

El piñón manso (*J. curcas* L. no tóxico): una planta multifuncional para zonas rurales del campo veracruzano

The pinion manso (*J. curcas* L. non-toxic): a multifunctional plant for rural areas of the veracruz field

Raquel Cervantes-Alday¹, Lourdes G. Iglesias-Andreu¹, Veronica Borbolla-Pérez², Arturo Pérez-Vázquez³ y Sergio Omar Nieto Rosaliano²

¹Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA), Universidad Veracruzana, Av. de las Culturas Veracruzanos No. 101, Campus para la Cultura, las Artes y el Deporte, Col. Emiliano Zapata, C.P. 91090, Xalapa, Veracruz, México. ²Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias Campus Tuxpan. Programa Educativo: Biología y Biología marina. Universidad Veracruzana. Carretera Tuxpan Tampico Kilómetro a. 7.5, Universitaria, 92870 Tuxpan de Rodríguez Cano, Veracruz. ³Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz 421, 91690, Veracruz, México.

NOTAS DE LOS AUTORES

Sergio Omar Nieto Rosaliano: senieto@uv.mx  <https://orcid.org/0000-0001-9370-1436>
Verónica Borbolla-Pérez: vborbolla@uv.mx  <https://orcid.org/0009-0002-8601-5432>
Lourdes G. Iglesias-Andreu: liglesias@uv.mx  <https://orcid.org/0000-0002-1364-7773>
Raquel Cervantes Alday: raquelca62@hotmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-5448-1282>
Arturo Pérez Vázquez: parturo@colpos.mx  <https://orcid.org/0000-0002-8440-7814>

Esta investigación fue financiada con recursos de los autores.

Los autores no tienen ningún conflicto de interés al haber hecho esta investigación.

Remita cualquier duda sobre este artículo a Lourdes G. Iglesias-Andreu.

RESUMEN

El piñón manso (*J. curcas no tóxica* L.) es una planta multifuncional de gran valor para las comunidades rurales, que viven en las zonas marginales del estado de Veracruz. Actualmente se le reconoce su importancia farmacéutica, como fuente de alimentos, y en la remediación de suelos.

Por ello se propuso el presente trabajo a fin de realizar un análisis prospectivo a fin de identificar las áreas más aptas para el cultivo sustentable del Piñón manso, a partir del análisis de variables de suelo, clima y diversos aspectos económicos y sociales. Para ello se realizaron visitas a distintas zonas rurales de la zona de "Sotavento", Veracruz y se consultaron bases de datos relacionadas con el tema. Sobre esta base se eligieron los indicadores, se adecuó y clasificó la información recabada y luego se delimitó mediante el Método comparativo constante. A partir de ello, se eligieron las categorías que debían incluirse en el estudio y se construyeron los mapas utilizando el sistema de información geográfica SIG QGIS (v.3.4). El análisis integral de la información recabada permitió identificar cuatro localidades de la región del "Sotavento", como sitios potencialmente adecuados, para el desarrollo sustentable de este valioso recurso genético. Se discuten las ventajas que este cultivo tendría para diversificar las actividades económicas de las comunidades rurales de esta región veracruzana.

Palabras clave: Agroecología, comunidades rurales, cultivos alternativos y sustentabilidad.

ABSTRACT

The manso piñon (*non-toxic J. curcas* L.) is a multifunctional plant of great value for rural communities living in the marginal areas of the state of Veracruz. It is currently recognized for its pharmaceutical importance, as a food source, and in soil remediation. For this reason, this work was proposed to carry out a prospective analysis in order to identify the most suitable areas for the sustainable cultivation of the "Piñón manso" based on the analysis of soil, climate, and various economic and social aspects. For this, visits were made to different rural areas of the "Sotavento" area in Veracruz, and databases related to the topic were consulted. On this basis, the indicators were chosen, the information collected was adapted and classified, and then delimited using the constant comparative method. From this, the categories that should be included in the study were chosen, and the maps were constructed using the GIS geographic information system QGIS (v.3.4). The comprehensive analysis of the information collected allowed us to identify four localities in the "Sotavento" region as potentially suitable sites for the sustainable development of this valuable genetic resource. The advantages that this crop would have to diversify the economic activities of the rural communities of this Veracruz region are discussed.

Keywords: Agroecology, rural communities, alternative crops and sustainability.

INTRODUCCIÓN

Jatropha curcas L. es un arbusto perenne caducifolio, perteneciente a la familia Euphorbiaceae, que en los últimos años ha recibido un gran interés especialmente para la elaboración de biocombustibles (Inurreta *et al.*, 2013). Además de ser una especie oleaginosa, posee un gran potencial como fuente de alimento y farmacéutico.

