

CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN PARA EL DESARROLLO DE MÉXICO

Dr. Héctor Nolasco Soria, Director General y Editor

Thevetia peruviana: alternativa energética renovable en México

La Paz, B.C.S, a 24 de octubre de 2010



L. Díaz-Ballote, E.T. Vega-Lizama, T. Suárez-Mendoza, C. Mariel-Domínguez y A. Castillo-Atoche.



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional-Unidad Mérida.

luisdiaz@mda.cinvestav.mx

Resumen

La *Thevetia peruviana* se encuentra desde los Estados Unidos hasta Argentina, su semilla contiene un alto porcentaje de aceite que puede emplearse como biocombustible. En el presente trabajo los objetivos fueron investigar la factibilidad de extraer el aceite de semillas de *Thevetia*, la conversión del aceite a biodiesel y la calidad de éste. El aceite fue extraído por prensado mecánico y convertido en biodiesel por un proceso de transesterificación alcalina. Se encontró que el biodiesel está dentro de los límites aceptables de los parámetros críticos del estándar ASTM D6751 y por lo tanto es un potencial biocombustible para uso automotriz.

Palabras clave: *Thevetia*; Biodiesel; Biocombustibles.

Abstract

Thevetia peruviana is found from United States to Argentine and its seed contains a high percentage of oil that could be used as a biofuel. Therefore, the aims of the Project were to investigate the extraction feasibility of oil from *Thevetia* seeds, the conversion of this oil to biodiesel and determination of its quality. The oil was extracted by mechanical pressing and converted to biodiesel by an alkaline transesterification process. It was found that the biodiesel was within acceptable limits of critical parameters of the standard ASTM D6751 and therefore is a potential biofuel for automotive use.

Key words: *Thevetia*; Biodiesel; Biofuels.

Area temática: Área 7. Ingenierías

Problemática

En este siglo, el planeta está enfrentando serios problemas entre los cuales están la contaminación, el calentamiento global, el cambio climático, y la disminución de las reservas de petróleo. Frecuentemente se ha señalado como origen de los problemas mencionados el uso excesivo de los combustibles fósiles. La sociedad consumista es adicta a la energía y con el crecimiento de la población también crece el consumo de energía que actualmente está basada en el petróleo. Este consumo de energía desenfrenado nos conduce a un fin evidentemente gris para la humanidad, donde se presentan dos escenarios desalentadores. Por un lado la energía se está tomando principalmente de los combustibles fósiles y estos son finitos, es decir no son renovables y se acabarán más temprano que tarde (imagine una sociedad sin petróleo). Por otro lado, aun suponiendo que se descubrieran reservas de petróleo para miles de años, su extracción por ejemplo en aguas profundas implica serios riesgos para el planeta, debido a los posibles derrames, como ocurre en el presente siglo XXI, sin contar que su combustión y utilización genera gases como el CO₂ que en gran parte se responsabilizan, por su efecto invernadero, del calentamiento global. Este calentamiento a su vez es la causa del cambio climático cuyos efectos son, entre otros, fenómenos naturales más agresivos y frecuentes (huracanes, tornados), deshielos, inundaciones, ondas de calor, sequías, y extinción de especies. Todo este negro panorama ha renovado el interés de numerosos investigadores alrededor del mundo por encontrar y promover el uso de fuentes de energías limpias y renovables. La solución con toda seguridad no será única, cada alternativa energética será parte de la solución mundial.

Para atender esta problemática, el laboratorio de producción y caracterización de biocombustibles de la unidad Mérida del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN participa con su granito de arena en la búsqueda de fuentes energéticas alternas y renovables con la producción y caracterización de biodiesel a partir del aceite de *Thevetia peruviana*. Esta planta es ligeramente tóxica y por lo tanto se considera no comestible, tampoco consume grandes cantidades de agua y tiene otros subproductos que le proporcionan un gran potencial económico para el campo mexicano. Esta especie es originaria de la América Tropical en la cual se incluye prácticamente todo México.



Fig. 1. *Thevetia*: néctar para abejas y biodiesel.

Usuarios

Los usuarios son las dependencias del poder ejecutivo federal (SAGARPA, SEMARNAT, SENER) y de las entidades federativas, así como miembros del sector productivo, rural y la sociedad en general al tratarse de cultivos alternativos para la producción de energéticos renovables.

Proyecto

El objetivo del proyecto fue investigar la factibilidad de extracción de aceite de semillas de *Thevetia peruviana*, convertirlo en biodiesel y determinar sus parámetros de calidad, factibilidad y rendimiento de conversión. La fuente para la extracción de aceite fueron las semillas de una única planta que tiene un manejo de jardinería convencional, y esta ubicada en los terrenos del CINVESTAV-IPN, Unidad Mérida. El contenido de aceite por peso seco de semilla se determinó en el laboratorio.

