



# Competitividad de la producción de *Jatropha curcas* en la región de La Frailesca, Chiapas, México

## Competitiveness of *Jatropha curcas* production in the Frailesca region, Chiapas, Mexico

Enrique Avila-Soler<sup>1</sup>, José Alberto García-Salazar<sup>1\*</sup> y Esteban Valtierra-Pacheco<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Postgrado en Economía. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados. Campus Montecillo. Postgrado en Desarrollo Rural. Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.

\* Autor de correspondencia. jsalazar@colpos.mx

### RESUMEN

En 2007, el gobierno del estado de Chiapas empezó a impulsar la producción de *Jatropha curcas* en La Frailesca, Chiapas para la producción de biocombustibles. Con el objetivo de determinar si dicha producción tiene ventajas comparativas y es competitiva sin apoyo del gobierno, se utilizó la metodología Matriz de Análisis de Política para analizar las siguientes tecnologías: 1) monocultivo en los primeros cuatro años, 2) monocultivo a partir del quinto año y 3) policultivo de *Jatropha*-maíz-cacahuete en los primeros cuatro años. Los resultados indican que los productores incurren en pérdidas por MXN \$ 5050 ha<sup>-1</sup> en los primeros cuatro años si la *Jatropha* se produce como monocultivo, y solo a partir del quinto año obtienen ganancia por MXN \$14 719 ha<sup>-1</sup>. El productor obtiene ganancias en los primeros cuatro años por MXN \$ 13 753 ha<sup>-1</sup> cuando la *Jatropha* es producida en policultivo con maíz y cacahuete. El costo de los recursos internos es de 1.14, 0.37 y 0.47 en las tecnologías 1, 2 y 3 respectivamente, lo cual indica que la actividad cuenta con ventajas únicamente a partir del quinto año. La relación beneficio-costeo fue 0.92, 1.95 y 1.76 para las tecnologías 1, 2 y 3 respectivamente; lo cual indica que la producción de *Jatropha* solamente es rentable en el largo plazo, a partir del quinto año, y que en los primeros cuatro años se debe producir de forma asociada con maíz y cacahuete para evitar pérdidas. La producción de *Jatropha* es rentable en Chiapas, por lo que es conveniente promover esta actividad.

PALABRAS CLAVE: competitividad, matriz de análisis de política, monocultivo, policultivo, ventaja comparativa.

### ABSTRACT

In 2007, government of Chiapas began to promote the *Jatropha curcas* production in La Frailesca, Chiapas for biofuels. The main objective of this study was to determine whether the *Jatropha* production has comparative advantages and is competitive without government support. The policy analysis matrix methodology was used to analyze the following *Jatropha* technologies: 1) monocrop in the first four years, 2) monocrop since the fifth year and, 3) polycropping of *Jatropha*, corn and peanut in the first four years. Results indicate that in the first four years, growers have losses of MXN \$5050 ha<sup>-1</sup> if *Jatropha* is produced as monocrop, and they obtain profits from the fifth year of MXN \$ 14 719 ha<sup>-1</sup>. In the first four years the growers obtain profits of MXN \$ 13 753 ha<sup>-1</sup> if *Jatropha* is produced in polycropping with corn and peanuts. The cost of domestic resources is 1.14, 0.37 and 0.47 in technologies 1, 2 and 3 respectively, indicating that *Jatropha* has advantages only from the fifth year. The benefit-cost ratio was 0.92, 1.95 and 1.76 for technologies 1, 2 and 3 respectively, indicating that *Jatropha* production is competitive in the long run from the fifth year onwards, and in the first four years *Jatropha* should be associated with corn and peanut to avoid losses. *Jatropha* production is profitable in Chiapas, therefore it is convenient to promote it.

KEYWORDS: competitiveness, policy analysis matrix, monocropping, polycropping, comparative advantage.