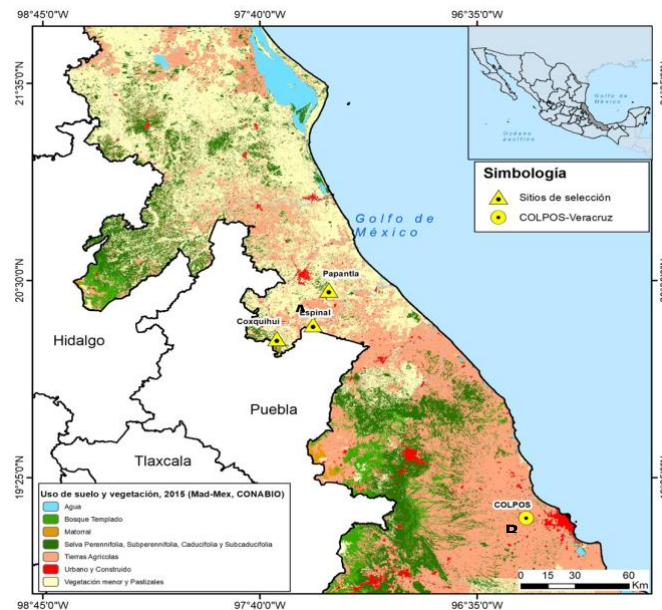
En la actualidad se cuenta con dos ecotipos de esta especie: el ecotipo toxico y el no toxico. El primero, posee un alto nivel de éster de forbol y se distribuye ampliamente en diversos estados de México: Tamaulipas, Veracruz, Tabasco, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Sinaloa, Sonora, Puebla, Hidalgo y Morelos (Martínez-Herrera *et al* 2010). Sin embargo el ecotipo no toxico solo se le ha encontrado en los estados de Veracruz (Zona norte y Centro), Puebla, Estado de México, Guerrero y Yucatán (Pecina-Quintero *et al.*, 2011), por lo que la mayoría de los estudios de zonificación agroecológica efectuados en esta especie se han realizado con el ecotipo toxico de esta especie (Zamarripa-Colmenero y Díaz-Padilla, 2008; Rucoba *et al.*, 2013; González-Mancillas *et al.*, 2014).

Considerando los beneficios económicos y ambientales que el Piñon manso pudiera representar para las comunidades rurales veracruzanas (Achten *et al.*, 2010) y la falta de información disponible para contribuir al rescate, conservación y uso sustentable de este genotipo no toxico se propuso desarrollar el presente trabajo con el objetivo de identificar, a través del análisis de los factores agroecológicos óptimos para el desarrollo del Piñon Manso posibles áreas marginales del estado de Veracruz, que pudieran beneficiarse de este cultivo.

Piñón manso: una planta multifuncional de origen Totonaco.

El Piñón manso es un valioso recurso genético, que solo se ha encontrado en el Sureste mexicano (Fig.1), particularmente en la parte norte del estado, que comprende la región del “Totonacapan” (Zavala-Del Ángel *et al.*, 2016), la zona Huasteca, en Veracruz, México y sus áreas circundantes (al norte del territorio maya histórico). Es muy posible que el mismo haya sido llevado, intencionalmente, desde las zonas de “Zoque” y “Totonacapan”, hacia el sur de la entidad y luego, por la expansión de la cultura totonaca, se haya distribuido hacia otros Estados del país (Inurreta *et al.*, 2013) En el mapa de la Figura 1 se muestra la región probable de origen y diversificación del Piñón manso, en la región del “Totonacapan”. En el mismo se indica en un círculo, la ubicación donde se estableció un banco de germoplasma de esta especie, que pudiera contribuir al desarrollo futuro de este cultivo, en municipios aledaños.

Figura 1. A). Localidades de origen del Piñón manso en la zona del Totonacapan, Veracruz y B). Banco de germoplasma en COLPOS de *J. curcas* en Veracruz.



El Piñón manso se le puede utilizar para en la alimentación humana y animal (Nithiyantham *et al.*, 2012). Por otra parte, al igual que las variedades tóxicas, las no tóxicas de esta especie, poseen los mismos metabolitos secundarios que le confieren su uso medicinal, terapéutico, industrial y ecológico. Es por ello que ha sido muy conocido en el medio rural del estado de Veracruz y los pobladores de la región de “Totonacapan” y la “Huasteca”, así como de otras localidades que habitan en el sur del Estado. Al respecto sus semillas de alto valor nutritivo se han empleado para cocinar platos locales (Sánchez-Sánchez *et al.*, 2015), como remedio tradicional en padecimientos y dolencias tales como: enfermedades de la piel, eccemas, irritaciones por efecto de hongos o heridas; de igual forma se le ha utilizado como cerca viva, tutores de otros cultivos, y como árbol de sombra y ornato. Aunque en los últimos años se ha resaltado la utilidad que pudiera tener las distintas partes de la planta para obtener diversos productos como: aceite, biogás, glicerina, jabones insecticidas y carbón activado (Schmook y Serralta-Peraza, 1997; Pabón y Hernández-Rodríguez, 2012).

