

Aprovechamiento de los residuos de biodiesel a partir de *Jatropha curcas* como recurso renovable de carbón activado y adhesivos

Aguilar-Solís, M.; Sánchez-Vergara, M.E. & Barrientos-Ramírez, S.

Universidad Anáhuac México Norte, Facultad de Ingeniería, Av. Lomas Anáhuac N° 46
Col. Lomas Anáhuac, Huixquilucan, Estado de México, C.P. 52786.

RESUMEN

Como parte del ciclo de sustentabilidad en la disposición de desechos generados por la crianza del cerdo, se propone un proceso que involucra el cultivo de *Jatropha curcas* utilizando el agua tratada y la cerdaza, producto de las granjas de cerdos. A partir del árbol *Jatropha curcas* se produce biodiesel que a su vez genera residuos que también deben ser tratados; estos residuos están integrados por las cáscaras y la harina desgrasada. El objetivo del presente estudio es proponer una serie de alternativas para el uso de los residuos generados durante la producción de biodiesel, a partir de las semillas de jatropha. Los residuos de las cáscaras son transformados en carbón activado para uso en la adsorción de gases y los residuos de la harina desgrasada, se emplean en la formulación de adhesivos para uso en embalaje.

1. INTRODUCCIÓN

La especie *Jatropha curcas* (Euforbiaceae) es un arbusto originario de América ampliamente cultivado en países de Asia y África; es reconocida por ser un excelente cultivo debido a que se adapta fácilmente a zonas áridas, semiáridas y de alta pluviosidad, además, tiene pocas plagas y enfermedades. Es próspera en suelos de baja fertilidad y permite recuperar nutrientes, restaurar y rehabilitar suelos afectados por la erosión, así como mejorar la captura de carbono por el suelo ^[1-3].

La *Jatropha curcas* es un árbol cuya semilla tiene un alto contenido de aceite, lo cual ha permitido que esta especie se considere como cultivo potencial para la producción de biodiesel^[4-6]. Esta especie es de rápido crecimiento y la producción de semillas puede comenzar al primer año de su plantación, sin embargo; la producción de biodiesel a partir de estas semillas genera una gran cantidad de residuos, desde la cáscara hasta la harina desgrasada o prensado. Una opción viable para la disposición de estos residuos es la

obtención de carbón activado a partir de las cáscaras y la producción de adhesivos con la harina desgrasada de la *Jatropha curcas*, cuyo contenido de proteína es del 53-58 % en peso^[7].

El presente estudio tiene como objetivo proponer alternativas en el uso de los residuos generados durante la producción de biodiesel a partir de semillas de *J. curcas*. Se plantea por una parte, transformar los residuos de cáscaras en carbón activado, lo anterior para uso en la adsorción de gases y por otra parte, se estudia la disposición de los residuos de la harina desgrasada, en la formulación de adhesivos que pueden ser utilizados en embalaje.

2. METODO EXPERIMENTAL

Los frutos de la *Jatropha* son recolectados cuando comienzan a abrirse; un kilogramo contiene entre 1,000 y 2,370 semillas. La exposición directa al sol puede llegar a tener efectos negativos en la semilla y por esto, normalmente se secan a la sombra^[2]. Una vez separadas de los frutos, estas se deben secar hasta alcanzar un contenido de humedad bajo (5-7%) y se almacenan en contenedores impermeables al aire, para posteriormente llevar a cabo el proceso de extracción del aceite de donde se obtienen como residuo las cáscaras y la harina desgrasada.

2.1. Producción de carbón activado

Las cáscaras de *Jatropha* son molidas y tamizadas hasta un tamaño de partícula de 0.5-1.5 mm. Se colocan en un reactor de cuarzo en forma de *U*, donde se lleva a cabo el proceso de pirolizado. El reactor es calentado durante 120 min en un horno cerámico a 800 °C bajo atmósfera de nitrógeno. Posterior a la pirolisis, el carbón es activado con una disolución de H_3PO_4 al 70% vol. utilizando una relación H_3PO_4 /carbón de 1 durante 3 horas. El carbón activado es filtrado y secado a 60 °C durante 24 h. El área superficial y la porosidad del carbón activado resultante se caracteriza utilizando adsorción de nitrógeno a -196 °C con un equipo ASAP 2020 de Micro Merities.

2.2. Formulación de Adhesivos

La harina desgrasada de la *Jatropha curcas* es secada a 60 °C durante 24 h. posteriormente 100 g de harina se dispersa en una disolución de NaOH 0.01 M, con una relación de 1:100 (peso/vol.), lo anterior a temperatura ambiente y con agitación mecánica. Se retiran los sólidos insolubles y se ajusta con HCl el pH en el filtrado hasta un valor de 5, obteniéndose así las proteínas de la *Jatropha curcas*.

El adhesivo se prepara emulsificando las proteínas con un polímero acrílico. La formulación adhesiva se caracteriza mediante un análisis reológico en un equipo AR 1000 de TA Instruments. Las propiedades adhesivas de shear, peel y tack son determinadas con un equipo Instron 4301.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 ilustra el ciclo de sustentabilidad en la producción de carne de cerdo, en él se aprecia que las granjas criadoras de cerdo generan residuos que pueden ser aprovechados para el cultivo de *Jatropha curcas* de donde se obtendrá aceite para la producción de biodiesel, el ciclo se cerraría con la producción de alimento para los cerdos a partir de la harina desgrasada de la jatropha, sin embargo se ha demostrado que no es posible extraer en su totalidad los ésteres de forbol presentes en la harina desgrasada^[8], estos ésteres son muy tóxicos por lo que no es viable la utilización de la harina desgrasada en la producción de alimento animal y menos si éste se destina al consumo humano.

