

# Valorización de los residuos de podas de *Jatropha curcas* L. para la obtención de pulpa celulósica

Ocaña-Colmenares, Luz D.<sup>1</sup>; Martínez-Valencia Biaani B.<sup>2\*</sup>; Velázquez-Pérez, Diana Y.<sup>2</sup>; Lucas-Rojas, Sofia<sup>1</sup>; Solís-Bonilla, José L.<sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Tecnológico Nacional de México, Campus Tapachula. Carretera Puerto Madero Km 2, Tapachula, Chiapas. C.P. 30700.

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Rosario Izapa. Laboratorio de Bioenergía, Km 18 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Tuxtla Chico, Chiapas. C.P. 30870.

\* Autor para correspondencia: martinez.biaani@inifap.gob.mx

## Problema

La industria de la pulpa y papel es el mayor usuario de madera derivado de árboles forestales. Lo anterior ha generado impactos nocivos tanto para la salud humana como para la flora y fauna, incluidos los ecosistemas terrestres y acuáticos. Este sector es uno de los más grandes y diversificados, y representa el quinto consumidor de energía en el mundo, después de las industrias químicas, siderurgia y refinación de gas y petróleo. La demanda de productos derivados de la industria del papel ha aumentado en los últimos años y se prevé que siga aumentando en las próximas décadas. Cada año se producen más de 400 millones de toneladas de papel mediante diferentes métodos químicos que utilizan diversas materias primas. Los nuevos mercados o mercados emergentes sostenibles con aplicaciones y derivación de productos como cartón, papel tisú, aplicaciones textiles o pulpa para productos de cuidado personal han contribuido a este crecimiento. Con el fin de mantener la calidad de vida y los niveles de desarrollo en el mundo, es imperativo acceder a materias primas limpias y sostenibles para la elaboración de productos químicos, materiales, energía, entre otros. Existe la necesidad urgente de reemplazar, por ejemplo, el plástico de un solo uso, el cual se produce a partir de fuentes no renovables, y sustituirlo por papel provenientes de vegetales y fibras de desecho, tales como los rastrojos, bagazo, cascarillas, ramas, entre otros.

## Solución planteada

Se han estado realizando investigaciones sobre el uso de residuos agrícolas para la producción de materiales verdes mediante métodos químicos, y se busca que estos recursos renovables y disponibles deben combinarse con tecnologías avanzadas. Los materiales celulósicos derivado de residuos agrícolas son considerados fuentes sostenibles para la extracción de celulosa. Tradicionalmente la madera y algunos recursos forestales fueron las

**Cómo citar:** Ocaña-Colmenares, L. D., Martínez-Valencia, B. B., Velázquez-Pérez, D. Y., Lucas-Rojas, S., & Solís-Bonilla, J. L., (2023). Valorización de los residuos de podas de *Jatropha curcas* L. para la obtención de pulpa celulósica. *Agro-Divulgación*, 3(1). <https://doi.org/10.54767/ad.v3i1.152>

**Editores académicos:** Dra. Ma. de Lourdes C. Arévalo Galarza y Dr. Jorge Cadena Iniguez.

*Agro-Divulgación*, 3(1). Enero-Febrero. 2023. pp: 37-40.

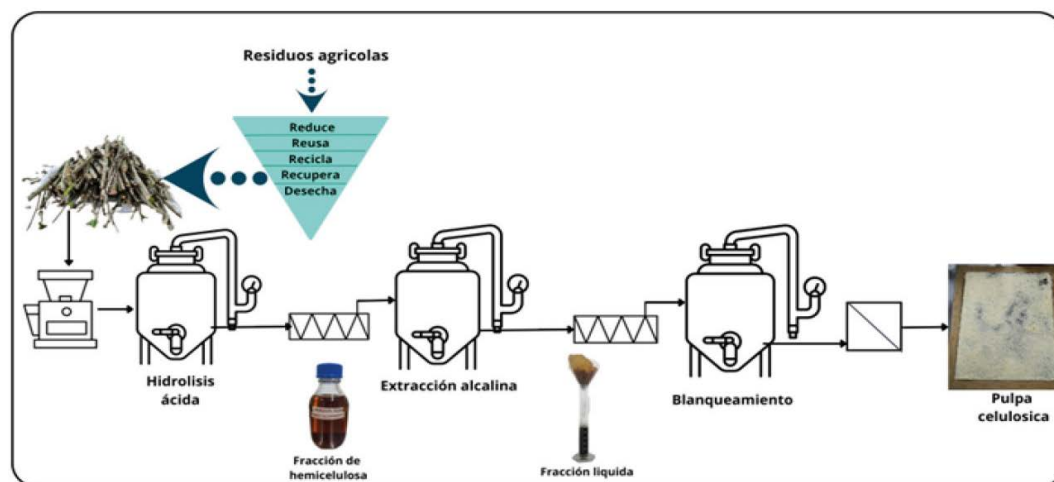
Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Attribution-Non-Commercial 4.0 International



