

# SÍNTESIS DE HIDROGELES MICRO/MESO Y MACROESTRUCTURADOS POR FOTOPOLIMERIZACIÓN

**Gradilla O., J. L.<sup>(a)</sup>; Reyes G., I.<sup>(a)</sup>; López U., L. C.<sup>(b)</sup>; \*García E., S.<sup>(b)</sup>;  
Orozco G., E.<sup>(c)</sup> y Bautista R., F.<sup>(d), (e)</sup>;**

<sup>(a)</sup> Departamento de Ingeniería Química, <sup>(b)</sup> Departamento de Ingeniería de Proyectos,

<sup>(c)</sup> Departamento de Química, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México

<sup>(d)</sup> Subdirección de Investigación, Centro de Enseñanza Técnica Industrial, Jalisco, México

<sup>(e)</sup> Departamento de Física, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México

\*Blvd. Marcelino G. Barragán, No. 1451, Guadalajara, Jalisco, México. CP 44430.

Tel.: (33) 36-19-40-28 Fax: (33) 36-19-40-28

\*E-Mail: [salgaren@hotmail.com](mailto:salgaren@hotmail.com)

## INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente los hidrogeles han sido utilizados en la agricultura, productos higiénicos, lentes de contacto y otras aplicaciones biológicas<sup>1-5</sup>. Sin embargo formulados adecuadamente pueden presentar propiedades elastoméricas y con ello ampliar el campo de utilización de los mismos<sup>6</sup>. La capacidad de hinchamiento de los hidrogeles se ve afectada por el tipo de monómeros utilizados en la síntesis, el grado de reticulación, las fuerzas iónicas de la solución acuosa, la polaridad de los grupos funcionales, la flexibilidad, tacticidad y cristalinidad del polímero formado, así mismo de la historia térmica en la síntesis del material. Se ha reportado la síntesis de hidrogeles microestructurados con grandes capacidades de hinchamiento<sup>7</sup>, también se reportó la síntesis de hidrogeles que presentan micro/meso y macroestructura simultáneamente<sup>8-10</sup>. En este trabajo se realizó la síntesis por fotopolimerización de hidrogeles que presentan micro/meso y macroestructuras simultáneamente.

## METODOLOGÍA

En la síntesis se utilizaron 27 gr. de acrílamida (97 %, Aldrich), 28 gr. de ácido acrílico (98%, Aldrich), los cuales fueron disueltos en 55 gr. de agua ajustando el pH a 7 mediante la adición de una solución de KOH 0.1 M. Después se agregó el diacrilato de glicerol (90 % Mexica Industrial) como agente entrecruzante, variando la cantidad a incorporar desde 0.5 hasta 10.0 % en peso. Como iniciador se utilizó el fotoiniciador Irgacure 1700 previamente diluido (1/10) en metanol. Se utilizó una lámpara de luz U.V. modelo VCL 7000-1, 118 voltios, 15 W. La reacción se llevó a cabo en una cámara cerrada durante 20 minutos, a una distancia de 20 cm.

Se realizó la cinética de hinchamiento de los hidrogeles obtenidos en agua destilada, por gravimetría. La caracterización morfológica de la microestructura se realizó en un Microscopio de Barrido Electrónico (SEM), en relación a la mesoestructura se utilizó un microscopio Olimpia conectado a una cámara de video Hitachi. En el seguimiento cinético se observaron las macroestructuras formadas durante el hinchamiento del hidrogel.

## RESULTADOS

En la figura 1 se muestran micrografías de un hidrogel antes y después del primer ciclo de hinchamiento. Donde se puede ver una reestructuración producida a causa del proceso de hinchamiento deshinchamiento. Como ejemplo presentamos dos micrografías de hidrogeles con 0.5 % de agente reticulante.

