

EVALUACION DEL DESEMPEÑO MECANICO DE FILMS BASADOS EN POLIETILENO LINEAL DE BAJA DENSIDAD Y LIGNINA KRAFT

L.R. Chiappero*⁽¹⁾, E. B. Moura⁽²⁾ y V. V. Nicolau⁽¹⁾

⁽¹⁾GPol, Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional San Francisco
Av. De la Universidad 501, San Francisco, Córdoba, Argentina

⁽²⁾Centro de Química e Meio Ambiente - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242. Butantã, San Pablo - Brasil

*luciochiappero@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El polietileno lineal de baja densidad (PELDB) es un termoplástico de cadena lineal con múltiples números de ramificaciones cortas. Se sintetiza a partir de la copolimerización de etileno con olefinas de cadena más larga en presencia de catalizadores. El PELDB tiene una viscosidad más baja y una mayor resistencia a la tracción que el polietileno de baja densidad. Sus aplicaciones están muy extendidas e incluyen el envasado de alimentos, juguetes, y tapas, entre otras

Con el propósito de reducir su costo y/o mejorar sus propiedades finales se han empleado cargas minerales tales como vidrio, carbonato de calcio, talco, caolín y silicatos. Factores como el tamaño, adhesión interfacial matriz-relleno y la cantidad de relleno afectan las propiedades mecánicas del material (Miao and Hamad, 2017). En la actualidad, existe un interés creciente en el uso de rellenos orgánicos. Los rellenos orgánicos, en comparación con los inorgánicos, poseen ventajas como la baja densidad, la baja abrasión en equipos, y su renovabilidad. En este sentido, la lignina es el segundo biopolímero más abundante del planeta, siendo la madera proveniente de los árboles la principal fuente de lignina (Laurichesse and Avérous, 2014).

En este trabajo se evalúa el efecto que una lignina del tipo Kraft de tamaño de partícula entre 38-75 μm sobre las propiedades mecánicas de películas flexibles de PELDB.

MÉTODOS

El polímero utilizado en este trabajo es un polietileno lineal de baja densidad (PELDB) de Braskem (Brasil), con una densidad de 0.931 g/cm^3 en forma de pellets. La lignina (L) utilizada es de tipo Kraft, proveniente de pino (madera blanda) producida por Mead Westvaco Corporation, EE. UU (Indulin-AT).

Para la caracterización de L se emplearon técnicas espectroscópicas y térmicas.

Los grupos funcionales de L se analizaron mediante espectroscopia infrarroja de transformada de Fourier

(FTIR). Aproximadamente 3×10^{-3} g de lignina seca se mezclaron con 0.3 g de KBr seco. Las mediciones se realizaron utilizando un espectrómetro Shimadzu PC 8201 entre las longitudes de onda 4000 y 400 cm^{-1} .

La temperatura de transición vítrea de la L se determinó por calorimetría diferencial de barrido (DSC) mediante un equipo Mettler Toledo DSC 822. La muestra se calentó desde 0 °C a 200 °C a 10 °C/min.

La estabilidad térmica se estudió mediante análisis termogravimétrico (TGA) en un equipo Toledo 812e en atmósfera de N_2 utilizando aire como purga. La muestra de L se colocó en un crisol de aluminio y se calentó desde 40 a 800 °C a 10 °C / min.

Previo a la preparación de las mezclas, L se sometió a un proceso de secado en un horno con circulación de aire a una temperatura de 60 °C durante 24 h. La reducción del tamaño de partícula se llevó a cabo en un molino de bolas y, posteriormente, se realizó una clasificación granulométrica para trabajar con un tamaño de partícula entre 38 - 75 μm .

Las mezclas de diferentes proporciones de PELDB/L se prepararon mediante extrusión por fusión usando un extrusor de doble tornillo HAAKE Rheomex P332, 16 mm y L/D = 25 Thermo Scientific. Las mezclas obtenidas se introdujeron en una extrusor único de matriz plana para la preparación de films. Los materiales obtenidos y su composición se muestran en la Tabla 1

Tabla 1. Materiales obtenidos.

Nomenclatura	Composición
1	100 % PELDB
2	97.5 % PELDB – 2.5 % L
3	95 % PELDB – 5 % L
4	90 % PELDB – 10 % L

Finalmente, se caracterizaron los films obtenidos mediante ensayos mecánicos y por termogravimetría (TGA). Para los ensayos de tracción se emplearon 5 probetas obtenidas en forma longitudinal a partir de las muestras de films. Las pruebas se llevaron a cabo utilizando una máquina de ensayos universal INSTRON,

modelo 4467 según norma ASTM D 882. La distancia de agarre y la velocidad de movimiento fueron 50 mm y 50 mm/min, respectivamente

RESULTADOS

El espectro de FTIR (Fig. 1) proporciona información sobre la estructura molecular de la lignina. Se observan las bandas de estiramiento correspondientes a los O-H ($3400\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$) y C-H ($2830\text{--}2950\text{ cm}^{-1}$). Además, la L presenta bandas características de unidades guayacilo (G): 1265 cm^{-1} , 1030 cm^{-1} y 850 cm^{-1} y solo una banda característica a grupo siringilo (S) (1114 cm^{-1}).