## INTRODUCCIÓN

El consumo de energía a escala global ha crecido continuamente en las últimas dos décadas y se va a incrementar en los próximos años. En 1990, el consumo anual mundial de energía fue de 366.1 EJ (347 miles de billones de BTU), y para el 2030 se pronostica un consumo de 740.6 EJ (702 miles de billones de BTU), un crecimiento medio anual cercano a 2% (Organización de las Naciones Unidas para Agricultura y Alimentación [FAO], 2008). Tal crecimiento provendrá principalmente del sector de transportes, el cual consume más de la mitad de la demanda mundial de petróleo en la actualidad. En el periodo 2010-2035, el número de automóviles se duplicará y alcanzará la cifra de 1700 millones de unidades (*International Energy Agency* [IEA], 2012).

La crisis energética mundial no es ajena a México. Aunque la producción nacional de hidrocarburos se ha mantenido prácticamente constante en los últimos años, esta ha ido acompañada de un decremento en las reservas petroleras. En 2013, la producción anual de hidrocarburos fue de 215 km<sup>3</sup> (1353 miles de millones de barriles de petróleo crudo equivalentes), cifra ligeramente inferior a la observada en 2011, de 220 km<sup>3</sup> (1384 miles de millones de barriles de petróleo crudo equivalente) (Petróleos Mexicanos [Pemex], 2013). Sumado a lo anterior, de 2011 a 2013 el inventario de combustibles fósiles pasó de 6.9 km<sup>3</sup> a 7.1 km<sup>3</sup> (43.1 a 44.5 miles de millones de barriles de petróleo crudo equivalente) (Pemex, 2013).

El crecimiento de la demanda de energía derivado del incremento del sector de transportes, la posibilidad de escasez de combustibles fósiles en un futuro y, sobre todo, la búsqueda de fuentes más limpias de combustibles justifica la exploración de otras alternativas. Los biocombustibles, cuya producción y consumo han coexistido al mismo tiempo que los hidrocarburos, son una alternativa. Por razones de costos, tecnología, materia prima y mercado, la producción de biocombustibles no ha sido viable económicamente (Salinas y Gasca, 2009).

La utilización de granos como el maíz para la producción de biocombustibles, originalmente destinados a la alimentación humana, ha tenido como consecuencia un incremento en el precio de los alimentos (*World Bank* [WB], 2008). En la actualidad, 95% del biodiesel está hecho de especies naturales mediante la conversión de aceites comestibles a biodiesel y los recursos

alimentarios están siendo convertidos en combustibles de automoción (Quimbayo, Castilla y Campuzano, 2010).

Frente al agotamiento de los hidrocarburos, se han empezado a impulsar estrategias para producir y consumir biocombustibles en México a través de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, que entró en vigor en febrero de 2009 (Secretaría de Energía [Sener], 2009; García, 2009) y que contempla la utilización de especies vegetales para la producción de biodiesel. Una de estas especies es la *Jatropha* o “piñón mexicano” (*Jatropha curcas* L.) que es sumamente adaptable a las condiciones cálidas del sur y sureste del país (Zamarripa *et al.*, 2009). Los gobiernos federal y del estado de Chiapas han sido los encargados de fomentar estas nuevas tecnologías y cultivos para biocombustibles.

Los proyectos de introducción de la *Jatropha* con fines de estimular la producción de biodiesel se han dado en varios estados del sur y sureste del país y uno de estos es Chiapas. Desde 2007 se ha pretendido producir biodiesel utilizando el aceite extraído de la semilla de la *Jatropha* para usarlo en el sistema de transporte público local. El apoyo institucional que hasta la fecha se ha dado al cultivo de *Jatropha* en el estado de Chiapas tiene como objetivo principal la producción de biodiesel; sin embargo, también se han planteado otros objetivos como: a) apoyo al campo; b) reforestación; c) utilización de tierras que actualmente no se usan con fines agrícolas (ociosas, marginales y degradadas); d) mitigación del cambio climático (Alfonso, Balderas, Alvarado, Veliz y Hernández, 2013); e) inversión local, nacional y extranjera y f) creación de empleos (Arrellanes-Caballero, 2008a; Arrellanes-Caballero, 2008b). Considerando las prioridades alimentarias del gobierno de Chiapas, actualmente los apoyos a los proyectos de introducción de *Jatropha* por parte del gobierno del estado ya no existen; y en el caso de gobierno Federal, estos están sujetos al presupuesto de cultivos energéticos.

