

Estudio del ácido acrílico co- diacrilato de polioxido de etileno de alto peso molecular como monómero tensoactivo reticulante: copolimerización con ácido acrílico

Flores M.J.¹, S. García Enriquez^{1,5}, Reyes González², Prado M.³, Becerra B.F.¹,
Rentería U.M.¹, Moscoso F.⁴, Jiménez R.M.².

⁽¹⁾ Departamento de Química

⁽²⁾ Departamento de Ingeniería Química

⁽³⁾ Departamento de Matemáticas

Centro Universitario de Ciencias Exactas e Ingenierías

Universidad de Guadalajara, Jalisco, México

BULEVAR MARCELINO GARCÍA BARRAGÁN 1421,

GUADALAJARA 44420, JALISCO, MÉXICO.

⁽⁴⁾ Departamento de Ciencias Médicas y de la Vida

Centro Universitario de la Ciénega

Universidad de Guadalajara, Jalisco, México

⁽⁵⁾ División de Maquinas, Herramientas y Manufactura de Plásticos, Centro de Enseñanza Técnica
Industrial, Jalisco, México

Tel. / Fax 01 (333) 650 3401. E-Mail: fmjorge_2004@yahoo.com.mx,

rosamjimenez@hotmail.com

1. Resumen

Los sellos mecánicos para la retención de aceite requieren de propiedades especiales, dentro de las cuales la más importante es la resistencia al ataque de estos lubricantes, un hidrogel elastómero puede cubrir esta necesidad. Dado que un hidrogel hinchable en agua por su estructura y composición química no es soluble ni hinchable por aceites, resulta resistente a estos agentes. En este trabajo se sintetizó un novedoso hidrogel elastómero, ácido acrílico y como entrecruzante el diacrilato de polioxido de etileno, obteniéndose un hidrogel estructurado con retención de agua de 1000 a 5000 veces su peso, dependiendo de la concentración de entrecruzante. Los hidrogeles sintetizados son caracterizados morfológicamente por la técnica de microscopía de luz polarizada. Se analiza la influencia de la temperatura de síntesis de los hidrogeles, así como el efecto en la velocidad de hinchamiento y su máxima retención de agua.

2. Introducción

El estudio de hidrogeles estructurados y su respuesta a factores externos es de especial interés por su uso potencial en sistemas de liberación de drogas[1], actuadores [2], dispositivos

de separación[3], moldes para la síntesis de materiales micro/mesoporosos, empaques mecánicos, etc. La polimerización de estos hidrogeles depende fuertemente de las condiciones de reacción[4]. En este trabajo se analiza la influencia de la temperatura de síntesis sobre las propiedades mecánicas de los hidrogeles. Éstos se sintetizaron a partir de ácido acrílico que es entrecruzado con un compuesto polifuncional. Los grupos funcionales del ácido acrílico son los principales responsables de la hidrofobicidad del material obtenido. Los materiales obtenidos exhiben simultáneamente microestructuras[5], mesoestructuras y macroestructuras de forma regular. Dichas estructuras también son función de las condiciones de reacción, destacando la temperatura. Hidrogeles basados en acrílicos sintetizados bajo condiciones muy controladas, exhiben combinaciones poco usuales en sus propiedades mecánicas y en su capacidad de hinchamiento. Estas propiedades dependen fuertemente de la concentración del agente entrecruzante, de la historia térmica durante la síntesis, de las condiciones de reacción principalmente a la temperatura de polimerización[6] por lo que resulta fundamental describir su comportamiento mecánico y la velocidad de hinchamiento del hidrogel con estas variaciones[7, 8, 9, 10,11, 12,13].

3. Condiciones Experimentales

Los hidrogeles se sintetizaron a partir de la copolimerización del ácido acrílico y diacrilato de polioxido de etileno. En la síntesis el ácido acrílico(98%, Aldrich) se disolvió en agua ajustando el pH a 7 mediante la adición de una solución de KOH 0.1 M. Posteriormente se agrega el diacrilato de polioxido de etileno como agente entrecruzante (DAPE4000 de Mexica Industrial); al 5%, 10%, 15, 20 y 25 % en peso. Se agregan a la mezcla de síntesis una mezcla redox como iniciador (K_2SO_4 , 99 %, Aldrich; $Na_2S_2O_6$, 99.3%, Aldrich), se agita y se introduce al baño atemperado. Se vario la temperatura de reacción de 30, 50 y 60 °C.