Por todo ello el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (SINAREFI, 2011) lo considera un cultivo prioritario. Cabe mencionar que esta especie posee un periodo productivo de más de 40 años pero desde el primer año (9-10 meses) se pueden obtener semilla (Sánchez-Sánchez *et al.*, 2015). Sin embargo, la variedad no-tóxica de esta especie, al igual que la tóxica, se encuentra en proceso de domesticación. Es por ello que el establecimiento de plantaciones comerciales tanto en México como en otros países se ha visto limitado por la alta variabilidad que presenta, tanto en su rendimiento como en la calidad del aceite de sus semillas (Zavala-Del Ángel *et al.*, 2016). Por ello en los últimos años algunas Instituciones como el Instituto

Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) y el Colegio de Posgraduados (COLPOS) de Veracruz, implementaron desde el 2010-2011 programas de colectas, en el estado de Veracruz y detectaron que el 42% del total del germoplasma colectado en la región del Totonacapan estaba conformado por materiales genéticos no-tóxicos (Zavala-Del Ángel *et al.*, 2012).

Zonificación agroecológica de *J. curcas* efectuados en México

Los resultados del estudio del potencial productivo de *J. curcas* realizado por investigadores del INIFAP en 2010, y el Colegio de Posgraduados, Campus Texcoco y Campus Veracruz, han indicado que a nivel nacional, existen más de seis millones de hectáreas con potencial alto y medio para el establecimiento de plantaciones de *J. curcas* en distintos estados de la República Mexicana.

De ellos solo 2.6 millones se consideran óptimas (Góngora-Canul *et al.*, 2018) ya que se localizan en áreas con condiciones edafoclimáticas adecuadas (Zamarripa-colmenero y Díaz-Padilla, 2008). Al respecto se ha indicado (Martínez-Herrera, 2007) que los estados de Veracruz, Yucatán, Colima, Jalisco, Oaxaca y Nuevo León, cuentan con superficies superiores a 100 mil hectáreas para la producción de Biodiesel a partir de genotipos tóxicos de esta especie.

En la Tabla 1 se resumen algunas de las condiciones agroecológicas ideales que con base a estudios realizados, deben reunir los sitios para establecer este cultivo, como son: temperaturas que oscilen entre 18 a 28°C y precipitación de 600 a 1,200 mm (Zamarripa-colmenero y Díaz-Padilla, 2008). Al respecto Valdés-Rodríguez *et al.* (2013a) han descrito las condiciones donde se desarrolla el Piñón Manso en su centro de origen caracterizado por una temperatura promedio anual de 24° C y precipitaciones de 250 a 600 mm por año. Otros autores como Núñez-Colín y Goytia-Jiménez (2009) han determinado la distribución y los patrones climáticos de las regiones actuales y futuras del cultivo para el cultivo de *J. curcas* en México utilizando el Sistema de Información Geográfica (SIG).

Tabla 1. Condiciones agroecológicas ideales para el estado de Veracruz del cultivo de *Jatropha curcas* L.

Variación isotermal ° C	Tipo de clima	Rango de altitudinal msnm**	Precipitación anual mm***	Tipo de suelo	Ecosistemas	Observaciones
24-26	Aw* Am* Bw* Cw*	0-600	250-600	Vertisol Cambisol Pheozem	Selva Trópico húmedo y bosque templado	Los climas que predominan en Veracruz son cálido-subhúmedo (53%) y Cálido húmedo (41%). El clima templado húmedo le corresponde sólo un 3.5% es de las zonas montañosas*

*Aw. Tropical cálido con lluvias en verano; *Am. Tropical con lluvias intensas y monzónicas en verano; *Bw. Seco desértico y *Cw. Templado con lluvias en verano. **Metros sobre el nivel del mar; ***milímetros (Köpen modificado por García, 1987; Maes *et al.*, 2009; Maes *et al.*, 2009a; Valdés-Rodríguez *et al.*, 2011a).

*Aw. Tropical climate with summer rains; *Am. Tropical with intense and monsoon rains in summer; *Bw. Dry desert and *Cw. Temperate with summer rains. **Meters above sea level; ***millimeters (Köpen modificado por García, 1987; Maes *et al.*, 2009; Maes *et al.*, 2009a; Valdés-Rodríguez *et al.*, 2011a).