La *Jatropha* es una planta que llega a medir de 1 m a 8 m de altura, se localiza en climas tropicales y subtropicales, y se desarrolla en altitudes que van de 5 m a 1500 m snm (Zamarripa, 2011). Crece en suelos pobres y arenosos. El rendimiento de la *Jatropha* varía dependiendo de la región y del número de riegos. En la zona norte del país, bajo condiciones de temporal, se presenta un rendimiento por hectárea de cinco toneladas de piñón y, bajo condiciones de riego, hasta de ocho toneladas. En



los estados del sur, los rendimientos llegan a cinco toneladas debido a que la mayoría de las tierras son de temporal (Consejo para el Desarrollo de Sinaloa [Codesin], 2013). La *Jatropha* es un cultivo perenne que vive de 40 años a 50 años, comienza a producir desde el primer año (entre 350 kg ha<sup>-1</sup> y 500 kg ha<sup>-1</sup>) y su máxima producción se alcanza a los cinco años, dependiendo de la tecnología aplicada. La composición de la semilla de *Jatropha* es la siguiente: 6.6% es agua, 38.0% es grasa, 32.5% son carbohidratos, 18.2% son proteínas y 4.0% son cenizas (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa], 2015; Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [Senasica], 2012); sin embargo, estos valores pueden variar significativamente, especialmente el contenido de grasa.

El estado de Chiapas dispone de las condiciones adecuadas para la producción de *Jatropha*. De acuerdo con Van Peer (2010), la *Jatropha* crece idealmente en suelos arenosos bien drenados, pero puede crecer en suelos arcillosos con buen drenaje. El mismo autor (Van Peer, 2018) indica que el cultivo es propio de zonas tropicales con un mínimo de 800 mm de precipitación anual, pero puede soportar hasta 4000 mm si el suelo tiene buen drenaje. Estas condiciones le permiten tener una producción de alta calidad para la obtención de biodiesel. La *Jatropha* producida es no tóxica y puede servir para consumo humano y animal; sin embargo, esta característica no se considera en el presente estudio.

El gobierno del estado de Chiapas inició la fase de producción de *Jatropha* en 2007 con 3000 productores y 20 cooperativas (Huerta, Garza, Vega y Omaña, 2010). Al mismo tiempo de fomentar el cultivo de *Jatropha*, el gobierno estatal también apoyó el establecimiento de dos plantas industriales para la producción de biodiesel usando el aceite de la *Jatropha*, que no se analizará en este estudio. Actualmente dichas plantas se encuentran produciendo biodiesel a baja escala, el cual es consumido por el sistema de transporte terrestre del estado.

La producción de *Jatropha* es una actividad promovida y subsidiada por el gobierno de Chiapas, esta situación genera las siguientes interrogantes ¿Es rentable la producción de *Jatropha* en el estado de Chiapas? ¿Será competitiva la producción de *Jatropha* sin los apoyos y subsidios del gobierno? Hay estudios relacionados con el cultivo de *Jatropha* enfocados a los aspectos

agronómicos y también en el proceso técnico para la producción de biodiesel, pero existen pocos relacionados en aspectos económicos y financieros por lo que a veces se cuestiona la rentabilidad y viabilidad de la producción de biodiesel, especialmente bajo condiciones de libre mercado.

Huerta *et al.* (2010) mencionan que la extracción de aceite de *Jatropha* es rentable, pero sensible al incremento de los precios de la materia prima. Esto disminuirá con la utilización de los desechos de la semilla de *Jatropha* para la elaboración de composta para la obtención de abono orgánico o biogás, que serían fuentes adicionales y más estables de ingresos.

Rucoba, Munguía y Sarmiento (2013) sostienen que es necesario realizar un aprovechamiento integral de los agro-biocombustibles, ya que es indispensable reflexionar sobre la factibilidad social, ambiental y económica de establecerlos en espacios agrícolas sin uso actual (tierras ociosas o marginales). Lo menos indicado y recomendable sería tratar de sustituir los cultivos de autoconsumo (maíz, frijol y otros) que proporcionan alimentos a las familias con tal de favorecer el establecimiento de cultivos como la *Jatropha*.