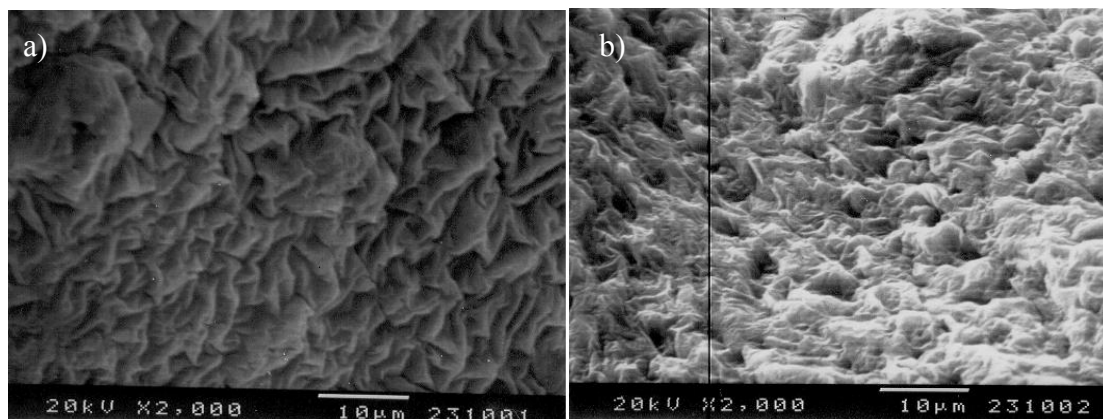


Figura 1. Hidrogel sintetizado con 0.5 % de agente reticulante: a) Antes del hinchamiento  
b) Después del primer ciclo de hinchamiento

En la figura 2 se puede observar la mesoestructura de dos hidrogeles sintetizados con un 4 % y 8 % de agente reticulante. Las imágenes fueron tomadas durante el proceso de hidratación.

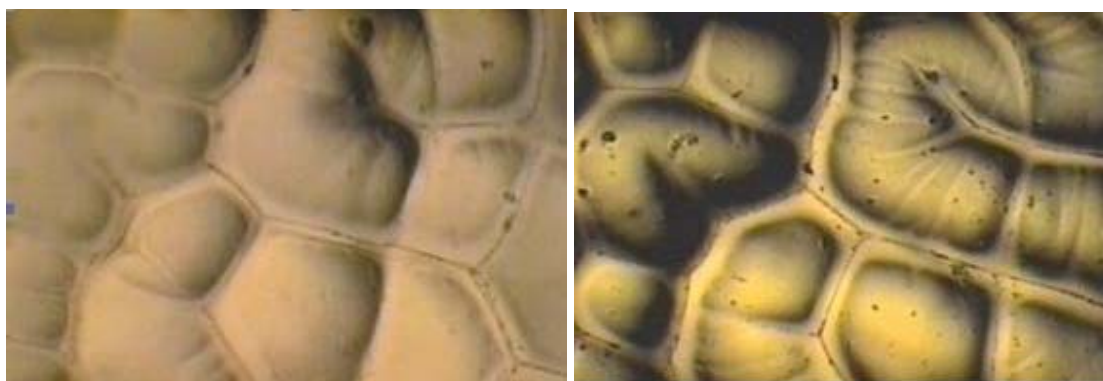


Figura 2 Mesoestructuras de hidrogeles sintetizados con a) 4.0 % y b) 8.0 % de agente reticulante

En la tabla 1 se reportan los hinchamientos máximos del primer y segundo ciclo de hinchamiento para todas las formulaciones ensayadas. Se puede observar que el hinchamiento máximo se ve reducido en su valor cuando se aumenta la cantidad de agente reticulante en la formulación, existiendo una zona entre el 2% y el 4% de reticulante donde la tendencia mostrada en el primer ciclo se modifica en el segundo, lo que puede deberse a un cambio en la estructuración. La cinética de hinchamiento del primer ciclo se muestra en la figura 3a. Con respecto al segundo ciclo se observó un aumento en el valor del hinchamiento máximo. Para la formulación con un 0.5 % de agente reticulante se observa

un cambio en el valor aproximadamente del 400 %, en tanto con el 1.0 % el cambio es alrededor del 200 %, y para las formulaciones restantes es cercano al 100 %. En la figura 3b se muestra la cinética de hinchamiento para el segundo ciclo de hidratación. En la figura 4 se puede ver el comportamiento del hinchamiento máximo respecto a la cantidad de entrecruzante para los dos ciclos de hidratación.

Tabla 1 % de Hinchamiento máximo

% Agente reticulante	% Hinchamiento máximo	
	Primer Ciclo	Segundo Ciclo
0.5	21,378	92,880
1.0	15,277	42,253
2.0	13,518	25,070
3.0	12,018	23,386
4.0	10,496	19,482
5.0	9,039	22,851
6.0	9,235	16,936
7.0	7,917	13,005
8.0	7,469	13,696
9.0	6,968	12,985
10.0	6,960	12,019