Se emplearon dos métodos de extracción del aceite: por solvente hexano y por medios mecánicos con el uso de una prensa hidráulica (gato hidráulico) de 6 toneladas. El aceite obtenido se filtro en una columna de carbón activado y se sometió a un proceso de conversión de aceite vegetal a biodiesel conocido como transesterificación. Químicamente el aceite vegetal está compuesto mayoritariamente de triglicéridos con diferentes ácidos grasos. En la transesterificación el aceite vegetal se hace reaccionar con etanol en presencia de KOH como catalizador y el resultado es glicerina y esteres. Estos últimos al cumplir con los estándares internacionales de calidad de combustible pasan a ser biodiesel. En la figura 1 se puede observar el aspecto que tiene el biodiesel derivado del aceite de *Thevetia*. El aceite y el biodiesel pasaron por diversas pruebas de laboratorio, algunas realizadas en CINVESTAV-Mérida y otras en laboratorios estandarizados. El aceite se caracterizó mediante la determinación de la gravedad específica, la viscosidad el índice de acidez, yodo, saponificación y peróxido. Después de la transesterificación los esteres fueron caracterizados mediante la determinación del punto de inflamación, glicerina libre, glicerina total, humedad y sedimentos, punto de niebla, índice de acidez, viscosidad cinemática e índice de cetano. Los valores hallados se compararon con los valores mínimos y máximos correspondientes listados en el estándar ASTM D6751.

Los resultados indicaron que por extracción con solventes se obtiene un rendimiento del 60% de aceite y por la extracción mecánica un 40%. A pesar de que la extracción mecánica da un menor rendimiento se utiliza más en el laboratorio porque es un proceso de extracción autosustentable que no requiere calentamiento ni solventes derivados del petróleo. La figura 2 muestra el residuo de la semilla después que se le exprime el aceite mediante el prensado mecánico. Esta pasta o "torta" como se le conoce también es rica en proteínas y podría incorporarse a la alimentación animal.



Fig. 2. Pasta de *Thevetia*, subproducto obtenido de la extracción del aceite por prensado mecánico es rica en proteínas y podría incorporarse como insumo en la alimentación animal de engorda.

Los parámetros de calidad del biodiesel, mencionados previamente, se encontraron dentro de las especificaciones críticas de calidad listadas en el estándar ASTM D6751. Por lo tanto se logró la obtención del biodiesel a partir del aceite de *Thevetia*, que sin duda se puede utilizar como fuente de energía en vehículos automotrices.

En la Tabla 1 se puede ver el rendimiento de aceite vegetal en litros por hectárea por año de varios cultivos empleados en la producción de biodiesel. Se observa que la *Thevetia*, empleada en este estudio, tiene un rendimiento de aceite dentro del rango de los cultivos clásicos (girasol, maní, colza). La planta adulta, bajo las condiciones establecidas, proporcionó en promedio 4,000 frutos/año, esta producción es superior a la producción de semillas de *Thevetia* crecida en la India y Nigeria (400 a 800 frutos por año). Los cuatro mil frutos de una planta proporcionan aproximadamente 1.2 litros de aceite por año, si se asume una densidad de 900 plantas por hectárea se estima 1080 litros/hectárea/año.

Tabla 1. Producción estimada de aceite de *Thevetia* en lt/ha/año.

(La producción de aceite vegetal de otros cultivos* se ha agregado a la tabla para comparación).

Acete de <i>Thevetia</i> cultivada en Yucatán	1080
Soja (<i>Glicine max</i>)	420
Arroz (<i>Oriza sativa</i>)	770
Tung (<i>Aleurites fordii</i>)	880
Girasol (<i>Helianthus annuus</i>)	890
Maní (<i>Arachis hipogaea</i>)	990
Colza (<i>Brassica napus</i>)	1100
Ricino (<i>Ricinus communis</i>)	1320
Jatropha (<i>Jatropha curcas</i>)	1590
Aguacate (<i>Persea americana</i>)	2460
Coco (<i>Cocos nucifera</i>)	2510
Cocotero (<i>Acrocomia aculeata</i>)	4200
Palma (<i>Elaeis guineensis</i>)	5550

<http://www.zoetecocampo.com/Documentos/biodisel.htm>

<http://www.agromercado.com.ar/index.php?id=66>

En el CINVESTAV-IPN, unidad Mérida, actualmente se está trabajando en nuevos métodos de refinamiento de aceite, en la optimización del proceso de transesterificación del aceite y en la implementación en laboratorio de todas las pruebas de calidad del biodiesel. Además, se investiga el efecto de estos combustibles en la degradación de los materiales de relevancia automotriz, por ejemplo aluminio y acero. La experiencia adquirida se está aplicando a otros aceites con potencial para producir biodiesel como aceite usado en la preparación de alimentos y próximamente en la producción de biodiesel a partir de microalgas. En estas tareas participan estudiantes de nuestra institución y de las escuelas de educación superior de la localidad como el Instituto Tecnológico de Mérida, y la Universidad Autónoma de Yucatán.

Impacto socioeconómico

Si se asume una producción de aceite de *Thevetia* de 1,000 litros/ha/año y una siembra de 1000 hectáreas se tendría una producción anual de 1 millón de litros de aceite. Para el sector agroindustrial 1000 hectáreas es un área relativamente pequeña por lo que la producción de biodiesel podría ser considerable. Se recomienda realizar estudios agronómicos y la optimización del cultivo a escala comercial. El potencial agroecológico de *Thevetia* puede ser una alternativa económica para los productores rurales, asimismo, la generación de flores durante gran parte del año, puede ser un aporte importante de néctar para la producción de miel, con un beneficio directo para los apicultores (ver Fig. 1). Otros beneficios económicos pueden ser la incorporación de la pasta (obtenida como residuo proteico post-extracción del aceite) a los alimentos de engorda para animales. En general el cultivo de *Thevetia* para producir biodiesel traería varios beneficios para nuestro país, sin duda el uso de biocombustibles con huella de carbón neutral tiene como consecuencia un enorme beneficio no solo para México, sino para todo el mundo.

Contacto: <http://pcti.mx>, hnnolasco2008@hotmail.com