

SÍNTESIS Y CINÉTICA DE HINCHAMIENTO DE UNA RED POLIMÉRICA DE POLIACRILAMIDA Y GELATIN

J. F. Mendoza-Zamora, A. Martínez-Ruvalcaba*, P. Ortega-Gudiño, J. C. Sánchez-Díaz, A. González-Álvarez

Departamento de. Ingeniería Química, Universidad de Guadalajara. Blvd. Marcelino García Barragán y Calzada Olímpica. Guadalajara, Jal., 44430, México. e-mail: agustinm@ccip.udg.mx

Abstract- Este trabajo presenta los resultados obtenidos al llevar a cabo la síntesis de una red polimérica, un hidrogel de acrilamida/gelatin; así mismo se presentan los resultados de la cinética de hinchamiento realizada a estos hidrogeles en diferentes medios. Los geles fueron sintetizados con un cantidad total de sólidos del 6%, en la cual se fue modificando la cantidad de acrilamida (las variaciones fueron del 100% al 80% respecto a los sólidos totales), el resto de los sólidos del gel siempre fue gelatin. Ambos materiales se disolvieron en agua y se mezclaron. La cinética de hinchamiento se llevó a cabo en cuatro diferentes medios: una solución buffer con pH de 4.0, una solución buffer con pH de 10.0, una solución buffer con pH de 7.0 y agua. Los resultados obtenidos nos muestran el efecto de la adición de una carga de gelatin a geles de acrilamida. Así mismo, los resultados presentan el efecto del medio en que se hincha el hidrogel; se tomó como referencia a los geles de acrilamida/gelatin que fueron puestos a hinchar solo en agua, y se hace un análisis de como se modifican las curvas de hinchamiento al cambiar el agua como medio de hinchamiento por las soluciones buffer.

Introducción

Una de las aplicaciones de los hidrogeles de mayor relevancia en la actualidad es en el campo de la medicina. Este uso implica el cumplimiento de una serie de requisitos como son: compatibilidad mínima con los tejidos (biocompatibilidad), inalterabilidad frente a procesos de degradación y propiedades mecánicas adecuadas para cada uso. Estos materiales son altamente biocompatibles ya que hinchados llegan a retener grandes cantidades de agua, lo cual es benéfico, pero tiene la desventaja de tener propiedades mecánicas pobres. Las propiedades mecánicas de un hidrogel mejoran cuando el monómero es capaz de formar enlaces por puentes de hidrógeno. Por otro lado, un hidrogel hinchado se transforma en un material blando y presenta baja resistencia a la tracción y al desgarro [1,5].

Los hidrogeles son empleados principalmente en medicina como biomateriales, en instrumentos de diagnóstico y terapéuticos, en implantes para aplicaciones de corto y largo alcance y en sistemas de liberación controlada de fármacos. Los hidrogeles también son empleados en lentes de contacto, para mantener la humedad de la tierra cultivada, como materiales absorbentes (pañales), membranas de separación, recubrimientos, productos auxiliares para la industria del papel, como soportes para catalizadores, en cromatografía, como ligantes de productos farmacéuticos y en procesamiento de alimentos [2].

El Gelatin es un producto obtenido por hidrólisis parcial del colágeno derivado de piel blanca o tejido conectivo y huesos de animales, un material renovable. La gelatina comestible se prepara de tres materias primas cuidadosamente seleccionadas: huesos limpios frescos o congelados, de piel de cerdo y tejido conectivos. Consiste de una cadena

macromolecular en la cual están distribuidos proporcionalmente residuos de aminoácidos. El Gelatin es generado en diferentes procesos de manufactura, como la industria farmacéutica, cosméticos, tenería y alimentos. Presenta hinchamiento en agua además de gran contenido de carbono y nitrógeno que puede inducir una alta demanda de oxígeno en plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de drenaje, y eventualmente en sistemas de agua de enfriamiento [3].

La acrilamida es un polímero completamente sintético compuesto de un esqueleto hidrocarbonado al que se unen grupos carboxiamida, que mediante la copolimerización de esta con un comonomero entrecruzante que generalmente es la N-metil-N-bisacrilamida, es decir, un agente entrecruzante de similar estructura al monómero, se forma la poliacrilamida, que son geles de diversas porosidades dependiendo de las proporciones de acrilamida y agente entrecruzante utilizadas, y permiten formar variadas matrices para las aplicaciones deseadas. La reacción de copolimerización se lleva a cabo con la adición de agentes iniciadores, comúnmente es el tetrametiletilenediamina (TEMED), que acelera la descomposición del persulfato de amonio en radicales de sulfato libres, los que inician la reacción al convertir a los monómeros de acrilamida en radicales libres que reaccionan a su vez con los monómeros no activados procediendo de esta forma a la polimerización [4].