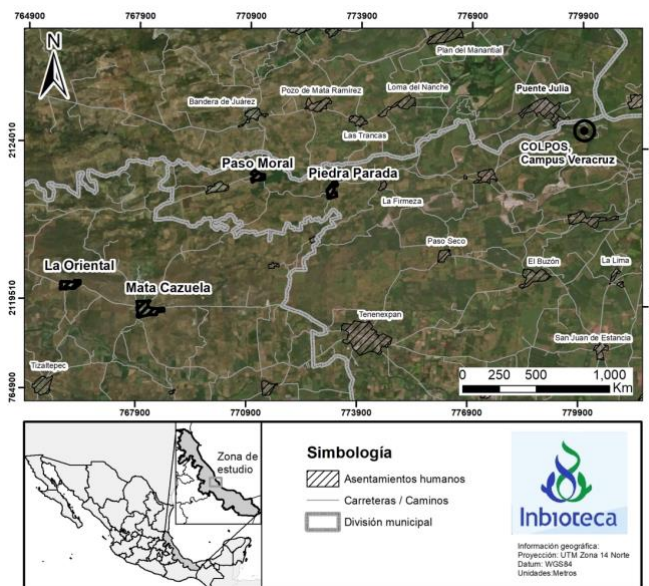
Aunque se ha indicado que las zonas de temporal podrían ser útiles para el cultivo de *Jatropha curcas*, cabría considerar que al ser este cultivo tolerante a la sequía (Maes *et al.*, 2009a), pudiera cultivarse con producciones moderadas en zonas de climas secos con suelos degradados o en tierras marginales. Es precisamente en estos últimos sitios, donde su cultivo pudiera tener una mayor ventaja, pues además de que no competiría con otros cultivos necesarios para la alimentación humana y animal (Machado, 2011) podría promover por un lado servicios ambientales y por otro, contribuir al desarrollo económico de los agricultores (SEMARNAT, 2012; INEGI, 2014).

Identificación de sitios potenciales para el cultivo del Piñón manso en Veracruz.

Con base a todo lo antes expuesto y teniendo en cuenta los reportes y estudios publicados sobre esta temática así como los documentos del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2017) sobre pobreza 2010-2016 y los provenientes del Instituto

Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2014) se ha podido determinar que el cultivo del Piñón Manso pudiera tener muchas posibilidades para establecerse en el sur del estado de Veracruz, específicamente en la región del Sotavento donde se encuentra la Llanura Costera del Golfo (Fig. 2). El 3.5% de este sitio se caracteriza por presentar un clima templado húmedo y solo 0.5% presenta clima seco o semiseco; la temperatura media anual es de 23 °C y la precipitación media es de 1,500 mm anuales. El tipo de suelo es arenoso arcilloso que resulta de acuerdo con lo indicado por Valdés-Rodríguez *et al.* (2013) como adecuado para el crecimiento de su sistema radicular.

Figura 2. Macrolocalización en la Llanura del Sotavento, Veracruz, de cuatro localidades sensibles a establecimientos con *Jatropha curcas* no tóxico, A). Mata Cazuela y La Oriental, municipio de Soledad de Doblado B). Piedra Parada y Paso Moral, municipio de Manlio Fabio Altamirano, Veracruz.

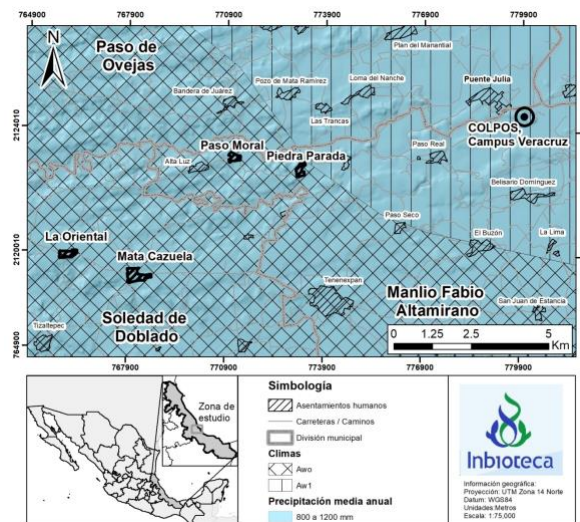


La zona de “la Llanura Costera en el Sotavento” se caracteriza por su planicie aunque también presentan ligeros lomeríos formando algunos relieves y llanuras. La agricultura se concentra en las planicies, lo que evidencia las favorables condiciones agroclimáticas de la región. Cabe significar que aproximadamente el 48% de la superficie regional de “la Llanura del Sotavento” es de uso agrícola (agricultura de temporal principalmente) y el 42.6% de su superficie se ha destinado al pastizales. Esta región cuenta con suelos de tipo Cambisol, Vertisol y Pheozem; estos presentan cierto grado de transición entre suelos jóvenes y maduros y una textura de media a fina (arenosa franca muy fina) a excepción de los suelos de tipo Pheozem (Valdés-Rodríguez *et al.*, 2011). Los suelos de textura media y buen drenaje de tipo Pheozem, que están más presentes hacia las localidades de “Mata Cazuela” y “La Oriental”, son ricos en materia orgánica y resultan algo más fértiles que los vertisoles. En cambio los suelos de tipo Cambisol presentes en mayor