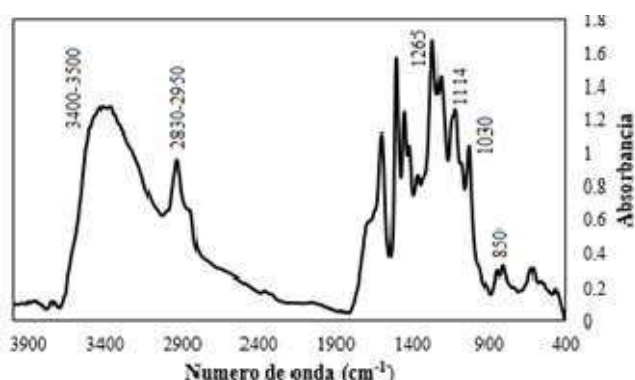


Fig. 1. Espectro FTIR de la lignina.

El termograma de L se muestra en la Fig. 2. A temperaturas por debajo de $200\text{ }^{\circ}\text{C}$, la pérdida de peso se debe a la volatilización de la humedad presente en las muestras de L, así como a algunos productos de descomposición de bajo peso molecular, como dióxido de carbono, monóxido de carbono y metano. Luego, en el rango de temperaturas de $250\text{ a }600\text{ }^{\circ}\text{C}$, la pérdida de peso podría explicarse por la degradación violenta de la L. Cuando la temperatura supera los $600\text{ }^{\circ}\text{C}$, se evidencia una pequeña pérdida de peso debido a reacciones de condensación de los anillos aromáticos de L.

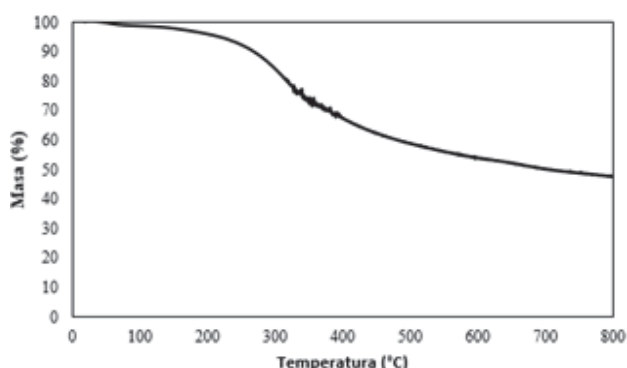


Fig. 2. TGA de la lignina.

El valor de T_g de la lignina obtenido por DSC resultó de $122\text{ }^{\circ}\text{C}$. Este resultado es similar a valores reportados en la literatura (Lisperguer et al., 2009).

En la Tabla 2 se presentan los valores de resistencia a la rotura (RR), alargamiento a la rotura (AR) y módulo elástico (ME) de los distintos films. Además, se presenta la temperatura de degradación (TD) de cada muestra, obtenida por TGA.

Tabla 2. Propiedades térmicas y mecánicas de los films.

	1	2	3	4
RR (%)	14.0 ± 1.4	9.7 ± 1.9	9.4 ± 2.1	7.5 ± 1.7
AR (%)	357 ± 15	355 ± 21	348 ± 34	290 ± 19
ME (Mpa)	323 ± 43	369 ± 23	342 ± 50	352 ± 42
TD ($^{\circ}\text{C}$)	415	452	446	445

Las mezclas con 2.5 y 5% de L muestran valores similares de RR siendo menores al correspondiente al PELDB convencional. Los valores de AR son comparables para los films con 0, 2.5 y 5% de L y menores a los correspondientes al 10% de L. La adición de L conduce a un mayor ME de los materiales obtenidos. Los films con 10% de L tienen la menor RR y AR, y el mayor ME en comparación el PELDB convencional. La reducción de la RR con la adición de L sugiere problemas de adhesión interfacial de los componentes y una reducción en la transferencia de tensión durante la aplicación de la carga. Por otra parte, la TD de los materiales con L es mayor al PELDB convencional, independientemente de la cantidad de L adicionada.

CONCLUSIONES

Todas las mezclas de PELDB/L presentaron mayor rigidez y menor resistencia a la tracción en comparación con el PELDB convencional. Este efecto incrementa con el incremento de L. Sin embargo, se obtuvieron resultados comparables de ductibilidad para las mezclas de PELDB con un 2.5 y 5% de L. El agregado de L mejora la estabilidad térmica de los films con aumento de su temperatura de descomposición independientemente de la cantidad de L adicionada. En futuros trabajos se funcionalizará la L mediante esterificación a fin de mejorar la compatibilidad de la L y el PELDB.

REFERENCIAS

- Laurichesse, Stéphanie, and Luc Avérous. "Chemical modification of lignins: towards biobased polymers." *Progress in Polymer Science*, **39**, 1266–1290 (2014)
- Lisperguer, Justo, et al. "Structure and thermal properties of lignins: characterization by infrared spectroscopy and differential scanning calorimetry" *Journal Chilean. Chemical. Society*. **4**, 460–463 (2009)
- Miao, Chuanwei, and Wadood Y. Hamad. "Controlling lignin particle size for polymer blend applications." *Journal of Applied Polymer Science*, **134**, 1 -10 (2017)