Si un hidrogel posee grupos funcionales ionizables, es muy probable que sea sensible a los cambios del pH del medio utilizado para su hinchamiento, por el contrario si el hidrogel no posee ningún grupo funcional ionizable el pH no tiene ningún efecto sobre su hinchamiento. [6]

Sección Experimental

Se forma una solución de gelatina en agua a 35°C. Esta solución se mezcla con otra solución acuosa de acrilamida que ya contiene el entrecruzante (N-metil-N-bisacrilamida) y el iniciador. Se mezclan perfectamente las soluciones acuosas y una vez que se obtiene la homogeneidad en la mezcla, se coloca en viales de 20 ml. lo cuales se ponen en un rotor dentro de una estufa que se encuentra a 45°C por 24 horas.

Una vez sintetizado el material se rompe el vial para recuperar el gel, el cual es lavado con agua destilada por 24 horas. Se seca a temperatura ambiente para posteriormente realizar las pruebas de hinchamiento mediante el método de gavimetría. Se formaron hidrogéles con 4 diferentes relaciones estequiométricas entre la acrilamida y la gelatina (9.5/0.5, 9/1, 8.5/1.5, 8/2) todos con un 6.0% de sólidos totales. Las pruebas de hinchamiento se llevaron a cabo en cuatro medios: soluciones buffer (con pH 4.0, 7.0 y 10.0) y agua destilada.

Resultados y Discusión

La síntesis de una red polimérica se logró al hacer que se formara un hidrogel de poliacrilamida que a su vez atrapó una matriz de gelatin. El material que se forma es efectivamente un hidrogel, puesto que una vez que se seca y es colocado en un medio

fluido, absorbe cantidades importantes de líquido sin que su estructura colapse, comportándose como un material elástico.

Al analizar las gráficas obtenidas de la cinética de hinchamiento (Figura 1 y Figura 2) podemos observar que la adición de una carga de gelatina siempre provocará un aumento en el porcentaje de hinchamiento, independientemente del medio fluido absorbido por el xerogel.

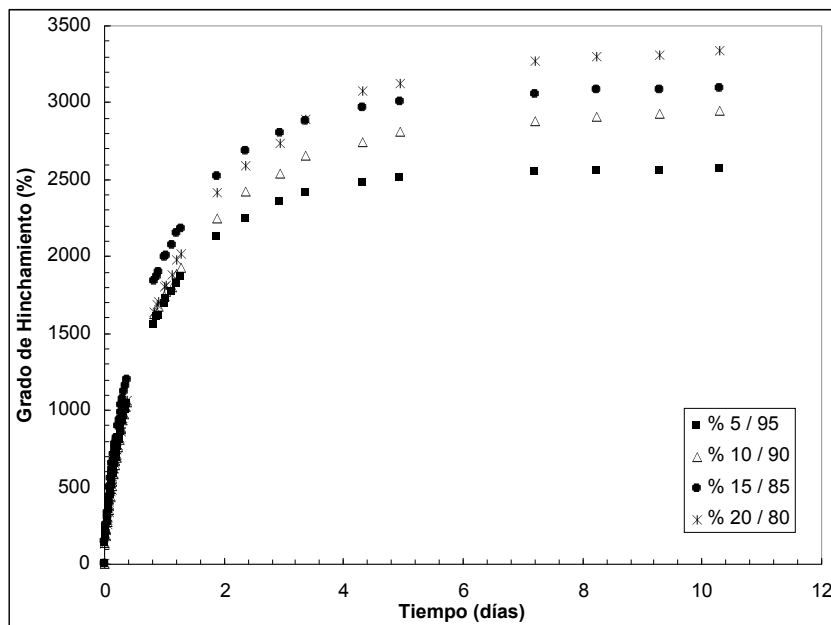


Figura 1- Curvas de hinchamiento para hidrogeles con diferentes relaciones estequiométricas gelatin/acrilamida y que hincharon en una solución buffer de pH 4.

La figura 3 muestra los hinchamientos para los sistemas inmersos en soluciones buffer tendrán siempre hinchamientos ligeramente mayores cuando la solución buffer tiene un pH de 10.0; los sistemas que hincharon en agua no lo hacen de forma diferente a los que lo hacen en una solución buffer de pH 7.0 o 4.0.