abundancia, en las localidades de “Piedra Parada” y “Paso Moral”, son suelos jóvenes, con buena estructura y profundidad, ricos en minerales. En ambos casos su composición y tasa de degradación afecta actualmente los cultivos tradicionales. En la región existen muchos terrenos que se encuentran abandonados o sin cultivar en una época del año, lo que ocasiona, lixiviación por pérdida de materia orgánica y disminución de la capacidad de retención de agua (Campos, 2011). Es precisamente en esta área, donde se asienta una gran población que vive en su mayoría en condiciones de pobreza de media a alta.

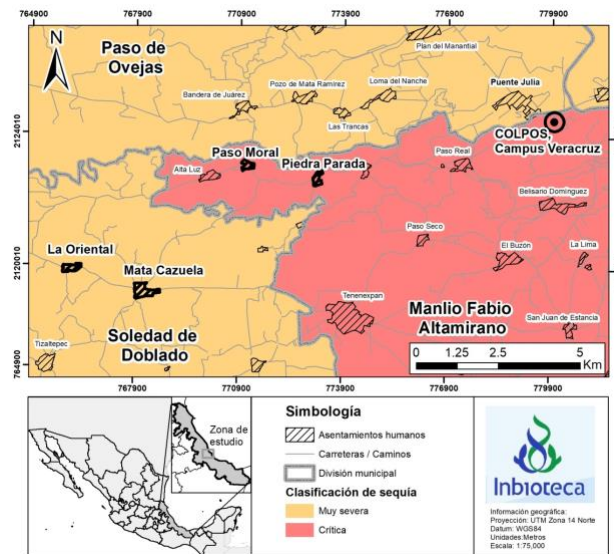
Con el fin de caracterizar y determinar el potencial de cada sitio, se utilizó la clasificación de Köppen, modificado por García (1987) para la República Mexicana y se tomaron los datos publicados de las estaciones meteorológicas cercanas. Con base a ello se encontró que a la región le corresponden los climas tipo Aw0 y Aw1 (Fig. 3) y que las localidades seleccionadas de ambos municipios comparten un mismo tipo de clima (clima Aw0). Lo mismo para el rango en la precipitación pluvial, el cual fue de 800 a 1,200 mm aunque estos patrones, han tenido valores atípicos en estos últimos años.

Figura 3. Tipo de clima para la región norte de los municipios de Soledad de Doblado y Manlio Fabio Altamirano en la región de Sotavento, Veracruz. Basado en Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (García, 1987).



Como el clima constituye uno de los factores más limitantes para la producción agrícola, ante un apremiante cambio climático, se consideraron, además los reportes del Programa Monitor de Sequía de América del Norte (NADM, Monitor de Sequía de América del Norte, por sus siglas en inglés), el cual se basa en el análisis de diversos índices o indicadores de sequía propuestos en 1999, que identifican de manera objetiva la severidad de la sequía a nivel nacional. En la Figura 4 se muestra una proyección para la región del Sotavento (CONAGUA, 2018).

Figura 4. Susceptibilidad a presentar eventos de sequía y su magnitud.



Se puede observar también (Fig. 4) la ubicación de las localidades seleccionadas en dos tipos de escenarios: uno, de sequía crítica y otro de sequía muy severa. Cabe señalar que estas propuestas no son más que proyecciones, ya que es difícil a esta escala, efectuar ajustes precisos al modelo de NADM. A pesar de esta inconsistencia de escala, lo importante es lo reportado por CONAGUA (2018) sobre los períodos de sequía prolongada e inusual, que ya se han presentado, en distintos momentos, en la región. Estos eventos de sequía no se repiten en años consecutivos, sino que se presentan por períodos irregulares (Maes *et al.*, 2009a). Otro factor que integra un escenario difícil para la agricultura en cuanto a la sequía y degradación de suelos, es la sobreexplotación que ya están teniendo algunos cultivos anuales, bajo el esquema de agricultura convencional y que están impactando directamente sobre los ecosistemas y su resiliencia.

CONSIDERACIONES FINALES

Los resultados del análisis efectuado permiten concluir que el sur del estado de Veracruz cuenta con los requerimientos edafoclimáticos más adecuados para el cultivo sustentable del Piñón manso. Su producción podrían ser económicamente beneficiosos para las comunidades rurales sobre todo los que viven en aquellas tierras marginales que actualmente no tienen un uso agrícola o que se encuentran erosionadas y no son aptas para la actividad agrícola. Esto podría generar una alternativa ecológicamente sostenible y económicamente viable para que las comunidades rurales obtengan ingresos extras con la venta de las semillas del Piñón manso y de sus subproductos.