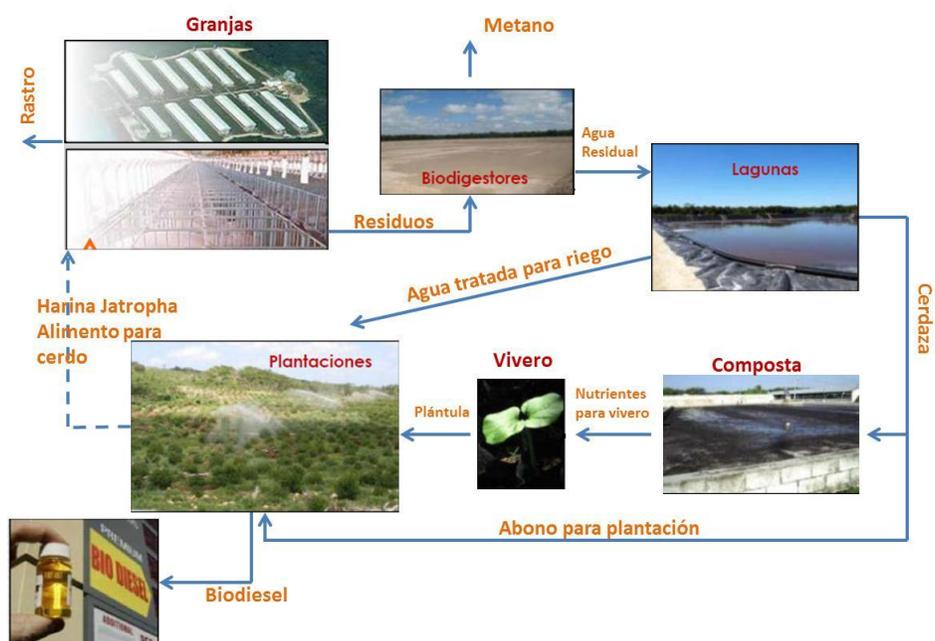


Figura 1. Ciclo de sustentabilidad en la producción de carne de cerdo.

Los resultados del presente estudio indican que una alternativa para el uso de la harina desgrasada es la formulación de adhesivos ya que no es necesaria la eliminación de los ésteres de forbol.

Por otro lado, en la obtención de carbón activado a partir de la cáscara de la semilla de *Jatropha curcas*, es posible mencionar que aunque cualquier material a partir de biomasa puede ser termoquímicamente convertido en carbón activado, las propiedades fisicoquímicas del producto dependerán de la biomasa utilizada, la preparación del carbón y el método de activación. En este caso se obtuvo un carbón activado con un área superficial de $324 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ que puede considerarse de baja porosidad, dicha porosidad puede ser atribuida a que los poros fueron bloqueados por grupos oxigenados introducidos durante el tratamiento de activación.

4. CONCLUSIONES

Durante el presente estudio se encontró que la semilla de *Jatropha* tiene la siguiente composición: cáscaras 41.3% y pepita 58.7%; la pepita a su vez, contiene el 38% de aceite. Con el método experimental propuesto, 100 gramos de cáscara producen 16.5 g de carbón. Si bien con la producción de carbón activado y adhesivos a partir de los residuos de *Jatropha curcas*, no se cierra el ciclo de sustentabilidad presentado en la Figura 1, los procesos propuestos son sustentables debido a que se están destinando los residuos en la obtención de productos de alto valor agregado.

REFERENCIAS

- [1]. Joon J., Damayani K., Ta W., Taufiq H. 2011. Biodiesel production from *Jatropha* oil by catalytic and non-catalytic approaches: An overview. *Bioresource Technol.* 102(2):452-60.
- [2]. Openshaw K. 2000. A review of *Jatropha curcas*: an oil plant of unfulfilled promise. *Biomass Bioenergy.* 19(1):1-15.
- [3]. Gubitz G., Mittelbach M., Trabi M. 1999. Exploitation of the tropical oil seed plant *Jatropha curcas* L. *Bioresource Technol.* 67(1):37-42.
- [4] Achten WMJ., Verchot L., Franken YJ., Mathijs E., Singh VP., Aerts R., Muys B. 2008. *Jatropha* biodiesel production and use. *Biomass Bioenergy* 32: 1063–1084.
- [5] Augustus GDPS., Jayabalan M., Seiler GJ. 2002. Evaluation and bioinduction of energy components of *Jatropha curcas*. *Biomass Bioenergy* 23: 161–164.
- [6] Chitra P., Venkatachalam P., Sampathrajan A. 2008. Optimization of experimental condition for biodiesel production from alkalicatalyzed transesterification of *Jatropha curcas* oil. *Energ Sust Dev* 9: 13–18.

[7] Makkar HPS., Aderibigbe AO., Becker K. 1998. Comparative evaluation of non-toxic and toxic varieties of *Jatropha curcas* for chemical composition digestibility protein degradability and toxic factors. *Food Chem.* 62:207–15.

[8] Makkar HPS., Francis G., & Becker K. 2008. Protein concentrate from *Jatropha curcas* screw-pressed seed cake and toxic and antinutritional factors in protein concentrate. *J. Sci. Food Agric.* 88:1542–1548