

# PREPARACIÓN DE HIDROGELES UTILIZANDO GOMAS VEGETALES, GOMA XANTANA E HIDROXIETILCELULOSA

**E. F. Rubio Cruz<sup>1</sup>, B. E. Moreno Martínez<sup>1</sup>, T. J. Szymanski Ramírez<sup>1</sup>, E. J. Vernon Carter<sup>2</sup>, A. M. Mendoza Martínez<sup>1\*</sup>.**

<sup>1\*</sup> División de Estudios de Posgrado e Investigación del Instituto Tecnológico de Ciudad Madero (ITCM). Juventino Rosas y Jesús Urueta s/n, Col. Los Mangos, C.P. 89440. Ciudad Madero, Tamps., México, Tel. y Fax (833) 215-85-44. E-mail: [anamendo@prodigy.net.mx](mailto:anamendo@prodigy.net.mx); [ernesto\\_rubio\\_cruz@yahoo.com.mx](mailto:ernesto_rubio_cruz@yahoo.com.mx).

<sup>2</sup> Universidad Autónoma Metropolitana - Iztapalapa, Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica.

## Resumen

La ciencia de los polímeros ha experimentado un desarrollo que ha hecho posible el diseño de novedosos materiales con excelentes propiedades, empleados para propósitos específicos, como es el caso de “los hidrogeles” los cuales por definición son redes tridimensionales, capaces de absorber y retener grandes cantidades de agua por tiempos prolongados sin disolverse en ella. En este trabajo se sintetizaron materiales a partir de *Prosopis laevigata* conocida como goma de mezquite (MG), goma karaya (KG), una goma biosintética, la cual es la goma xantana (XG) y un derivado de la celulosa, la hidroxietilcelulosa (HEC), empleando como iniciador al hidróxido de sodio (NaOH) y como agente entrecruzante al glutaraldehído (GA). La síntesis se llevó al cabo a tres diferentes concentraciones de iniciador y entrecruzante. La medición del grado de hinchamiento, es una de las caracterizaciones que se le realizaron a los hidrogeles el cual fue de 4,266.9% para el hidrogel preparado con goma de mezquite (MG30%/KG60%/HEC210%), observándose que este material conserva su forma, mientras que para el hidrogel preparado con goma xantana (XG30%/KG60%/HEC210%), fue de 7,174.0% y el material no conserva una forma tan definida como el preparado con goma de mezquite.

## Introducción

El área de los polímeros naturales, es una de las más importantes hoy en día, experimentando un gran auge, debido a que cada vez son más los materiales elaborados con productos de origen natural, mostrando un gran interés tanto en aplicaciones biomédicas como biotecnológicas, por mencionar algunas. Los recursos renovables son materiales que se producen en los reinos animal y vegetal. El término polímeros de fuentes renovables se refiere a los productos naturales que son poliméricos cuando crecen o que pueden ser polimerizados. Estos productos pueden estar sujetos a la purificación, además de las reacciones o a una variedad de etapas de procesamiento antes de la utilización final. Los sitios reactivos funcionales en un producto natural, dentro de los límites, sufren reacciones similares a aquellos encontrados en las moléculas sintéticas, además la estructura macromolecular producida naturalmente, puede exhibir propiedades diferentes a los materiales sintéticos (Kroschwitz, 1990; Seymour, 1995).

Los polisacáridos constituyen un componente importante de la materia viva. Ellos despliegan una perfecta biocompatibilidad y biodegradabilidad, características básicas de los polímeros que se usan en aplicaciones biomédicas. Ellos tienen varias características no encontradas en otros polímeros naturales. Recientemente, han sido descubiertas propiedades específicas como antivirales, antitumorales, moduladores de genes, etc., en varias clases de polisacáridos.

Actualmente los polisacáridos se usan en medicina en una gran escala, éstos incluyen a la celulosa, a los derivados de celulosa, a la heparina, la dextrina, el pullulano, el

ácido hialurónico y el alginato. Además, los materiales celulósicos, la celulosa regenerada y sus derivados metilo, etilo, amino etilo y acetato-ftalato se están investigando como membranas en riñones artificiales, materiales encapsulantes para liberación controlada de fármacos, suturas y vendas, y materiales compatibles con la sangre; son usados principalmente para purificación de la sangre, como anticoagulante y como extensor de plasma en soluciones acuosas (Dumitriu, 2001).