fuentes básicas de fibras celulósicas utilizadas por las industrias papeleras, pero en los últimos años y en los países en desarrollo, alrededor del 60% de las fibras de celulosa se originan a partir de materias primas no madereras, tales como el bagazo, paja de cereales, bambú, juncos, yute, lino, entre otros. Por esta razón, la selección de fibras no leñosas adecuadas es fundamental para el rendimiento de la fracción fibrosa, la facilidad de procesamiento, la calidad y el costo del producto final a base de fibra celulósica.

Durante los últimos 15 años el aceite de las semillas de *Jatropha curcas* L. (Euphorbiaceae) planta perenne con múltiples propósitos ha recibido atención como fuente de energía renovable para la producción de Biodiesel debido a que tienen un alto contenido de aceite (43 a 59%). Las investigaciones realizadas en el Sur de México permitieron la obtención de las variedades clonales ‘Doña Aurelia’ de alta capacidad productora para uso en sistema intercalado con el cultivar clonal femenino ‘Gran Victoria’ y el cultivar polinizador ‘Don Rafael’ generadas por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Durante el manejo agronómico del cultivo, año con año se tienen que realizar podas de productividad, que generan más de 60 t de biomasa verde (residuos de poda) que podrían aprovecharse como insumo para la obtención de pulpa celulósica. Por lo tanto, se desarrolló un proceso para la obtención de pulpa celulósica a partir de ramas de *J. curcas* derivado de las podas productivas. El proceso se dividió en las etapas de molido, hidrólisis ácida, filtrado, extracción alcalina, filtrado, blanqueamiento y filtrado (Figura 1).

La primera etapa consiste en la molienda de las ramas previamente secadas al sol, posterior a eso se realiza una hidrólisis ácida para romper las estructuras de la hemicelulosa y eliminar la mayor cantidad de este compuesto con el fin de aumentar la disponibilidad de la celulosa en las etapas posteriores para su purificación. En esta parte, se testaron 16 tratamientos utilizando un diseño central compuesto rotacional (DCCR), las variables de proceso fueron concentración de  $H_2SO_4$  (1, 1.5, 2 %) y tiempo (30, 45 y 60 min), dando como resultado que para eliminar la mayor cantidad de hemicelulosa

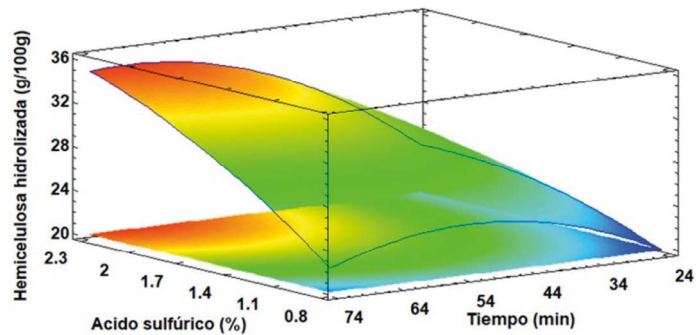


**Figura 1.** Fases del bioproceso para obtener pulpa celulósica derivada de residuos de podas de *Jatropha curcas* L.

fraccionada ( $35.84 \text{ g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) derivado de una hidrólisis ácida con explosión a vapor a partir de ramas de *J. curcas* bajo las siguientes condiciones de proceso de 66 min, 2.21% de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , 10% de biomasa (g/g), a  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ , con una  $R^2$  de 0.9072 (Figura 2).

