

## Especies Vegetales para Biocombustibles en Sistemas Agrícolas Diversificados en Veracruz, México

*Plant Species for Biofuels in Diversified Agricultural Systems in Veracruz, Mexico*

MARTÍNEZ PÉREZ, Dámaso. Universidad Autónoma Chapingo, [dammarper@yahoo.com](mailto:dammarper@yahoo.com).  
PARTIDA SEDAS, José Gervasio. [gerpase@yahoo.com.mx](mailto:gerpase@yahoo.com.mx). Universidad Autónoma Chapingo PÉREZ  
PORTILLA, Emiliano. Universidad Autónoma Chapingo, [eperezpor@yahoo.com.mx](mailto:eperezpor@yahoo.com.mx).

### Resumen

Se evaluaron especies vegetales locales para dar una respuesta viable a la emisión de gases de efecto invernadero y la conservación estratégica de las reservas petroleras de México, así como iniciar la transición hacia una sociedad basada en energías renovables. Conocer los recursos vegetales de nuestras regiones para biocombustibles, que no generen competencia con el abasto de alimentos, es una prioridad estratégica. Se colectaron frutos y semillas de especies con potencial en plantaciones diversificadas en cafetales y cítricos en el estado de Veracruz y se valoró el contenido de aceite. De las 57 muestras de siete especies analizadas, destacaron ocho de higuera, cuatro de piñón tropical, una de aguacate y otra de nogal, lo que indica que se puede tener éxito en la producción de biocombustibles en estas regiones de México, sin competir con los alimentos y en sistemas agrarios diversificados.

**Palabras claves:** *Ricinus communis*, *Jatropha curcas*, *Juglans pyriformis*, *Persea* spp.

### Abstract

*Local plant species are valued to give to a viable answer to greenhouse gas emissions and the strategic conservation of the oil reserves of Mexico, for the transition towards a society based on renewable energies. To know the vegetal resources our regions for biofuels, that do not generate competition with the food supply, is a strategic priority. Fruits and seeds of species with potential, in coffee and citrus fruits diversified plantations, were collected in the state of Veracruz and the oil content was valued. Of the 57 samples of seven analyzed species, they emphasized eight of higuera, four of tropical pinion, one of avocado and another one of walnut, which indicates that can be had success in the production of biofuels in these regions of Mexico, without competing with foods and in diversified agrarian systems*

**Keywords:** *Ricinus communis*, *Jatropha curcas*, *Juglans pyriformis*, *Persea* spp.

### Introducción

En un entorno actual de crisis social, ambiental, energética y financiera, se ha retomado con mayores expectativas a los combustibles renovables o biocombustibles. Estos productos son alcoholes, éteres, ésteres y otros compuestos químicos producidos a partir de biomasa por las plantas herbáceas y leñosas, residuos de la agricultura y actividad forestal, y una gran cantidad de desechos industriales. Los consumos estratosféricos de los combustibles fósiles llevan consigo tres problemas fundamentales: reducción del recurso, alta contaminación ambiental y crisis mundiales, sea por el incremento del precio y su consecuente efecto “dominó” y los conflictos bélicos para controlarlo. Los biocombustibles pueden ser una opción viable, pero también entran en la controversia de si en lugar de producir alimentos las tierras se destinan a la generación de biocarburantes, lo cual es más evidente en cultivos como caña de azúcar y maíz, en Brasil y Estados Unidos de Norteamérica.

Es de conocimiento general que los recursos energéticos derivados del petróleo son cada vez más escasos, así como que el incremento de la emisión de gases con efecto invernadero está

## Resumos do VI CBA e II CLAA

contribuyendo al calentamiento global y al cambio climático. La opción que los países desarrollados y en vías de lograrlo, están impulsando para evitar lo anterior, es la de revalorizar sus recursos renovables en cuanto a los agrocombustibles, impulsando aquellas que tengan ventajas en la producción de aceites.

Estudios señalan que los países de América Latina y el Caribe (incluyendo a México), tienen amplio potencial para producir y exportar alimentos con respecto al promedio mundial (CEPAL - FAO, 2007), por lo que se debe de tener cuidado hacia dónde se dirige el objetivo productivo, especialmente de aquellas áreas con mejores potencialidades para producir alimentos. Algunas especies que muestran ventajas en situaciones no tan competitivas con cultivos para la alimentación, y que no se planten en forma mono específica, son aquellas de carácter nativo y rústico, las cuales están adaptadas a la fertilidad de los suelos, clima y agua, además de que han sido utilizadas y cultivadas por las comunidades rurales por varias generaciones bajo un enfoque de sistemas diversificados, es decir, con varias especies en un mismo espacio.