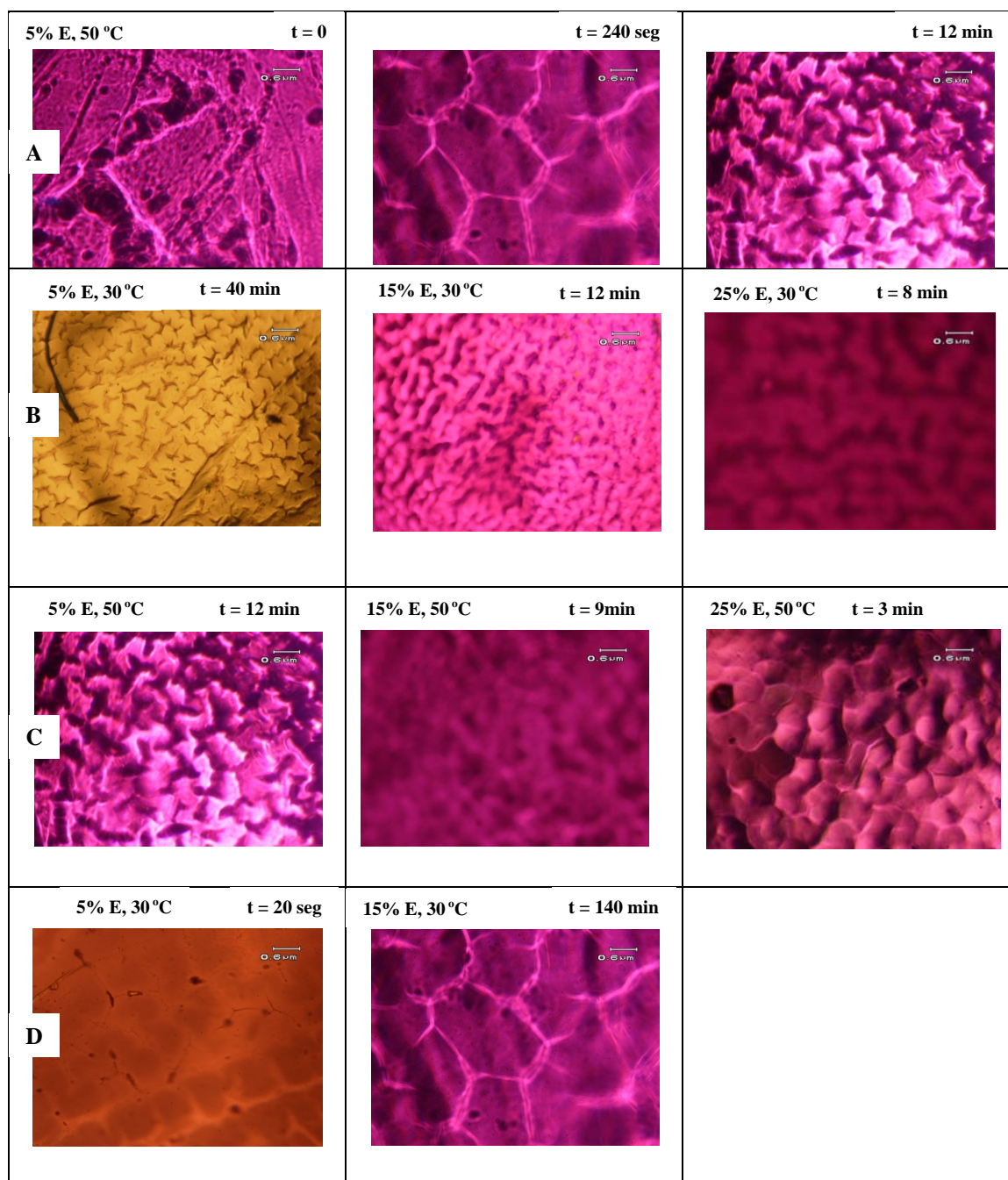
La cinética de hinchamiento de los xerogeles obtenidos se llevo a cabo en agua destilada a temperatura ambiente y se determinó por gravimetría. La caracterización morfológica de la mesoestructura se realizó en un microscopio de Luz polarizada usando un medio de contraste (Microscopio de Luz Polarizada BX50-P, con un *thermostitized mechanical stage* y un reflector fotográfico 10x) con una cámara CCD se tomaron fotografías

de la macroestructura (MV). Las pruebas mecánicas se realizaron en una maquina de pruebas universales marca UNITED.

