchamiento del hidrogel de PAAm es similar tanto en agua pura como en la solución de CuSO_4 y al secarse mostró el mismo color de la solución lo que sugiere que el de PAAm absorbe la sal físicamente. Finalmente se realizó un estudio preliminar de la germinación de semillas de pepino sobre el hidrogel donde se encontró que en todos los hidrogeles hubo germinación y en la mayoría de las muestras los valores son comparables con el de la referencia (soportes de agar) dentro del intervalo de $\pm 20\%$. Los resultados obtenidos indican que los hidrogeles no son fitotóxicos en esta primera etapa del crecimiento de las semillas. Sin embargo, se requieren realizar más estudios para demostrar la completa validez de este hecho.

Tabla 1. Porcentajes de agua en peso e índices de hinchamiento en el equilibrio de los hidrogeles con MMOEI al 1 y 3% de entrecruzante y AI.

MMOEI 1%				MMOEI 3%			AI 1%			MMOEI 1% en sol. CuSO_4	
AAm/I	Hp	Wp	Tipo	Hp	Wp	Tipo	Hp	Wp	Tipo	Hp	
70/30	43.387*	99,8	SD	12.059	99,2	Alto	37.400	997	SD	344	
80/20	30.329	99,8	SD	8.973	98,9	Alto	20.330	995	Alto	380	
90/10	18.735	99,5	Alto	2.926	96,6	Alto	11.122	991	Alto	915	
100/0	2.534	96,2	Alto	2.378	95,7	Alto	2.534	962	Alto	1.919	

I: MMOEI o AI. Tipo: Clasificación de acuerdo al Wp. SD: superdesecante. *se rompió poco antes de alcanzar el equilibrio de hinchamiento.

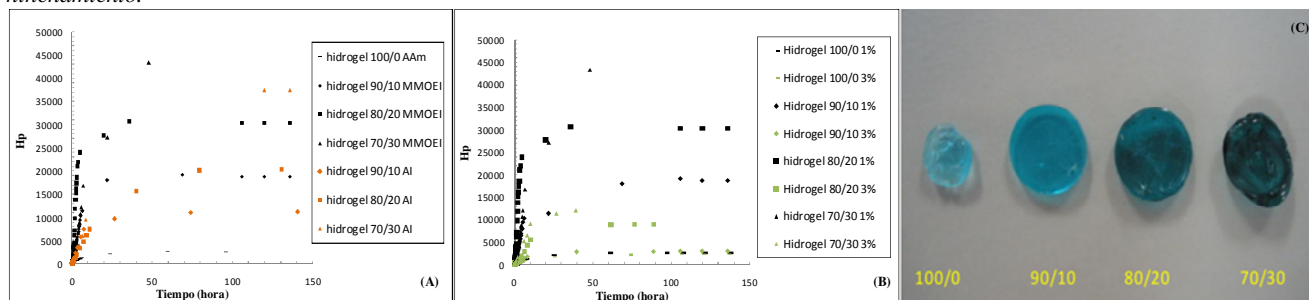


Figura 1. Curvas de hinchamiento de hidrogeles: (A) AAm/MMOEI y AAm/AI con 1% de entrecruzante. (B) AAm/MMOEI 1 y 3% de entrecruzante. (C) Xerogel AAm/MMOEI 1% luego de hinchado en solución de CuSO_4 .

4. REFERENCIAS

- [1]. Katime, I., Katime, O., Katime, D. "Los Materiales Inteligentes de este Milenio". Ed. UPV, Bilbao, 2004.
- [2]. Katime, I., Rodríguez, E. J. Macromol. Sci. A: Pure and Applied Chem. 2001; A38 (56): 543-558.
- [3]. Karadag, E., Baris, O., Saraydin, D. Eur. Polym. J. 2002; 38: 2133-2141.