

## **Funcionalización Superficial de N-vinilpyrrolidona sobre Película de Ácido Poliláctico mediante el empleo de Luz Ultravioleta**

\*Mario H. Gutiérrez-Villarreal <sup>a</sup>, Mayra G. Ulloa-Hinojosa <sup>b</sup>, José G. Gaona-Lozano <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Centro de Investigación en Química Aplicada. Blvd.. Enrique Reyna 140, Saltillo Coahuila, C.P. 25253, México

<sup>b</sup> Fac. Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila, Av. Venustiano Carranza S/N, C.P. 25000. Saltillo, Coahuila, México  
[mariogtz@ciqa.mx](mailto:mariogtz@ciqa.mx)

### **1. Resumen**

La funcionalización superficial de N-vinilpyrrolidona (NVP) sobre una película de ácido poliláctico (PLA) utilizando luz UV y benzofenona (BP) como iniciador, originó una modificación del PLA en su comportamiento hidrofóbico natural a un comportamiento hidrofílico con alto grado de humectación. La película fue producida mediante extrusión con dado plano y una predeterminada cantidad de la solución del monómero conteniendo al fotoiniciador fue depositada entre dos películas sobrepuestas, este ensamble fue irradiado con luz UV empleando una lámpara de vapor de mercurio de 100 Watts a temperatura ambiente bajo atmósfera de nitrógeno a diferentes tiempos. Los parámetros superficiales de fotoinjerto: a) Porcentaje de conversión de monómero respecto a la fotopolimerización total (Cp), b) Porcentaje de conversión de monómero respecto a la polimerización fotoinjertada (Cg), y c) Eficiencia de fotoinjerto (GE), fueron calculados. La superficie de la película fue analizada mediante espectroscopia de luz UV, espectroscopia derivativa y ángulo de contacto por goniometría.

### **2. Introducción**

Es ampliamente conocido que las superficies químicas de los materiales poliméricos influyen directamente en algunas propiedades tanto de interés industrial y comercial, tales como: adhesión, flexibilidad, humectación, reactividad, etc., pudiendo verse limitadas estas aplicaciones por algún impedimento o defecto superficial.

Debido a lo anterior, una amplia variedad de métodos para la modificación de superficies poliméricas han sido reportados por diferentes autores para un gran número de aplicaciones [1, 2].

Recientemente [3] se ha desarrollado un nuevo proceso de fotoinjerto en “masa”, es decir utilizando dos películas formando un sándwich; este método resulta eficiente ya que se

obtienen películas con superficies fotoinjertadas en pocos segundos.

La técnica en “masa” ofrece las ventajas de utilizar al fotoiniciador y al monómero sin necesidad de adicionar solventes, lo cual hace esta mezcla 100% reactiva, el proceso de injerto inicia en la superficie y procede a la interfase del polímero, y se trabaja bajo una atmósfera inerte de N<sub>2</sub>, para evitar que el oxígeno inhiba los radicales formados sobre la superficie polimérica. El proceso de injerto por fotoinducción es una técnica útil debido a su bajo costo de operación, pocas condiciones de reacción, y la selección de una intensidad de luz UV adecuada para llevar a cabo la reacción.

### **3. Condiciones experimentales**

El proceso de fotoinjerto utilizado fue reportado por Ping Ding [4]; en nuestro trabajo una muestra de 10 µl de una solución acuosa (75 wt % de monómero y 3 wt % de benzofenona) prepurgada con nitrógeno, fue depositada entre dos películas de PLA utilizando una microjeringa y presionada para homogenizar su distribución. El sistema se mantuvo en atmósfera de nitrógeno e irradiado con luz UV, manteniendo una distancia de 30 cm entre la lámpara y la muestra. El tiempo de irradiación fue variado con el fin de controlar el grado de polimerización. Un blanco se preparó bajo las mismas condiciones y utilizado como control pero sin ser irradiado. Después de la irradiación las muestras fueron separadas y sonificadas en agua por 10 minutos a 10 Htz para remover monómero sin reaccionar, benzofenona en exceso y polímero no injertado. Las películas fueron secadas bajo vacío por 24 horas hasta peso constante. Las películas injertadas fueron analizadas por espectroscopía de UV y Goniometría (ángulo de contacto). El porcentaje de conversión (Cp), porcentaje de injerto (Gp) y eficiencia de injerto (GE) fueron obtenidos por método gravimétrico bajo las siguientes definiciones:  $Cp = (Wp / Wm) \times 100\%$ ;  $Gp = (Wg / Wm) \times 100\%$ ;  $GE = (Wg / Wp) \times 100\%$ , donde Wp es el peso del polímero formado, Wm es el peso del monómero añadido y Wg es el peso de polímero injertado después de la sonificación y lavado.

### **4. Resultados y discusión**

La evolución del proceso de fotopolimerización o porcentaje de injerto (Cp) y la eficiencia de polimerización superficial (GE) del monómero de NVP se muestran en la figura 1,

como una función del tiempo de irradiación. En un período de 10 min., 35 % del total del monómero inicial se injertó como polímero durante el proceso de fotopolimerización (Cp), lográndose una eficiencia (GE) cercana al 80 %.