Posteriormente, se realizó una extracción alcalina con explosión a vapor para solubilizar la hemicelulosa y reducir el tamaño de las cadenas de la celulosa y otros materiales comúnmente denominado “licor negro”. En esta etapa se realizaron tres tratamientos para definir el tiempo de hidrólisis básica con explosión a vapor adecuado, registrando que la mayor recuperación de celulosa es en 60 min (Cuadro 1).

Finalmente, se realizó un blanqueado utilizando una solución de  $\text{NaClO}$  al 3.5%, a  $70 \text{ }^\circ\text{C}$  con agitación constante durante 2 h. La fibra se lavó hasta alcanzar un pH neutro y se deja secar a temperatura ambiente por 24 h, posteriormente, se secó en estufa a  $60 \text{ }^\circ\text{C}$  por 24 h, obteniendo así pulpa celulósica (Figura 3).

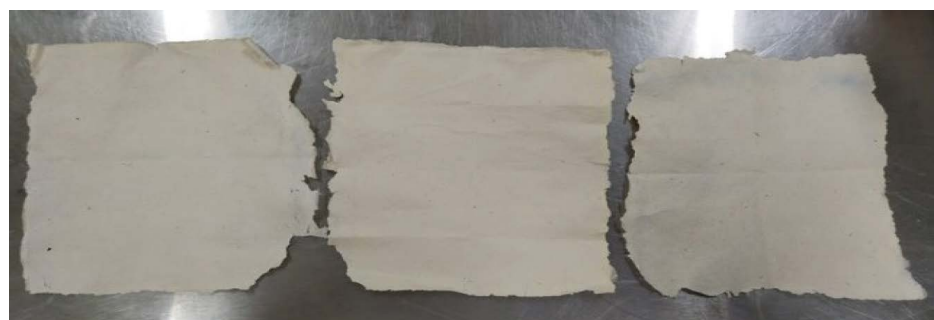


**Figura 2.** Superficie de respuesta sobre los efectos del tiempo (min) y contenido de ácido sobre la hemicelulosa hidrolizada con 8% de biomasa (g/g) a  $110 \text{ }^\circ\text{C}$ .

**Cuadro 1.** Evaluación del tiempo durante un proceso alcalino para la obtención de pulpa celulósica de las ramas de *J. curcas*.

Tratamiento	Tiempo (min)	Celulosa obtenida ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ )
1	45	$56.98 \pm 0.767b^*$
2	60	$59.205 \pm 0.133a$
3	75	$55.31 \pm 0.336c$

\*Medias con letras distinta por columna son significativamente diferentes (Tukey  $\leq 0.05$ ).



**Figura 3.** Papel artesanal elaborado a partir de pulpa celulósica de residuos de podas de *Jatropha curcas* L.

### Retribución social

Esta tecnología está a disposición de productores de *Jatropha curcas* como una opción para el aprovechamiento integral del cultivo bajo un enfoque de bioeconomía circular. También con especial énfasis en empresas e interesados en la elaboración de pulpa y papel con *J. curcas* como una nueva opción de materia prima.

### INNOVACIÓN, IMPACTOS E INDICADORES

Nivel de Innovación	Descripción	Transferido	Impacto		Indicador General de Políticas Públicas	Indicadores Específicos	Subindicador
			Sector	Ámbito			
Procesos	Implementación de una nueva o significativa mejora de un método de producción o de suministro	Asociaciones de Productores Gobierno de los Estados Productores independientes Comunidades Agrarias Poblaciones en particular	Secundario: Actividades económicas que transforman las materias primas en productos elaborados (Agroindustria)  Procesos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I)	Social Económico Ambiental Conocimiento	Ciencia y Tecnología Económico Educación Responsabilidad Ambiental	Competitividad Recursos Humanos Comercio Capacitación	Numero de tesis  Número de egresados (Lic. M.C., D.C.)  Número de publicaciones  Transferencias tecnológicas  Aplicación de técnicas y conocimientos tecnológicos para el desarrollo social y económico
Innovación sostenible	Desarrollo de productos y procesos que contribuyen al desarrollo sostenible						
Innovación frugal	Hacer más con menos. Idear estrategias de bajo costo para sortear las complejidades institucionales o limitaciones de recursos, conseguir innovar, desarrollar y entregar productos y servicios a los usuarios de bajos ingresos con poco poder adquisitivo						