Estudios realizados en el área de bioenergéticos de Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (Inifap), en el estado de Chiapas, señalan que la producción de *Jatropha curcas* no tóxica o piñón mexicano es factible económicamente bajo un sistema de asociación *Jatropha*-maíz-frijol, obteniendo en promedio tasas de rentabilidad de 102% anual (Zamarripa *et al.*, 2011). El análisis recomienda cultivar la *Jatropha* en policultivo con cultivos anuales (maíz, frijol, cacahuate y otros) para La Frailesca, Chiapas, hasta que el tamaño de la *Jatropha* lo permita. Rucoba y Munguía (2013) mencionan que el policultivo de la *Jatropha* es recomendable, ya que permite utilizar íntegramente los recursos de suelo relacionados con la fertilidad, humedad, microorganismos benéficos y características físicas. Pero esto resulta muy limitado, solo sería factible durante los primeros dos o tres años de establecida la plantación, posteriormente quedaría como monocultivo.

## OBJETIVOS

La presente investigación tiene como objetivo determinar la rentabilidad y las ventajas comparativas en la producción del cultivo de *Jatropha* en tres municipios de La Frailesca, Chiapas,

bajo las tecnologías de monocultivo y policultivo. Se parte de la hipótesis que señala que la producción de *Jatropha* es rentable y competitiva bajo diferentes tecnologías en la región de La Frailesca, Chiapas.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñó una encuesta para la fase agrícola de producción de *Jatropha* que permitiera la construcción de una Matriz de Análisis de Política (MAP) para cada tecnología agrícola. La encuesta fue aplicada a 42 productores de *Jatropha* de la región de La Frailesca, Chiapas, la cual se localiza entre la Sierra Madre de Chiapas y la Depresión Central de Chiapas, presentando alturas de entre 279 m y 2755 m snm. La región está integrada por los municipios de Ángel Albino Corzo, El Parral, La Concordia, Montecristo de Guerrero, Villa Corso y Villaflores. La Frailesca es conocida como el granero de Chiapas por ser la región con mayor producción de maíz en ese estado (Guevara *et al.*, 2013).

La encuesta se desarrolló con apoyo de la sociedad de productores de bioenergéticos de Chiapas, del Instituto de Fuentes Renovables de Energía, de la Secretaría de Campo del estado, y del área de bioenergéticos del Inifap. La fase de campo se llevó entre el 4 y 9 de agosto de 2014 para conocer los costos de producción de la etapa primaria.

Las encuestas se levantaron en los Municipios Villaflores, Villacorzo y Parral, y se diseñaron para obtener: 1) coeficientes técnicos (cantidades de insumo para sembrar una hectárea de *Jatropha*, y rendimiento por hectárea); 2) precio de mercado del producto y de los insumos comerciables (semillas, fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas y otros); 3) precio de los factores internos de producción (mano de obra, tierra, labores

mecanizadas y servicios contratados); 4) costos de la maquinaria y de la plantación, y otros insumos usados en el proceso de producción. La información recopilada a través de la encuesta fue complementada con información obtenida de fuentes secundarias, como información proveniente de fuentes oficiales (Banco de México [Banxico], Secretaría de Comunicaciones y Transporte [SCT], etc.).

El análisis de la información se basó en el uso de la metodología para la construcción de una MAP, desarrollada por Monke y Pearson (1989). La MAP mide el impacto de políticas del gobierno sobre la rentabilidad privada y el uso óptimo de los recursos (Tabla 1).