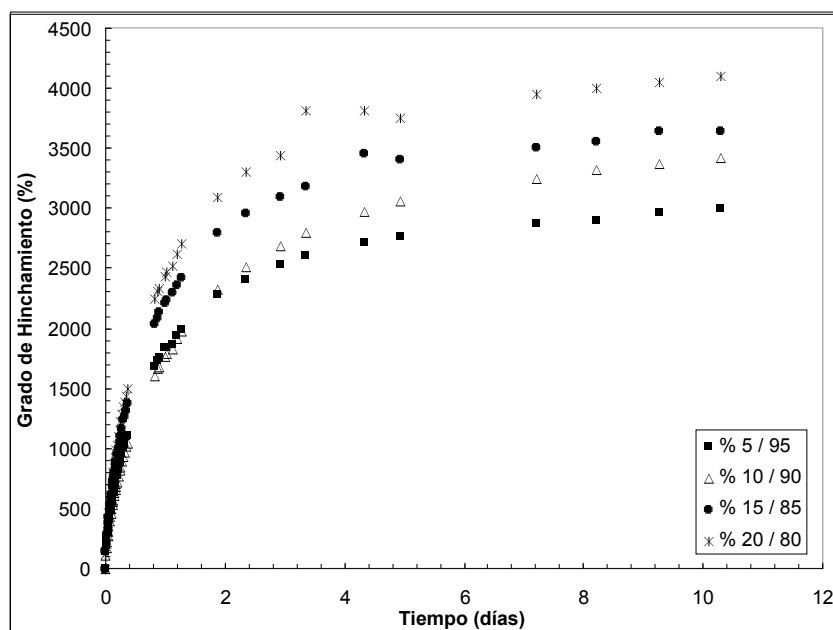


Figura 2- Curvas de hinchamiento para hidrogeles con diferentes relaciones estequiométricas gelatin/acrilamida y que hincharon en una solución buffer de pH 10.

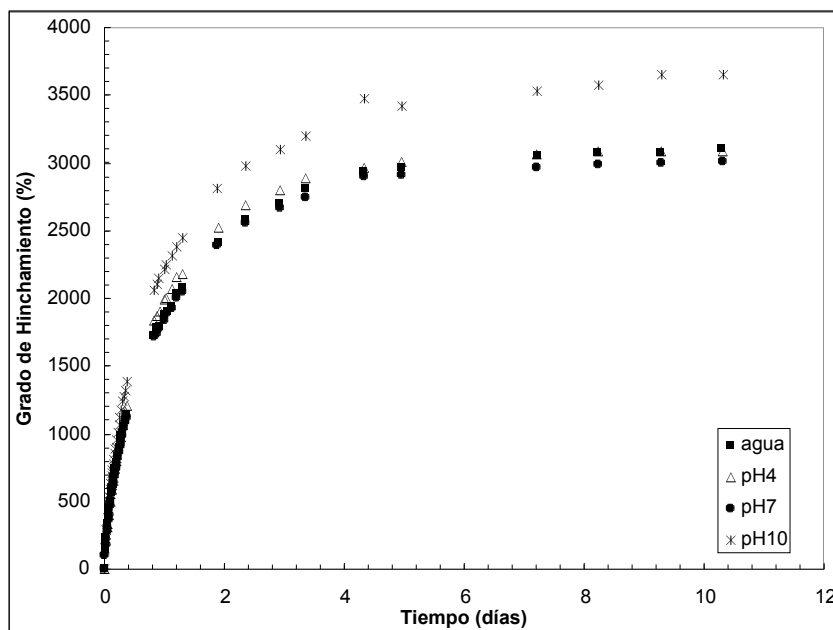


Figura 3 - Curvas de hinchamiento para los hidrogeles con una composición estequiométrica gelatin/acrilamida de 5/95% que hinchan en las diferentes soluciones buffer y el agua destilada.

Conclusiones

Para los sistemas estudiados encontramos que sus propiedades de hinchamiento son dependientes de los dos factores que analizamos: la relación estequiométrica entre la acrilamida y la gelatina, así como, la naturaleza del medio en que hinchan.

Los hidrogeles de acrilamida (geles de referencia), hinchan más en agua, y enseguida lo harán más en la solución buffer con pH 10.0 que en la de pH 4.0. En cambio los hidrogeles con una carga de gelatina presentaran hinchamientos menores y siempre hincharan mas en la solución buffer con pH de 10, independientemente de las relaciones estequiométricas. Actualmente se está trabajando en la determinación de las propiedades mecánicas de estos materiales lo cual nos dará una visión más amplia de las posibilidades de estos materiales para su uso en la liberación controlada de medicamentos.

Referencias

1. Martinez-Ruvalcaba A. (2001) **Rhéologie des solutions de chitosane et des hydrogels de chitosane-xanthane**. Ph. D. These, Université de Sherbrooke (Canada)
2. Peppas N. A., Bures P., Leobandung W., Ichikawa H. (2000) **Hydrogels in pharmaceutical formulations**. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 50: 27-46
3. Chiellini E., Cinelli P., Grillo-Fernandes E., Lazzeri A. (2001) **Gelatin-Based and Composites**. Morphological and Termal Mechanical Characterization. *Biomacromolecules*, 2: 806-811
4. www.ibt.unam.mx (El Instituto de Biotecnología es una entidad universitaria perteneciente al Subsistema de la Investigación Científica (SIC), realiza investigación de excelencia académica para el desarrollo de la biotecnología moderna, en diversas áreas y disciplinas como la ingeniería celular, biología del desarrollo, biología estructural, fisiología, microbiología y medicina moleculares)
5. Crescenzi V., Francescangeli A., Taglienti A. (2002) **New gelatin-based hydrogels via enzymatic networking**. *Biomacromolecules*, 3: 1384-1391
6. Issa A. Katime Amashta. **Hidrogeles Inteligentes**. Grupo de nuevos materiales. Univesidad del País Vasco (EHU/UPV). Facultad de Ciencias. Departamento de Química Física. Campus de Leioa.