4. Resultados y discusión.

Los hidrogeles sintetizados usando diferente concentración de agente entrecruzante presentan propiedades físicas similares. A bajos porcentajes de entrecruzante y al estar hinchados en agua fueron blandos, translucidos e insolubles en agua. Se obtuvieron varias macrografías de los materiales obtenidos para analizar su comportamiento macroscópico, donde se puede apreciar que los hidrogeles definen una estructuración a medida que van absorbiendo el agua, figura 1.A. Está queda definida a un tiempo determinado, que disminuye a medida que aumenta el % de agente entrecruzante, figura 1.B y 1.C, también es evidente que la temperatura de síntesis influye de manera determinante en el tiempo de definición. De la misma forma, al observar la figura 1.D se aprecia que la simetría y tamaño de la estructuración depende del % de agente entrecruzante, (formas regulares de 100µm en promedio al 5% de E, y formas irregulares mayores al 150 µm por 300 µm en promedio al 15% E). Una vez definida la estructuración que presenta el gel en el proceso de hinchamiento, a medida que esta en contacto con el agua, la forma no cambia solo aumenta, como se muestra en la figura 1.E.

Las cinéticas de hinchamiento de los hidrogeles sintetizados mostraron que el hidrogel alcanza porcentajes de hinchamiento variables y que son función del agente entrecruzante utilizado. La figura 2 muestra como la velocidad de hidratación disminuye fuertemente durante los primeros 10 minutos, manteniéndose prácticamente constante después de este tiempo y hasta llegar al equilibrio. Esto se debe a que la hidratación superficial no presenta ninguna oposición, mientras que al cambiar hacia el centro de la muestra, se hacen importantes los fenómenos de difusión. La cantidad de agua en función del tiempo de hidratación prácticamente no es afectada por porcentaje de agente entrecruzante que se utilice, observándose en la figura 3, como a cortos tiempos el cambio del porcentaje se ve incrementado fuertemente, alcanzando mas del 80 % en una hora para todos los hidrogeles evaluados y a tiempos superiores a cuatro horas se vuelve asíntota



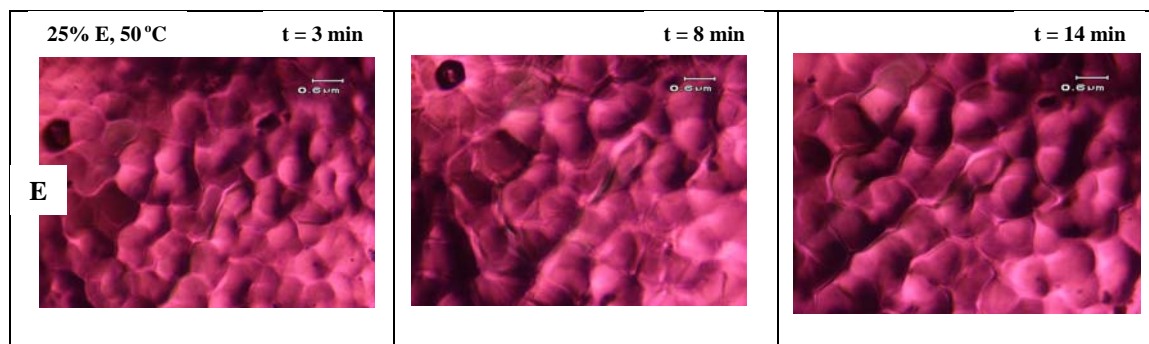


Figura 1. Macrográfías tomadas a los hidrogeles con 5, 15 y 25% a 30 y 50 °C.