La MAP está formada por tres filas que contienen: 1) el presupuesto calculado a precios privados, aquellos que existen en el mercado; 2) el presupuesto calculado a precios económicos, también llamados precios sombra y 3) las divergencias que miden los efectos de política y que se obtienen por diferencia. Los precios económicos son aquellos que existirían en caso de que no hubiera políticas de gobierno (subsidios o impuestos, otorgados o cobrados, a través de los precios del producto e insumos), y son importantes porque permiten el cálculo de la rentabilidad (ingresos menos costos) que recibiría el productor en caso de que no existiera intervención del gobierno; es decir, miden el grado de eficiencia de una actividad determinada. Las columnas cuantifican: a) los ingresos totales (rendimiento por precio); b) los costos de producción de insumos comerciables, aquellos que se pueden comercializar entre países; c) los costos de producción de los factores internos, aquellos que no se pueden comercializar entre países) y d) la ganancia.

TABLA 1. Estructura de la Matriz de Análisis de Política.

Concepto	Ingreso	Costos de producción		Ganancia
		Insumos comerciables	Factores de producción	
Precios privados	A	B	C	D=A-B-C
Precios económicos	E	F	G	H=E-F-G
Efectos de política	I=A-E	J=B-F	K=C-G	L=D-H



Una vez completa la MAP se pueden derivar indicadores que permiten analizar aspectos económicos de la tecnología para la cual se construyó la matriz. Un indicador de eficiencia y ventajas comparativas es el costo de los recursos internos [CRI = G / (E - F)]. Un valor menor/mayor a la unidad indica que el costo de los factores internos valorados a precios económicos es menor/mayor a la cantidad de divisas que el país tendría que invertir si se decidiera importar el producto que se está generando (con recursos internos). Un valor menor a la unidad indica la existencia de ventajas comparativas y, por lo tanto, el país debe optar por producir y no importar el producto; en cambio, un valor mayor a la unidad indica que la actividad no tiene ventajas comparativas, el país debe dejar de producir y debe importar el producto.

También se pueden obtener indicadores de protección como el coeficiente de protección nominal del producto [CPNP = A / E], el coeficiente nominal de los insumos comerciales [CPNI = B / F] y el coeficiente de protección efectiva [CPE = (A - B) / (E - F)]. Los coeficientes de protección (del producto, de los insumos y efectiva) miden el grado de protección y desprotección que recibe el productor vía el precio del producto, los insumos comerciales y de manera conjunta (producto e insumos). Un coeficiente de protección nominal del producto superior a la unidad indica protección, el productor recibe un precio de venta más alto por su producto en relación con el precio internacional. Por el contrario, un coeficiente de protección nominal de los insumos mayor a la unidad indica desprotección, el productor paga un precio más alto por los insumos, en relación con el precio internacional de estos. El coeficiente de protección efectiva mide de manera conjunta la protección, y un valor mayor a la unidad indica protección.

Un indicador que mide la intervención del gobierno a través de los subsidios es el subsidio equivalente al productor [ESP = L / A], que mide el nivel de transferencias que recibe el productor para producir un bien, e indica el monto de los apoyos gubernamentales que recibe el productor a través del ingreso.

Los indicadores de competitividad que proporciona una MAP son la rentabilidad privada [D = A - B - C] y la relación del costo privado [RCP = C / (A - B)]. Una vez generada la información de una MAP también se puede calcular la relación beneficio-costos (RBC) a través de la siguiente fórmula:

$$RBC = \frac{\sum_{t=1}^T \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=1}^T \frac{C_t}{(1+r)^t}} \quad 1)$$

donde:

$t$ : tiempo

$B_t$ : beneficio bruto en  $t$

$C_t$ : costos en  $t$

$r$ : tasa de descuento

Además de los indicadores anteriores, la MAP también permite determinar el valor agregado a precios privados [VAP = A - B], el valor agregado a precios económicos [VAE = E - F], el consumo intermedio en el ingreso total [RCIP = B/A] y el ingreso agregado en el ingreso total [RVAP = (A - B) / A].