La higuera por ejemplo, ha sido y es ampliamente cultivada en muchas partes del mundo y se valora como bioenergético, sus semillas contienen 35 al 55% de aceite (BALASTEGUI *ET AL.*, 2004). Reportes de FALASCA *ET AL.* (2007), en Argentina, señalan que la higuera puede ser una opción en zonas semiáridas y comparada con cacahuate, colza, girasol y soya, su rendimiento es mayor, extrayéndole 1.320 litros de biodiesel por hectárea. Brasil destaca como pionero en el uso y desarrollo tecnológico de los combustibles vegetales, a tal grado de que ha intensificado el empleo del alcohol de caña de azúcar o etanol como combustible automotor, mezclado con gasolina o puro. La totalidad de la flota de vehículos livianos en ese país, utiliza alcohol en sus motores, y hace muchos años que ya no existen más autos a gasolina pura (HORTA, 2004).

Al piñón tropical, nativo de América, se le puede considerar resistente a la sequía, no le afectan las enfermedades y plagas con excepción de la ardilla y es una planta que puede vivir más de 40 años. Se desarrolla en suelos de escasa fertilidad y en la región Totonaca, indígena de México es muy usado para recetas de cocina de excelente sabor.

La mayoría de los productores agrícolas mexicanos, son minifundistas, con áreas no mayores a tres hectáreas dedicadas a la agricultura, y muchos de ellos con más de una especie u actividad productiva, que es una de las estrategias para la supervivencia y reproducción familiar. Eso ha mantenido gran diversidad de especies cultivadas o en proceso de domesticación que hacen de sus pequeñas parcelas un reservorio en sí, especialmente en huertas cafetaleras y de cítricos en Veracruz. MARTÍNEZ - PÉREZ, PARTIDA - SEDAS y PÉREZ PORTILLA (2007), encontraron que en huertas cafetaleras de Veracruz, las plantas de la higuera presentaron características diferentes en semillas y contenido de aceite, y la mayor concentración de este bioenergético se encuentra en semillas más pesadas; lo que demuestra la factibilidad de cultivarse en Veracruz.

En un contexto del grave problema de la emisión de gases de efecto invernadero y a la disminución de reservas petroleras de México, el estudio se orientó a buscar alternativas, que sean factibles y que además no generen competencia entre el uso alimenticio, al mismo tiempo que disminuyan el impacto ambiental. Por esto, conocer los recursos vegetales de nuestras regiones que contengan aceites y que sean factibles de usarlos como biocombustibles en el mediano plazo, se vuelve una prioridad estratégica para el país y las instituciones del ramo agronómico e industrial.

### Metodología

El trabajo de campo se realizó en las huertas cítricas de la región centro - norte y cafetaleras de

## Resumos do VI CBA e II CLAA

la región central de Veracruz, bajo condiciones de clima cálido y semicálido, de la zona costera a la condición de sierra, desde 0 a 2000 msnm. Las especies evaluadas fueron: aguacate (*Persea* spp), cachichín (*Oecopetalum mexicanum* Greenm & H. Thompsom), higuera (*Ricinus communis* L.), macadamia (*Macadamia* spp); mamey (*Pouteria sapota* (Jacquin) H. E. Moore & Steam); nogal (*Juglans pyriformes* Liebm) y piñón (*Jatropha curcas* L.), todas las muestras se colectaron en sistemas de cultivo diversificadas. Los sitios fueron georeferenciados con el GPS Garmin III Plus®. Se colectaron un kilogramo o más de frutos y semillas. Las muestras de frutos y semillas colectadas se procesaron en el laboratorio de la manera siguiente: i) Separación y limpieza de las semillas y pulpa; ii) Secado a la estufa a 105 °C por 24 horas; iii) Clasificado de semillas por color con la tabla de colores PANTONE®; iv) registro del largo, ancho y grosor de semillas; v) del peso de la pulpa; vi) y del peso del pericarpio; vii) cálculo del porcentaje de humedad y sólidos totales de las semillas. De la pulpa y la semilla se extrajo el aceite, a presión con gato hidráulico de 4 ton. Las fases fueron: i) Pesado; ii) Calentamiento de la pulpa y de las semillas en la estufa a 200 °C durante 15 minutos; iii) Extracción y filtrado; iv) Pesado del aceite y de la pasta; v) Cálculo del porcentaje de humedad en el aceite con la balanza determinadora de Humedad Ohaus Mb40®. Los datos de campo y laboratorio fueron capturados en hojas de cálculo del programa Microsoft Excel®. Se presentan los resultados sobresalientes, particularmente del contenido de aceite.

### Resultados y discusiones

La higuera se encuentra ampliamente distribuida en el estado de Veracruz, algunos productores fomentan éstas plantas para sombra del cafeto, debido a su rápido crecimiento y cobertura, principalmente en los primeros años de vida del aromático. Las labores de cultivo son control de arvenses, le dan podas de formación para eliminar las ramas más bajas y que interfieren con los otros cultivos. El uso más popular era como sombra para el café. Como especie naturalizada se le encontró en orillas de caminos, cañaverales, potreros y plantaciones de frutales. Los colores externos de las semillas variaron del gris al café oscuro, predominado el gris claro. En términos generales los tamaños de las semillas fueron pequeños. Algunas semillas fueron más pesadas que otras, aún cuando su masa estuvo en su mayoría entre dos y cuatro gramos. En lo que respecta al análisis de la semilla, la proporción de la testa fue muy contrastante, habiendo algunas con poco peso, de menos del 10%, mientras que otras ocuparon una gran proporción de más de 30%. En concentración de aceites, hubo pocas muestras que destacaron con más del 25%, como son los casos de la muestra 10, 12, 13, 14, 16, 29, 30 y 33 (Cuadro 1).