## Sección Experimental

La síntesis del hidrogel se realizó de la siguiente manera: en un reactor de vidrio se agregaron las cantidades de los reactivos, con agitación mecánica constante y a una temperatura de 60°C, mezclándolos en agua por un lapso de 30 min. Transcurrido este tiempo, se adicionó la solución del iniciador (NaOH) la cual se tiene en tres diferentes concentraciones y se dejó agitando por 5 min. Por último, se agregó la solución del agente entrecruzante (GA), también en tres diferentes concentraciones y se dejó reaccionando la mezcla durante 30 min. a condiciones de agitación y temperatura constante. Pasado el tiempo de reacción, la mezcla se vació en una caja petri de plástico y se llevó a la estufa a una temperatura de 50°C por un tiempo de 48 hrs. para la formación de la película.

Entre las caracterizaciones que se les realizaron a los materiales obtenidos están: la Espectroscopia Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), la calorimetría diferencial de barrido (DSC) y las pruebas de hinchamiento.

## Resultados y Discusión

Las variables utilizadas para la síntesis de los hidrogeles se pueden observar en la tabla 1, así como los hidrogeles y las materias primas que lo conforman se muestran en la tabla 2.

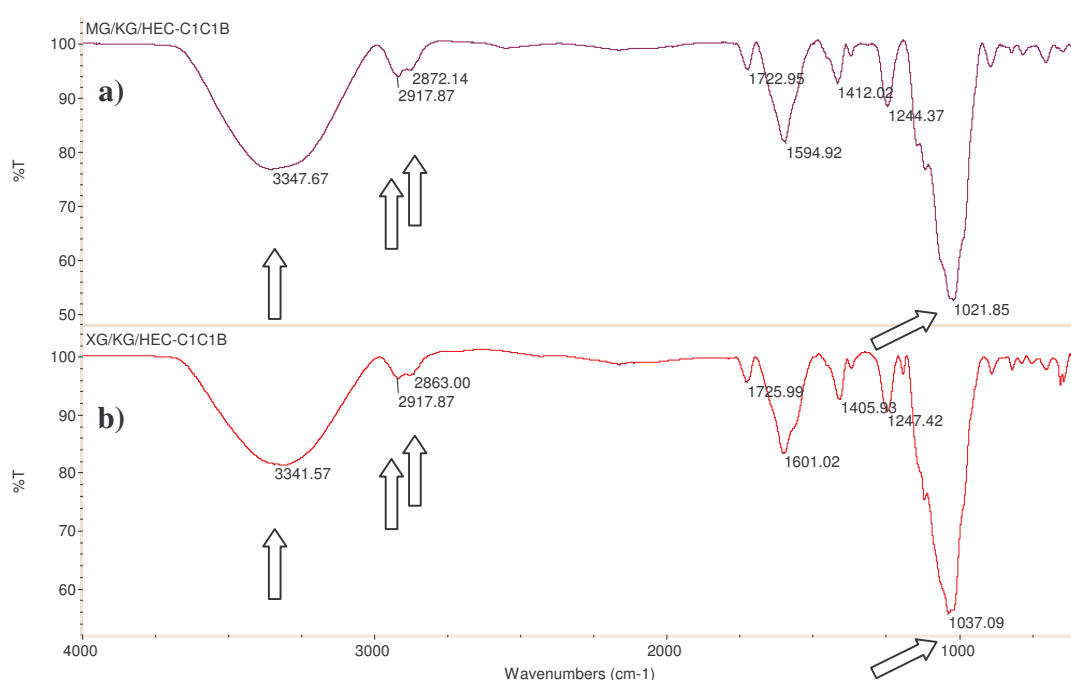
**Tabla 1** - Variables utilizadas para la preparación de los hidrogeles.

| VARIABLE                      | NÚMERO DE NIVELES | VALOR                        |
|-------------------------------|-------------------|------------------------------|
| Relación de los polímeros     | 3                 | 60/10/30, 30/60/10, 10/30/60 |
| % de Iniciador, NaOH          | 3                 | 20, 25 y 30 %                |
| % de Entrecruzante, GA        | 3                 | 20, 25 y 30 %                |
| Peso molecular de la HEC (Mv) | 3                 | 90,000, 720,000 y 1,300,000  |