La elaboración de una MAP requiere de información desagregada, de ahí la necesidad de levantar encuestas a productores de *Jatropha*; dicha encuesta debe recopilar información sobre los precios de mercado y coeficientes técnicos de los insumos usados en la producción de *Jatropha*. Se seleccionó la región de La Frailesca en el estado de Chiapas para realizar la presente investigación, particularmente, los municipios de Villaflores, Villa Corzo y Parral. Con el apoyo de la sociedad de bioenergéticos, el Instituto de Energías Renovables y la Secretaría del Campo del estado se aplicaron 42 encuestas directas a productores de *Jatropha* en los tres municipios mencionados. Los productores fueron seleccionados de listas de productores proporcionados por el gobierno del estado y el Inifap. La única condición fue que tuvieran plantaciones de *Jatropha* de cualquier edad, ya sea en monocultivo o en asociación con otros cultivos (maíz, frijol, cacahuate u otros). Los encuestados poseen una superficie sembrada de 252 ha de *Jatropha* no tóxica conocida comúnmente como piñón mexicano.

El diseño de la encuesta se realizó considerando la información requerida de precios y coeficientes técnicos que requiere una MAP. La encuesta incluyó 200 preguntas y más de 350 variables con un desglose detallado de labores de cultivo obteniendo las cantidades y costos de insumos, mano de obra, herramientas, equipo e infraestructura (amortización) y servicios, además de preguntas técnicas sobre el cultivo.

La información de campo se procesó en hojas de cálculo de Excel, y se diseñaron los cuadros de coeficientes técnicos, precios

de mercado, presupuestos privados, precios económicos, presupuestos económicos y demás cuadros, los cuales se ubicaron en forma de diagonal (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación [FAO], 2005).

La información sobre coeficientes técnicos (cantidades requeridas de insumo para sembrar una hectárea de *Jatropha* y rendimiento por hectárea), el precio de mercado del producto y de los insumos comerciables (semillas, fertilizantes, herbicidas, insecticidas, fungicidas y otros), el precio de los factores internos de producción (mano de obra, tierra, labores mecanizadas y servicios contratados), el costo de la maquinaria, el costo de la plantación y demás insumos usados en el proceso de producción provinieron de la encuesta. Los presupuestos privados se obtuvieron al multiplicar los coeficientes técnicos por el precio de mercado.

El presupuesto económico se obtuvo al multiplicar los coeficientes técnicos económicos por los precios económicos. Basados en Salcedo (2007), los precios económicos de los insumos se calcularon con base en los precios de paridad de importación y exportación. La información necesaria para obtener estos precios se obtuvo de las siguientes fuentes: a) Se consideró el precio de los insumos comerciables (fertilizantes, herbicidas, fungicidas, insecticidas, semillas y maquinaria, cuando esta última es propiedad del productor) en los Estados Unidos, los datos provinieron del Servicio Nacional de Estadísticas Agrícolas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (NASS-USDA, 2014); b) se consideró el costo de transporte y seguro del punto de internación en México a la zona productora en Chiapas, la información provino de la Dirección General de Tarifas de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte [SCT] (2014); c) para realizar la conversión de dólares a pesos se utilizó un tipo de cambio de 15.50 pesos mexicanos por dólar y se consideró una subvaluación de 15% (Banxico, 2014).

El precio económico de la *Jatropha* se obtuvo de manera similar: a) se consideró el precio internacional de la *Jatropha* en los Estados Unidos; b) se consideró como punto de internación a Nuevo Laredo para obtener el costo de flete y seguro desde los Estados Unidos hasta la zona de producción en Chiapas; la

información provino de la SCT (2014); c) la conversión de dólares a pesos se realizó usando el tipo de cambio obtenido de 15.50 pesos mexicanos por dólar, y se consideró una subvaluación del peso de 15% (Banxico, 2014). Los cuadros de coeficientes técnicos y precios económicos se usaron para obtener los costos y los ingresos en términos económicos.

Se elaboraron tres matrices de análisis de política: a) la primera corresponde al monocultivo de *Jatropha* en los primeros cuatro años; b) la segunda corresponde al monocultivo de *Jatropha* a partir del quinto y c) la tercera corresponde a la asociación de *Jatropha*, maíz y cacahuate en los primeros cuatro años, porque es una asociación común entre los productores de Chiapas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 2 se presentan los resultados obtenidos para las tecnologías consideradas por año. En la tecnología 1, la ganancia neta fue negativa (MXN \$ -5050 ha<sup>-1</sup>), derivado de que el cultivo no ha llegado a su ciclo de producción óptimo, lo cual indica que el ingreso total es inferior a los costos de mantenimiento y operación.