## Resumos do VI CBA e II CLAA

CUADRO 1. Concentración de aceite (%) de 38 muestras de higuera en Veracruz, México.

Muestra (No.)	Contenido de aceite (%)	Muestra (No.)	Contenido de aceite (%)
1	22.4	20	23.5
2	25.0	21	15.7
3	14.3	22	16.9
4	19.8	23	22.4
5	22.1	24	25.4
6	24.0	25	25.6
7	13.5	26	17.1
8	22.0	27	20.7
9	23.8	28	22.7
10	28.5	29	31.3
11	19.1	30	29.6
12	28.6	31	21.8
13	26.6	32	24.4
14	27.7	33	33.0
15	24.9	34	22.3
16	27.3	35	17.6
17	25.4	36	24.4
18	10.2	37	22.0
19	18.4	38	23.6

El método de extracción fue físico, por lo que en la pasta quedó un porcentaje menor de 5% de aceite de difícil extracción por solventes químicos. Las especies consideradas como oleaginosas contienen más de 20% de aceite en sus semillas, por lo que más de 25 u 30% por el método empleado se puede considerar prometedor. Se nota que los resultados en contenido de aceite en las muestras evaluadas presentan amplia variación y aún cuando no se alcancen las concentraciones reportadas por FALASCA ET AL. (2007), puede ser resultado de que es una especie no cultivada y también no ha contado con la presión de selección encaminada a la producción de aceite, en todo caso es usada en algunos cafetales como sombra. Lo que se demuestra es su amplia distribución y adaptación de esta especie energética en Veracruz.

El piñón tropical ha sido poco cultivado, lo más que se hace es conservarlo y fomentarlo en plantaciones de frutales y en límites de los terrenos, sean ganaderos u agrícolas. Algunas de las muestras colectadas y analizadas sobrepasaron 30% de concentración de aceite (Cuadro 2), lo que la hace interesante para biocombustibles, si se toma en cuenta la característica de poco manejo agronómico y el método de extracción antes señalado.

CUADRO 2. Concentración de aceite (%) de especies arbóreas nativas en Veracruz, México.

Muestra (No.)	Contenido de aceite (%)	Muestra (No.)	Contenido de aceite (%)
Piñón tropical 1	12.8	Piñón tropical 6	30.9
Piñón tropical 2	25.8	Piñón tropical 7	28.8
Piñón tropical 3	26.5	Piñón tropical 8	21.9
Piñón tropical 4	19.8	Piñón tropical 9	34.3
Piñón tropical 5	27.2		
Otras especies			
Aguacate 1	11.7	Macadamia 1	23.9
Aguacate 2	12.3	Macadamia 2	21.3
Aguacate 3	25.4	Mamey	4.0
Cachichín	11.6	Nogal	34.4

En las otras especies estudiadas, destacan el nogal y la macadamia por su alta concentración de

## Resumos do VI CBA e II CLAA

aceite en la semilla, aguacate 3, también tiene alta concentración en la pulpa. Desafortunadamente contrasta el caso del mamey y el cachichin que contienen poco aceite en la semilla, las cuales son especies nativas y con buena representación en la sombra de las plantaciones cafetaleras.

### Conclusiones

De las 57 muestras de siete especies estudiadas bajo sistemas agrícolas diversificados, destacan ocho individuos de higuera y cuatro de piñón tropical, mientras que una de aguacate y otra de nogal son sobresalientes, y tienen posibilidades para su aprovechamiento futuro como biocombustibles.

### Referencias bibliográficas

BALASTEGUI, M. T., M. et al. Ricina: una fitoxina de uso potencial como arma. *Boletín Retóxico*. v. 30, n.1. 2004.

CEPAL – FAO. *Oportunidades y riesgos del uso de la bioenergía para la seguridad alimentaria en América latina y el Caribe*. CEPAL. Chile. 2007. 10 p.

FALASCA, S.; BERNABÉ, M. A.; UBERICH, A. *Impacto regional en la Zona Semiárida Argentina implantando cultivos para Biodiesel*. Argentina: UTNRA, 2007. 18 láminas.

HORTA, L. A. *Perspectivas de un programa de biocombustibles en América Central, proyecto de uso sustentable de hidrocarburos*. México: CEPAL – ONU, 2004. 83 p.

MARTÍNEZ - PÉREZ, D.; PARTIDA - SEDAS, J. G.; PÉREZ - PORTILLA, E. La higuera como especie energética en Veracruz. In: Reunión Científica de Veracruz, 19., 2007, Puerto de Veracruz. México. 2007. 5 p. CD Rom.