Se identificaron en la región del Sotavento, algunos municipios donde este cultivo podría desarrollarse sustentablemente bajo condiciones agroecológicamente favorables y donde su

producción pudiera tener un mayor impacto socioeconómico para los habitantes de estas comunidades rurales. El desarrollo del cultivo en esta región podría tener además un gran impacto en el ámbito ambiental. Como indicara Martínez-Herrera (2007), los agricultores de estas tierras cuyos suelos están en procesos de degradación podrían beneficiarse con el cultivo de Piñón manso dado que, éste podría contrarrestar la erosión y contribuir a la retención del agua y al proceso de captura del CO₂.

Es conveniente que estudios futuros que se desarrollen en este cultivo tengan en cuenta el conocimiento ancestral de la zona de influencia (Totonacapan) y el manejo empírico desarrollado en estas comunidades y que han formado parte de su riqueza y cultura etnobotánica (Sánchez-Sánchez y Sánchez-Herrera, 2015a). Cabe subrayar además la conveniencia de la asociación de este cultivo con otros considerando que aunque el Piñón manso produce frutos desde el primer año, su cultivo puede no resultar redituable por la baja cantidad de frutos producidos durante los primeros 5 años de iniciada la plantación (Tjeuw *et al.*, 2015; Ávila-Soler *et al.*, 2018).

Por último se requiere emprender programas de mejora genética para la obtención de variedades promisorias. Por ello los trabajos que actualmente desarrolla el INBIOTECA-Universidad Veracruzana, entre otras entidades nacionales, adquieren en la actualidad especial relevancia y son definitivamente apremiantes. Este esfuerzo, junto con los que realizan los centros de Investigación como INIFAP y COLPOS entre otros, en la obtención de variedades productivas serán de especial importancia para ser evaluadas (Zamarripa *et al.*, 2011). Cabe mencionar que esas accesiones tanto de *Jatropha* tóxica como del Piñón manso, serían indispensables en los establecimientos que se quieran hacer en la región del Sotavento de nuestro estado (Zamarripa *et al.*, 2011; Pérez-Vázquez *et al.*, 2016). Llama igualmente la atención, el giro que en los últimos años han tomado las investigaciones en torno a los metabolitos secundarios que se producen en la especie, su uso y manejo resulta en un atributo más que impacta sobre la economía de las comunidades (Maghuly y Laimer, 2013). Es un hecho que las técnicas biotecnológicas pueden servir de base para desarrollar todo el potencial de la especie y hacia ello se están dirigiendo los estudios que realiza el INBIOTECA, para contribuir al desarrollo productivo de este valioso recurso genético para el campo veracruzano.

LITERATURA CITADA

- Achten, WMJ, Maes, WH, Aerts, R., Verchot, L., Trabucco, A., Mathijs, E., Sing, VP, Muys, B. 2010. *Jatropha* de la exageración global a la oportunidad local. *Revista de entornos áridos* 74:164-165.
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.08.010>
- Ávila-Soler, E., García-Salazar, JA, Valtierra-Pacheco, E. 2018. Competitividad de la producción de *Jatropha curcas* en la región de La Frailesca, Chiapas, México. *Madera y Bosques* 24(2):1-11.
<https://doi.org/10.21829/myb.2018.2421608>
- Campos, CA 2011. Distribución y caracterización del suelo, págs. 69-84. En: *La biodiversidad en Veracruz. Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), Gobierno del Estado de Veracruz, INECOL. México.*
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2018. Indicadores del tipo de sequía. Disponible en: <https://www.gob.mx/conagua/documentos/indicadores-del-tipo-de-sequia-por-municipio?idiom=es>
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evaluación de la Política De Desarrollo Social). 2017. Dirección de Información y Comunicación Social. Comunicado de Prensa No. 09. Disponible en: <https://Www.Coneval.Org.Mx/Salaprensa/Comunicadosprensa/Documents/Comunicado-09-Medicion-Pobreza-2016.Pdf>
- García, E. 1987. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Köppen. Serie de Libros nº 6. Cuarta edición Pp. 1-91. (ed.) Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México Comisión Nacional para el estudio de la Biodiversidad (CONABIO). Disponible en: http://www.igeograf.unam.mx/sigg/utilidades/docs/pdfs/publicaciones/geo_siglo21/serie_lib/modific_al_sis.pdf.
- Góngora-Canul, CC, Martínez-Sebastián, G., Uc-Vázquez, A., López-Puc, G. 2018. El cultivo de *Jatropha curcas* L. en el Sureste de México. Paquete tecnológico. Ed. Mérida-Yucatán, México. 66p.
- González-Mancillas, R., Juárez-López, JF, Aceves-Navarro, LA, Rivera-Hernández, B., Guerrero-Peña, A. 2014. Zonificación edafoclimáticas para el cultivo de *Jatropha curcas* L., en Tabasco, México. *Investigaciones Geográficas. Boletín del Instituto de Geografía, UNAM.* Doi: 10.14350/rig.39936.
<https://doi.org/10.14350/rig.39936>
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2014. Conjunto de datos vectorial Edafológico escala 1: 250 000 Serie II (Continuo Nacional). Edición: 2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Aguascalientes, Ags., México. Disponible en: <https://docplayer.es/11686796-Instituto-nacional-de-estadistica-y-geografia.html>.
- Inurreta, AH, García, PE, Uresti, GJ, Martínez, DJ, Ortiz, LH 2013. Potencial para producir *Jatropha curcas* L. como materia prima para biodiesel en el Estado de Veracruz. *Agroecosistemas*