A partir del quinto año la producción de *Jatropha* es muy rentable, bajo la tecnología 2 la ganancia fue de MXN \$ 14 719 ha<sup>-1</sup>. Aunque los costos de insumos comerciables y factores de producción disminuyen de manera considerable en relación a la tecnología 1, el rendimiento permitió un ingreso de MXN \$ 30 481 ha<sup>-1</sup>. Una vez rebasado el cuarto año el rendimiento por hectárea es de cinco toneladas de fruto, una tonelada de semilla y un lote de cascarilla que se utiliza como abono orgánico. En este año se tiene experiencia en el manejo del cultivo y, a partir del quinto año, el mayor rendimiento determina que los costos de producción sean inferiores al ingreso total, permitiendo un alto margen de ganancia.

La tecnología 3 mostró una ganancia neta de MXN \$ 13 753 ha<sup>-1</sup>, dicha ganancia se debe a que existe un ingreso por la venta de los otros cultivos y la producción de *Jatropha* (Charpantier y Mora, 1999). La ganancia de los otros cultivos representó 48% de la ganancia total. La asociación de *Jatropha* con maíz y cacahuate evita pérdidas al productor en los primeros cuatro años.



TABLA 2. Matriz de Análisis de Política de la producción de *Jatropha* en La Frailesca, Chiapas (cifras anuales en pesos mexicanos por hectárea).

Concepto	Ingreso	Costos de producción		Ganancia de
		Insumos comerciables	Factores de producción	
<i>Tecnología 1. Monocultivo de Jatropha en los primeros cuatro años</i>				
Precios privados	15 289	6939	13 400	-5050
Precios económicos	15 289	3552	13 400	-1663
Efectos de política	0	3387	0	-3387
<i>Tecnología 2. Monocultivo de Jatropha a partir del quinto año</i>				
Precios Privados	30 481	5411	10 350	14 719
Precios Económicos	30 653	2428	13 368	14 857
Efectos de Política	-172	2983	-3018	-138
<i>Tecnología 3. Asociación de Jatropha-maíz-cacahuete en los primeros cuatro años</i>				
Precios Privados	31 872	5703	12 416	13 753
Precios Económicos	36 480	2915	12 416	21 149
Efecto de Política	-4608	2788	0	-7396

La rentabilidad calculada a precios económicos es un indicador de eficiencia en la producción, mide la rentabilidad que existiría en caso de que no existiera intervención gubernamental. En la tabla 2 se observa que bajo tecnología 1 la ganancia económica fue MXN \$ -1663 ha<sup>-1</sup>, lo cual es resultado del bajo rendimiento obtenido y falta de experiencia en la producción de *Jatropha* en los primeros cuatro años. En la tecnología 2 se obtuvo una ganancia de MXN \$ 14 857 ha<sup>-1</sup>, superior a la rentabilidad obtenida a precios privados; lo cual indica que, sin intervención del gobierno, la producción de *Jatropha* es rentable solo a partir del quinto año. En la tecnología 3 la ganancia económica fue de MXN \$ 21 149 ha<sup>-1</sup>, superior a la obtenida en los primeros cuatro años. Los resultados anteriores indican que en los primeros cuatro años la producción de *Jatropha* solo es rentable en asociación con otros cultivos. Las transferencias vía insumos comerciables fueron de MXN \$ 3387 ha<sup>-1</sup>, MXN \$ 2983 ha<sup>-1</sup> y MXN \$ 2788 ha<sup>-1</sup> en las tecnologías, 1, 2 y 3, lo cual indica que el productor paga un impuesto a través de las compras de aquellos insumos que tienen un mercado internacional.