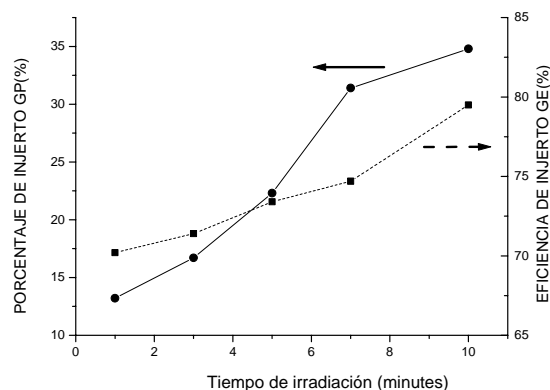


Figure 1. Porcentaje y eficiencia de injerto de la NVP sobre película de PLA vs .tiempo de irradiación

La variación del ángulo de contacto vs. tiempo de irradiación para las superficies injertadas y polimerizadas a partir de la solución del monómero de NVP se muestra en la figura 2.

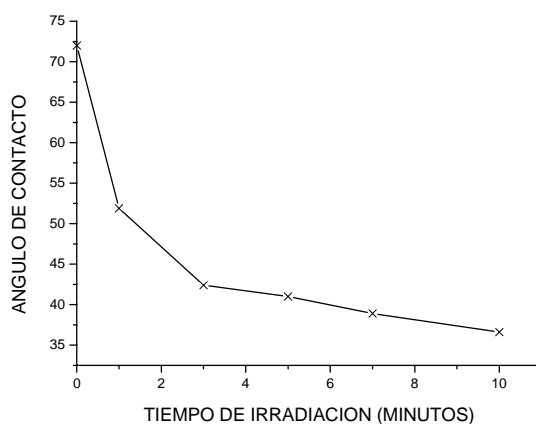


Fig.2. Medición del ángulo de contacto de las películas de PLA injertadas con PVP a diferentes tiempos

La película virgen de PLA antes de su irradiación, exhibe un ángulo de contacto para el agua de  $72^\circ \pm 1^\circ$  y después de ser irradiada por 10 minutos el ángulo de contacto fue de  $36.6^\circ \pm 1^\circ$ , lo que es indicativo de una modificación substancial de su superficie durante el proceso de irradiación. Una reducción de  $\sim 25\%$  del valor original después del primer minuto de irradiación, muestra claramente que el injerto de la NVP ocurre inmediatamente al ser expuesta con luz UV.

La Figure 3 muestra los cambios espectrales UV normales y de la primera derivada de la película injertada a diferentes tiempos de irradiación. El espectro de la primera derivada ofrece una ventaja substancial respecto a la derivada cero o espectro normal, si la pendiente de la absorbancia vs longitud de onda del blanco o testigo no es muy grande, comparada con las pendientes de los espectros de las diferentes películas injertadas de interés.

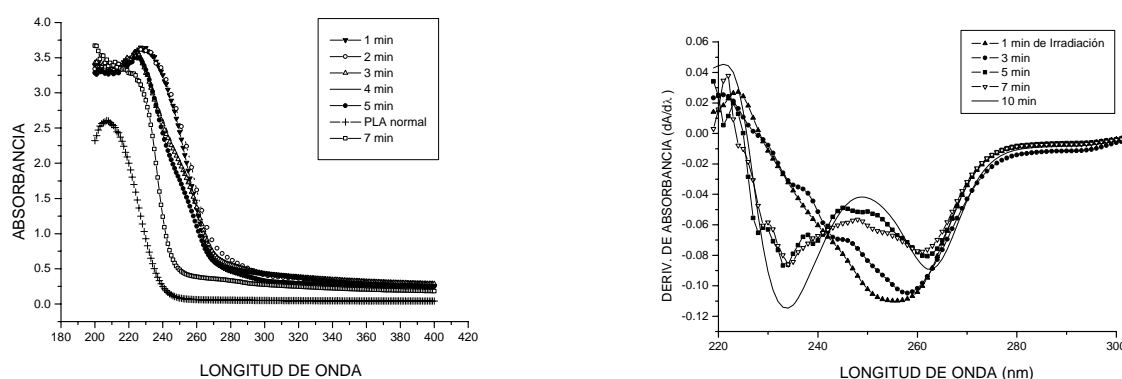


Fig.3. Agrupación de espectros UV normales y de la primera derivada del injerto de NVP sobre el PLA a diferentes tiempos de irradiación.

## 5. Conclusiones

La N-vinilpirrolidona fue fácilmente fotoinjertada sobre la superficie de la película de PLA usando benzofenona como fotoiniciador, el grado de humectación del PLA fue mejorado y puede ser manipulado mediante los cambios de tiempo de irradiación. El proceso de fotoinjerto mediante el empleo de luz UV es una técnica efectiva y rápida de modificación superficial de los materiales poliméricos. La espectroscopía diferencial de luz UV se ha mostrado como una técnica analítica sencilla para seguir el proceso de injerto.

## 6. Referencias

- 1- Huid K. B., Nielsen P. S., Stengaard F. F. *J. Appl. Polym. Sci.* (1990) 54, 125.
- 2- Ulbricht M., Oechel A., Lehmann C. *J. Appl. Polym. Sci.* (1995), 55, 1707.
- 3- Wantai Yang and Bengt Ranby. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 62, 533-543 (1996).
- 4- Jian Ping Deng, Wan Tai Yang and Bengt Ranby. *Journal of Applied Polymer Science* 77, 1513-1521, (2000).