- tropicales y subtropicales 16(3):325-339. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=93929595005>
- Machado, RL 2011. Caracterización morfológica y productiva de procedencias de *Jatropha curcas* L. Pastos y Forrajes 34(3):267-279. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S086403942011000300003&lng=es&nrm=iso
- Maes, WH, Achten, WMJ, Reubens, B., Raes, D., Samson, R., Muys, B. 2009. Relaciones planta-agua y estrategias de crecimiento de plántulas de *Jatropha curcas* L. bajo diferentes niveles de estrés por sequía. Revista de entornos áridos 73:877-884. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2009.04.013>
- Maes, WH, Trabucco, A., Achten, WMJ, Muys, B. 2009a. Condiciones climáticas de crecimiento de *Jatropha curcas* L. Biomass and Bioenergy 33:1481-1485. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.06.001>
- Martínez-Herrera, J. 2007. El Piñón Mexicano: Una alternativa bioenergética para México. Revista Digital Universitaria 8(12):1-10. Disponible en: http://www.cie.unam.mx/xml/se/pe/Bioenergia/Bibliografia/El_pinon_mexicano_una_alternativa_energetica_para_Mexico.pdf.
- Martínez-Herrera, J., Martínez, A., Makkar, H., Francis, G., Becker, K. 2010. Condiciones agroclimáticas, caracterización química y nutricional de diferentes procedencias de *Jatropha curcas* L. de México. Revista europea de investigación científica 39(3):396-407. Disponible en: <http://www.eurojournals.com/ejsr.htm>
- Maghuly, F., Laimer, M. 2013. *Jatropha curcas*, un cultivo de biocombustibles: genómica funcional para comprender las vías metabólicas y la mejora genética. Revista de Biotecnología 8(10):1172- 1182. <https://doi.org/10.1002/biot.201300231>
- Nithiyantham, S., Siddhuraju, P., Francis, G. 2012. Potencial de *Jatropha curcas* como biocombustible, piensos y productos sanitarios. Revista de la Sociedad Estadounidense de Químicos del Petróleo 89(6):961-72. <https://doi.org/10.1007/s11746-012-2012-3>
- Núñez-Colín, CA, Goytia-Jiménez, MA 2009. Distribución y caracterización agroclimática de regiones potenciales de cultivo de nuez física en México. Pesquisa Agropecuaria Brasileira 44(9):1078-1085. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000900002>

- Pabón, LC, Hernández-Rodríguez, P. 2012. Importancia química de *Jatropha curcas* y sus aplicaciones biológicas, farmacológicas e industriales. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 17(2):194-209. Disponible en: <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubplamed/cpm-2012/cpm122h.pdf>.
- Pecina-Quintero, VJL, Anaya-López, A., Zamarripa-Colmenero, N., Montes-García, CA, Núñez-Colín, JL, Solís-Bonilla, MR, Aguilar-Rangel, HR, Gill-Langarica, DJ, Méjia, B. 2011. Caracterización molecular de recursos genéticos de *Jatropha curcas* L. de Chiapas, México mediante marcadores AFLP. *Biomasa y Bioenergía* 35: 1897-1905. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.01.027>
- Pérez-Vázquez, A., Herrera-Martínez, J., Valdés-Rodríguez, OA, Córdoba-Téllez, L., Sánchez-Sánchez, O. 2016. ¿Puede la *Jatropha* tener una segunda oportunidad? En: *El futuro prometedor de *Jatropha curcas*: Propiedades y aplicaciones potenciales*, Edición 1. Capítulo: Publicar Nova Sciences Publishers, Eds. Maira Rubi Segura-Campos y David Betancur_Ancona. Págs. 215-231.
- Rucoba, A., Munguía, A., Sarmiento, F. 2013. Entre la *Jatropha* y la pobreza: reflexiones sobre la producción de agrocombustibles en tierras de temporal en Yucatán. *Estudios Sociales* 21(41):115-141. <https://doi.org/10.24836/es.v21i41.76>
- Sánchez-Sánchez, O., Sánchez-Herrera, DE 2015a. El uso de los recursos vegetales autóctonos para impulsar el empoderamiento de las clases marginadas que habitan en las zonas rurales del estado de Veracruz: caso *Jatropha curcas* L. En: *Gobernanza Ambiental: teoría y práctica para la conservación y uso sustentable de los recursos*. Ruelas-Monjardín, LC., Travieso-Bello, AC., Sánchez-Sánchez, O. (Eds.) Editorial Plaza y Valdés. Págs. 739-748. Xalapa; Veracruz México.
- Sánchez-Sánchez, O., Valdés-Rodríguez, OA, Sánchez-Herrera, DE 2015. Ecología y etnobotánica de *Jatropha curcas* L. no tóxica. *Ecología y etnobotánica de *Jatropha curcas* L. no tóxica*. Centro de Investigación Regional Pacífico Sur. Campo Experimental Zacatepec. Publicación Especial 60:1-11.
- Schmook, B., Serralta-Peraza, L. 1997 *J. curcas*: distribución y usos en la Península de Yucatán de México. En: *Biocombustibles y productos industriales a partir de *Jatropha curcas**. (Gübitz GM; Mittelbach M; Trabi M, eds), DBV Graz, págs. 53-57.
- SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2012. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Edición 2012. Compendio de Estadísticas Ambientales. México. Disponible en: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_12/pdf/Cap0_docs_previos.pdf.