**Tabla 2** - Relación de los hidrogeles obtenidos y reactivos que lo conforman.

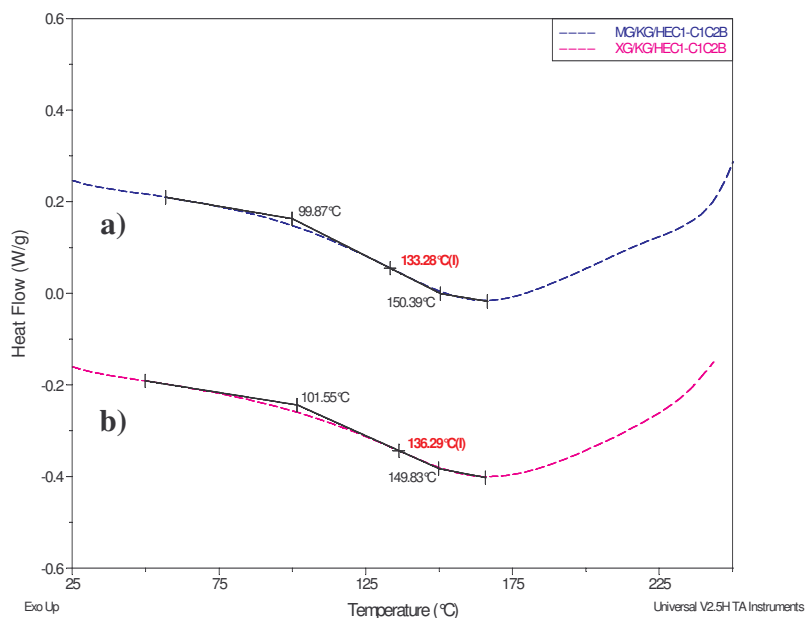
| MATERIAL  | REACTIVOS                 |
|-----------|---------------------------|
| XG/KG/HEC | Goma xantana (XG)         |
|           | Goma karaya (KG)          |
|           | Hidroxietilcelulosa (HEC) |
| MG/KG/HEC | Goma de mezquite (MG)     |
|           | Goma karaya (KG)          |
|           | Hidroxietilcelulosa (HEC) |

En la figura 1 se observan los espectros infrarrojos de los hidrogeles preparados tanto con goma de mezquite y goma xantana, observándose una clara similitud entre ellos, exhibiendo los siguientes picos; a los 3341.57-3347.67  $\text{cm}^{-1}$  se encuentra un pico ancho correspondiente al grupo hidroxilo (OH's), en la región de los 2917.87 y 2872.14  $\text{cm}^{-1}$  se observan dos picos característicos de los grupos metilos (-CH<sub>3</sub>) y metilenos (-CH<sub>2</sub>-), a los 1594.92-1601.02  $\text{cm}^{-1}$  se tiene la presencia del grupo carbonilo (C=O) y por último el pico de gran longitud que aparece a los 1021.85-1037.09  $\text{cm}^{-1}$  es de un enlace C-O, siendo todos estos picos característicos de los hidrogeles preparados.



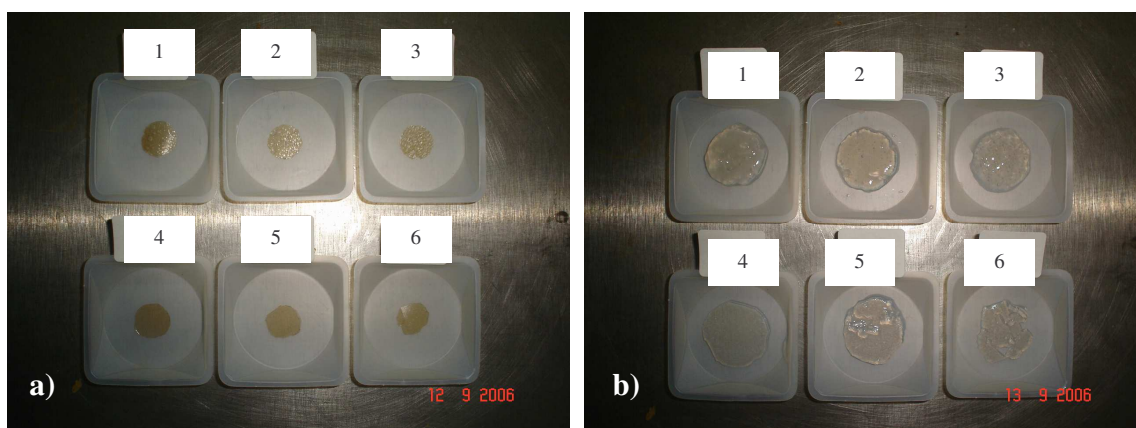
**Figura 1** – Espectros infrarrojos correspondientes a los hidrogeles preparados con: **a)** goma de mezquite y **b)** con goma xantana, mostrando la relación B (30/60/10) y utilizando una hidroxietilcelulosa con un peso molecular de 720, 000.

