

EVALUACIÓN DE HIDROGELES DE POLI (ACRILAMIDA-CO-METIL METACRILATO) SINTETIZADOS EN DIFERENTES SOLVENTES

Rafael O. Moreno ¹, Evis K. Penott-Chang ^{1*}, María Gabriela De Souza ², Blanca Rojas de Gáscue ², Alejandro J. Müller ¹.

1: Grupo de Polímeros (GPUSB), Dpto. Ciencia de los Materiales, Universidad Simón Bolívar, Apdo. Postal 89000, Caracas 1080-A, Venezuela.

2: Universidad de Oriente. Instituto de Investigaciones en Biomedicina y Ciencias Aplicadas, IIBCA-UDO, Apdo. Postal 245, Cerro del Medio, Av. Universidad. Cumaná, Estado Sucre, Venezuela.

* *epenott@usb.ve*

RESUMEN

Se sintetizaron hidrogeles de Poli(acrilamida-co-metil metacrilato) mediante copolimerización por radicales libres, en agua y en etanol, utilizando diferentes proporciones de monómeros en la alimentación. Se usó *N,N*-metilénbisacrilamida (MBAm) como agente entrecruzante y persulfato de amonio (PSA) como iniciador. Los hidrogeles se caracterizaron por las técnicas de FT-IR y gravimetría. Del análisis gravimétrico se obtuvieron los siguientes parámetros: porcentaje de hidratación en equilibrio, porcentaje de agua, el exponente de transporte *n* y la constante de difusión k_{dif} , a 37°C. Se encontró que los hidrogeles presentaron un mecanismo de difusión anómalo no-Fickiano. Al sintetizarlos en etanol se produjo un aumento significativo de *n*, con resultados cercanos al valor de *n*= 1. Además, en estos últimos hidrogeles se obtuvieron los mayores porcentajes de hinchamientos, lo que podría ser atribuido a una menor reticulación de la red.

Palabras Claves: Hidrogeles, hinchamiento, difusión, acrilamida, metil metacrilato.

ABSTRACT

Poly(acrylamide-co-methyl methacrylate) hydrogels were synthesized by radical copolymerization using different monomer ratios in water and ethanol. *N,N*-methylbisacrylamide (MBAm) was used as crosslinker and ammonium persulfate (PSA) as initiator. The hydrogels were characterized by FT-IR and gravimetry. Using gravimetry, the swelling parameters were obtained: swelling equilibrium index, water content, transport exponent *n* and swelling rate constant at 37 °C. It was found that hydrogels presented anomalous non Fickian diffusion mechanism. Nevertheless, hydrogels synthesized in ethanol show a significant increase in *n*, with values close to 1. Moreover, these hydrogels exhibited higher swelling percentages that might indicate a decrease in the network crosslink density.

Keywords: Hydrogels, swelling, diffusion, acrylamide, methyl methacrylate.

1. INTRODUCCIÓN

Un hidrogel es un polímero entrecruzado capaz de absorber grandes cantidades de agua sin disolverse. La cantidad máxima de agua en el equilibrio estará determinada por el equilibrio entre las fuerzas cohesivas de la red y las fuerzas osmóticas [1].

El porcentaje de hidratación o índice de hinchamiento (%H) y el porcentaje de agua (%W) vienen dados por:

$$\%H = \frac{m_t - m_o}{m_o} \quad \text{y} \quad \%W = \frac{m_t - m_o}{m_t}$$

Donde m_t es la masa del hidrogel para un tiempo (*t*) dado, y m_o es la masa del xerogel. Para el cálculo de los demás parámetros de hinchamiento se usó la ecuación modificada de Fick:

$$F = \frac{M_t}{M_\infty} = k_{dif} t^n$$

en la cual: *t* es el tiempo, M_t la masa de agua absorbida en el tiempo *t*, M_∞ la masa de agua en equilibrio, k_{dif} una constante relacionada con la relación polímero/solvente y *n* el exponente que determina el mecanismo de penetración del solvente. Cuando *n*=0,5, la penetración del agua es Fickiana o Caso I (controlado por la difusión), cuando *n*=1 es el Caso II (controlada por la relajación viscoelástica de la matriz) y para 0,5<*n*<1 la difusión es anómala (controlada de forma mixta por la relajación viscoelástica de la matriz y la difusión del solvente) [2]. En el presente trabajo se investigó el efecto de la relación AAm/MMA y del solvente empleado

en la síntesis y en las propiedades de hidrogeles de poli(AAm-co-MMA) [2,3].