- SINAREFI (Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura). 2011. Jatrofa Roja. Disponible en: http://www.sinarefi.org.mx/redes/red_jatropha.html.
- Tjeuw, J., Slingerland, M., Giller, K. 2015. Relaciones entre *Jatropha curcas* L. Rendimiento de semillas y componentes vegetativos de las plantas bajo diferentes sistemas de manejo y cultivo en Indonesia. *Biomasa y Bioenergía* 80:128-139.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.05.003>
- Valdés-Rodríguez, OA, Sánchez-Sánchez, O., Pérez-Vázquez, A., Ruiz-Bello, R. 2011. Efectos de la textura del suelo en el desarrollo de plántulas de *Jatropha* – variedad mexicana “piñón manso”. *Biomasa y Bioenergía* 35(8):3529-3536.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.05.003>
- Valdés-Rodríguez, OA, Pérez-Vázquez, A., Sánchez-Sánchez, O. 2013. Saberes Totonacas: El Piñón Manso (*Jatropha curcas* L. No Tóxica). En: Actas del VII Congreso Nacional de Agricultura Sostenible, Puebla. Volumen 9. Pp.44-53. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/270105768_SABERES_TOTONACAS_EL_PINO_N_MANSO_Jatropha_curcas_L_NO_TOXICA
- Valdés-Rodríguez, OA, Pérez-Vázquez, A., García-Pérez, E., Inurreta-Aguilar, HD, Ávila-Resendiz, C., Ruíz-Rosado, O. 2013a. Condiciones agroecológicas de procedencias nativas de *Jatropha curcas* L. en el estado de Veracruz. En: *Energía alterna y biocombustibles, innovación e investigación para un desarrollo sustentable*. Volumen 1, págs. 143-152.
- Zamarripa-Colmenero, A., Díaz-Padilla, G. 2008. Áreas de potencial productivo de piñón *Jatropha curcas* L., como especie de interés bioenergético en México. *Sistema Nacional de Sistema Producto-Oleaginosas*. Boletín N° 16. México, DF, págs. 4-6. Disponible en: http://www.oleaginosas.org/impr_211.shtml.
- Zamarripa, CA, Solís-Bonilla, JL, González, AA, Teniente-Oviedo, R., Martínez-Valencia, BB, Hernández-Martínez, M. 2011. Guía técnica para la producción de piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.) en Chiapas. Folleto Técnico No. 26. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Rosario Izapa. Tuxtla Chico, Chiapas. México. 87p.
- Zavala-Del Ángel, I., García-Pérez, E., Pérez, VA, González, HD, Ávila, C. 2012. Distribución, usos y características de las semillas de la accesión de *Jatropha curcas* L. de Veracruz, México. En: VI Taller Agroenergía. 27-29 de junio. Ribeirao Preto SP. 5p. Disponible en: http://www.infobibos.com/Agroenergia/CD_2012/resumos/ResumoAgroenergia_2012_034.pdf
- Zavala-Del Ángel, I., García-Pérez, E., González-Hernández, D., Pérez

Copyright © 2023 Raquel Cervantes-Alday, Lourdes G. Iglesias-Andreu, Veronica Borbolla-Pérez, Arturo Pérez-Vázquez y Sergio Omar Nieto Rosalano.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumen de licencia - Texto completo de la licencia](#)