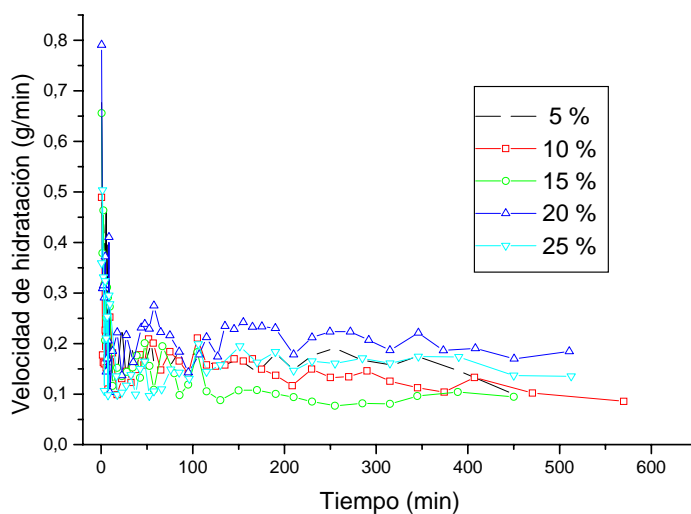


Figura 2. Velocidad de hinchamiento en hidrogeles con diferentes grados de agente de entrecruzamiento; 5, 10, 15, 20, y 25% a temperatura de 30 °C.

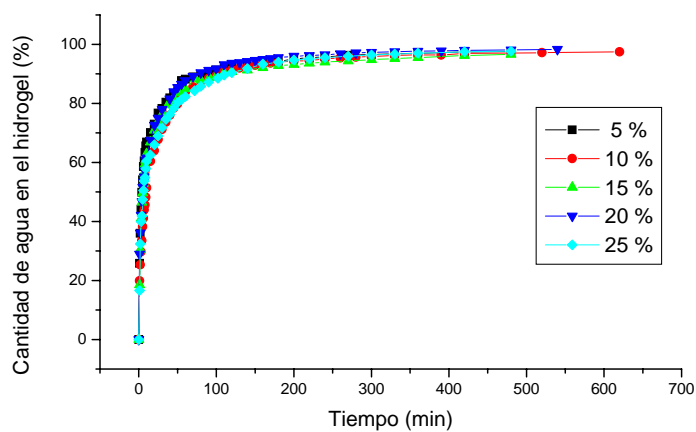


Figura 3. Cantidad de agua en el hidrogeles con diferentes grados de agente de entrecruzamiento; 5, 10, 15, 20, y 25% a temperatura de 30 °C.

5. Conclusiones

En base a los resultados obtenidos, se puede concluir que una de las principales funciones de este entrecruzante, además de seguir proporcionando grupos funcionales hidrofílicos (grupos hidroxilo y carbamidas), es mejorar el comportamiento estructural. La utilización de este agente entrecruzante, puede tener mejores puntos de entrecruzamiento (posee más dobles enlaces o grupos reaccionantes en su cadena), suprimiendo impedimentos estéricos y por lo tanto favorecer la formación de multiestructuración más regulares.

6. Referencias.

1. Kinney, A.B. & A.B. Scranton (1994)/ Superabsorbent Polymers, ACS/ Symposium series
2. Katime et al., Polymer International, (1996).
3. Ureta, L.C, et al, Langmuir (2005), unpublished.
4. Dong, L. C.; Hoffman, A. S. *J. Controlled Release* **1986**, 4, 223-226.
5. Freitas, R. F. S.; Cussler, E. F. *Chem. Eng. Sci.* **1987**, 42, 97-106.
6. De Rossi, D.; et al., Eds. *Polymer Gels Fundamental and Biomedical Applications*; New York, **1991**.
7. H. Shott, J. *Macromol. Sci. Phys.* **1992**, 22(3) 2-9
8. Gehrke, S.K. *Adv. Polym. Sci.* **1993**, 110, 83-144.
9. Okano, T. *Adv. Polym. Sci.* **1993**, 110, 180-195.
10. I. Katime y E. Rodríguez, *Rec. Res. Dev. Polym. Sci.*, 5, 139-152 (2001)
11. E. Rodríguez e I. Katime, *J. Appl. Polymer Sci.*, 90(2), 530-536 (2003).
12. Virendra Kumar, C.V. Chaudhari, Y.K. Bhardwaj *, N.K. Goel, S. Sabharwal; *European Polymer Journal*, **42**, 235–246 (2006).
13. Valderruten Posso N.; Universidad del Pais Vasco, Bilbao (España), 2001-