2. PARTE EXPERIMENTAL

Los reactivos utilizados fueron AAm, MBAm, PSA y etanol de alta pureza empleados tal como se recibieron; y MMA al cual se le removió el inhibidor presente. Para la síntesis, se disolvieron las masas respectivas de MMA, AAm, MBAm y PSA en el solvente (agua o etanol 80 % v/v). Las soluciones fueron sometidas a ultrasonido y burbujeadas con nitrógeno. Posteriormente, se colocaron dentro de un reactor en un baño de silicona a 60 °C. Los hidrogeles purificados fueron caracterizados por FT-IR, en pastillas de KBr en un espectrofotómetro Nicolet 380, mientras que para el estudio del hinchamiento, se sumergió el xerogel en forma de disco en agua destilada a 37 °C, el cual se pesó a intervalos de tiempo establecidos, hasta que se alcanzó el equilibrio.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El espectro de FT-IR del hidrogel de 100% AAm presentó las bandas características $\nu(\text{cm}^{-1})$: 3200-3600 (estiramiento del enlace N-H), 2950 (estiramientos C-H), 1670 y 1650 (flexión N-H y C=O del grupo amida). Los hidrogeles sintetizados con diferentes proporciones de AAm y MMA, mostraron, además de las bandas ya mencionadas, dos nuevas bandas, cuya intensidad depende del contenido de MMA, una en 1730 cm^{-1} (estiramientos C=O del grupo éster), y otra en 970 cm^{-1} (estiramiento del enlace C-C, del grupo C-CH₃).

Por otra parte, los valores de W_∞ y H_∞ muestran que los hidrogeles presentaron una tendencia a incrementar el hinchamiento y el contenido de agua en equilibrio con el aumento del contenido de AAm (Tabla 1), indicando que este monómero es el responsable del carácter hidrofílico de la matriz. Para todos los casos la difusión es del tipo anómala, lo que indica que el paso del agua hacia la matriz está controlado de forma mixta por la difusión de las moléculas de agua y la relajación viscoelástica de la red [2]. Los hidrogeles sintetizados en etanol presentaron mayores contenidos de agua, hinchamientos y n , indicando una menor densidad de entrecruzamientos.

Tabla 1. Parámetros de hinchamiento.

AAM/MMA	W_∞ (%)	H_∞ (%)	$k_{dif} \times 10^{-2} (\text{min}^{-n})$	n
(A) 100/0	90	929	2.6	0.57
(A) 90/10	91	970	2.9	0.56
(A) 60/40	89	846	2.7	0.60
(EtOH) 100/0	99	7300	0.42	0.70
(EtOH) 90/10	98	4480	0.61	0.77
(EtOH) 60/40	97	3170	0.61	0.80

(A) Sintetizados en agua destilada; (EtOH) Sintetizados en solución de etanol (80 % v/v)

Los resultados obtenidos sugieren que la polaridad del etanol puede provocar una disminución en la reticulación y una difusión controlada por la relajación viscoelástica de la matriz polimérica (Caso II, con n cercanos a 1) [2,4]. El control de las propiedades de absorción de estos geles a través de la síntesis constituye un aporte importante para aplicaciones que requieren control en las respuestas de absorción de los materiales como lentes de contacto, pañales y perlas de MMA usadas en traumatología.

4. REFERENCIAS

- [1]. F. M. Herman. Encyclopedia of Polymer Science and Technology, 3era. Ed. New York (EE.UU): Wiley- Interscience, 2004, Vol. 2 Hydrogels.
- [2]. Katime I, Katime O, Katime D. Los Materiales Inteligentes de este milenio: Los hidrogeles macromoleculares. Síntesis, propiedades y aplicaciones. Bilbao (España): Edit. UPV, 2004.
- [3]. Schott H, J. Pharm. Sci., 1992. 81(5); 467- 470.
- [4]. Guidos A, Alvaro L, Simone F, Die Makromol. Chem., 1971.; 144 (356); 235-244.