Mediante la utilización de la técnica de calorimetría diferencial de barrido (DSC), se obtuvieron las temperaturas de transición vítrea (T<sub>g</sub>) de los hidrogeles preparados, observándose su aparición a los 133.28°C para los hidrogeles elaborados con goma de mezquite, mientras que para los sintetizados con goma xantana es de 136.29°C, en ambos casos se aprecia la aparición de una sola y amplia T<sub>g</sub> (figura 2). De bibliografía (Rodríguez, 1984) se conoce que cuando hay formación de enlaces químicos entre los reactivos con el entrecruzante, en este caso con el glutaraldehído, solamente se presenta una sola temperatura de transición vítrea la cual es de gran amplitud.



**Figura 2** – Termogramas correspondientes a los hidrogeles preparados con: **a)** goma de mezquite y **b)** con goma xantana, mostrando la relación B (30/60/10).

En la figura 3 se observan las fotografías de los hidrogeles, antes y después de las pruebas de hinchamiento después de 24 hrs. de iniciado el análisis, se observa como aumenta considerablemente su tamaño además de que mantienen su forma, sin disolverse en el medio acuoso debido a que se encuentran entrecruzados. La prueba se les realizó a los hidrogeles que se elaboraron variando al derivado de celulosa, el cual se tiene con tres diferentes pesos moleculares (HEC1 «90,000», HEC2 «720,000» y HEC3 «1,300,000»), elaborados con goma de mezquite y con goma xantana.



**Figura 3** – Fotografías del antes **a)** y el después **b)** de las pruebas de hinchamiento de los hidrogeles preparados con: goma de mezquite (4, 5 y 6) y con goma xantana (1, 2 y 3), mostrando la relación B (30/60/10).

Los resultados de las pruebas de hinchamiento mostrados en la tabla 3, indican que de las muestras que se prepararon con goma xantana, la que se sintetizó con una hidroxietilcelulosa con un peso molecular de 720,000 alcanzó un valor de 7,174.0%, mientras que para las preparadas con goma de mezquite, la sintetizada con una hidroxietilcelulosa del mismo peso molecular obtuvo un valor de 4,266.9%, esto es debido a que las muestras elaboradas con goma xantana son mas porosas en comparación de las preparadas con goma de mezquite, ya que tienen un mayor espacio entre si y absorben mas fácilmente las moléculas de agua.

**Tabla 3** - Resultados de las pruebas de hinchamiento de los hidrogeles obtenidos con goma de mezquite y con goma xantana, mostrando la relación B (30/60/10).

| FOTOGRAFÍA | MUESTRA          | % HINCHAMIENTO | CONSTITUYENTE    |
|------------|------------------|----------------|------------------|
| 1          | XG/KG/HEC1-C1C2B | 5,777.0        | Goma xantana     |
| 2          | XG/KG/HEC2-C1C2B | 7,174.0        |                  |
| 3          | XG/KG/HEC3-C1C2B | 7,035.9        |                  |
| 4          | MG/KG/HEC1-C1C2B | 3,265.6        | Goma de mezquite |
| 5          | MG/KG/HEC2-C1C2B | 4,266.9        |                  |
| 6          | MG/KG/HEC3-C1C2B | 2,779.2        |                  |

## Conclusiones

Apoyados en los resultados de las pruebas de hinchamiento, estos hidrogeles presentan una buena capacidad de absorción, lo que los hace candidatos idóneos a ser utilizados principalmente en el campo de la medicina, como sistemas de liberación de fármacos.

La aparición de una sola y amplia Tg en ambos materiales, tanto los elaborados con goma de mezquite como con goma xantana, nos indican la formación de una matriz polimérica debido a la formación de enlaces químicos entre los reactivos empleados.

## Agradecimientos

Al Consejo del Sistema Nacional de Educación Tecnológica (COSNET) a través del proyecto 403.04-P y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) a través de la beca con número de registro 185655.

## Referencias

1. S. Dumitriu, in *Polymeric Biomaterials / Second edition*, Marcel Dekker, Inc., New York; 2001; 1, 3.
2. J. I. Kroschwitz, in *Encyclopedia of polymer science and engineering CONCISE*, Printed in the United States of America; 1990.
3. F. Rodríguez, in *Principios de Sistemas de Polímeros*, Ed. Manual Moderno; 1984.
4. R. B. Seymour and C. E. Carraher, in *Introducción a la Química de los Polímeros*, Ed. Reverté, S. A.; 1995.