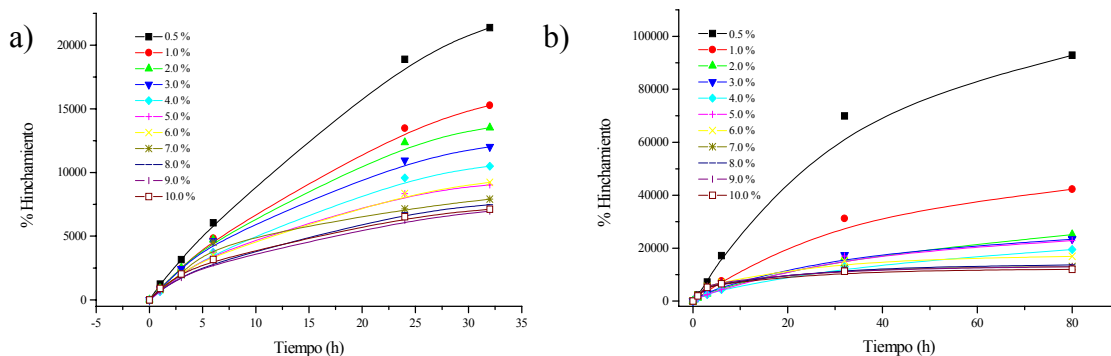


Figura 3. Cinética de hinchamiento a) Primer Ciclo b) Segundo Ciclo

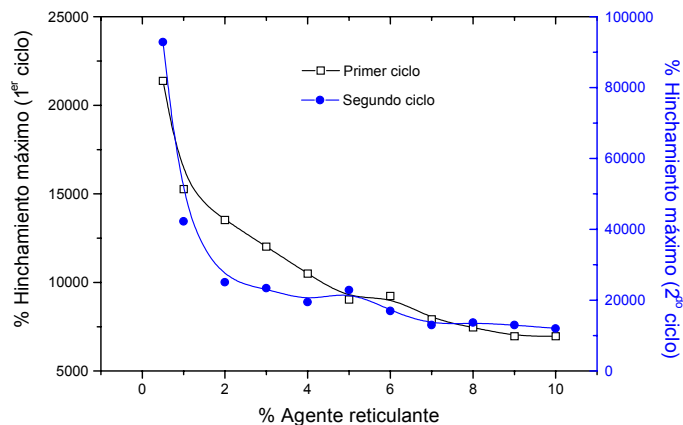


Figura 4. % reticulante vs. % de hinchamiento máximo para ambos ciclos de hidratación.

En la figura 5 se muestran fotografías con macroestructuras, tomadas a diferentes tiempos durante la cinética del primer ciclo de hinchamiento. Se pueden ver imágenes a 1, 3, 7, 24 y 33 horas de hinchamiento para un hidrogel sintetizado con un 0.5 % de agente reticulante.



Figura 5 Macroestructuras de hidrogeles con 0.5 % de reticulante, hidratados a distintos tiempos a) 1 h, b) 3 h, c) 7 h, d) 24 h y e) 33 h.

## CONCLUSIONES

Bajo condiciones adecuadas de temperatura y fotoiniciación, se logró la síntesis de hidrogeles que mostraron micro/meso y macroestructura simultáneamente. Se observó un aumento en la capacidad de hinchamiento en el segundo ciclo de hidratación debido a una posible reestructuración.

## BIBLIOGRAFÍA

1. R. H. Schmedlen, S. K. Mosters, J. L. West 2002, Biomaterials, vol. 23 p. 4325.
2. J. A. Burdick, K. S. Anseth 2002, Biomaterials, vol. 23, p. 4315.
3. D. M. García, J. L. Escobar, M. Bocourt, N. Bada, D. Zaldivar e I. Katime, 2003, “Revista Iberoamerica de Polímeros”, vol. 4(1), p. 93.
4. N. Pinzón, A. Espinosa, J. Perilla, E. Hernández e I. Katime, 2003, “Revista Iberoamericana de Polímeros, vol. 3(2), p. 38.
5. V. Sáez, E. Hernández y L. Sanz, 2003, Revista Iberoamericana de Polímeros, vol. 4(1), p. 21.
6. R. Jiménez, L. C. López, I. Reyes y S. García 2002 “Memorias SLAP 2002”, p. 472
7. Lellig et al. Chem. Int. 2002, 41,1,102-103
8. Jiménez A., R. M.; López U., L. C.; Reyes G., I.; Prado A., M., García E., S. Orozco G., E. y F. Bautista R., F. 2004. Memorias IV Coloquio de Investigación en Ingeniería Química.
9. García S.; López L. C.; Zepeda C.; Jiménez R. M.; Prado M.; Reyes I.; Orozco E., Bautista F. 2004. SLAP.
10. López L. C.; García S.; Jiménez R. M.; Prado M.; Reyes I.; Orozco E.; Bautista F. 2004. SLAP.