Los resultados anteriores permiten comprobar la hipótesis que fue establecida al inicio de la investigación, la producción de *Jatropha* como monocultivo no es rentable, no es competitiva y no

tiene ventajas comparativas en los primeros cuatro años; sin embargo, a partir del quinto año la actividad empieza a ser rentable. En los primeros cuatro años es recomendable la asociación y el aprovechamiento del espacio de siembra hasta que el crecimiento de las plantas de *Jatropha* lo permita.

En la tabla 3 se presentan algunos indicadores de competitividad, ventajas comparativas, protección, subsidio y rentabilidad. La relación de costo privado indica el grado de eficiencia o ineficiencia que se tiene al producir un bien; para las tecnologías 1, 2 y 3 fue de 1.60, 0.41 y 0.47, respectivamente. Los resultados anteriores indican que las tecnologías 2 y 3 son eficientes, la primera es ineficiente porque no genera ganancia.

El costo de los recursos internos es un indicador de ventaja comparativa. En la tecnología 1 este indicador fue de 1.14, indicando que el valor de los recursos internos usados en la producción supera el valor de las divisas ganadas o ahorradas y, por consiguiente, el país no tiene ventajas comparativas en la producción de *Jatropha* con esta tecnología. Bajo las tecnologías 2 y 3, el costo de los recursos internos fue de 0.47 y 0.37 indicando que el valor de los recursos usados en la producción del bien es inferior al valor de las divisas ganadas o ahorradas; por lo tanto, la producción de *Jatropha* tiene ventajas comparativas.

TABLA 3. Indicadores de competitividad, protección y rentabilidad de la producción de *Jatropha* en la Frailesca, Chiapas.

<i>Indicador</i>	<i>Tecnología</i>		
	<i>1 (Monocultivo primeros 4 años)</i>	<i>2 (Monocultivo a partir del año 5)</i>	<i>3 (Asociación primeros 4 años)</i>
<i>Competitividad</i>			
Relación de costo privado	1.60	0.41	0.47
<i>Ventaja comparativa</i>			
Costo de los recursos internos	1.14	0.47	0.37
<i>Protección</i>			
Coefficiente de protección nominal del producto	1.00	0.99	0.87
Coefficiente de protección efectiva	0.71	0.90	0.78
Coefficiente nominal de insumos comerciables	1.95	2.23	1.96
<i>Subsidio</i>			
Equivalente de subsidio al productor	-0.22	-0.01	-0.24
<i>Rentabilidad</i>			
Relación beneficio-costo	0.92	1.95	1.76

El coeficiente de protección nominal del producto mide el grado de protección que recibe el productor vía precio del producto. Los resultados en la tabla 3 indican que en la tecnología 1 el coeficiente fue 1.00 lo que indica neutralidad; bajo las tecnologías 2 y 3 fue 0.99 y 0.87, e indica desprotección vía precio del producto, esto implica que el productor recibe un precio más bajo que el precio que recibiría en caso de no intervención del gobierno.

El coeficiente nominal de los insumos comerciables mide el grado de protección o desprotección a través de los insumos comerciables. En las tres tecnologías este coeficiente es superior a la unidad y significa que el productor de *Jatropha* no recibe protección por la vía de los insumos comerciables, ya que el precio que paga el productor por estos insumos es mayor al precio que pagaría si no existiera intervención del gobierno.

El coeficiente de protección efectiva es un indicador que mide la protección efectiva que recibe el productor a través del producto y los insumos comerciables; el valor de este indicador fue de 0.71, 0.90 y 0.78 en las tecnologías 1, 2 y 3, respectivamente. El valor del coeficiente de protección efectiva indica desprotección de productor de manera conjunta a través del producto y de los insumos, lo cual implica que el productor

recibió un precio por su producto menor a la referencia internacional y pagó un precio más alto por los insumos, en relación al precio internacional.

El equivalente de subsidio al productor mide el nivel de transferencias que recibe el productor para producir un bien; en la tecnología 1, 2 y 3 fue de -0.22, -0.01 y -0.24. El valor negativo de este indicador señala que la actividad no recibe subsidios.

El criterio formal de selección a través de la relación beneficio-costo es aceptar todos los proyectos cuyo resultado obtenido de la aplicación de su fórmula, sea igual o mayor que uno a la tasa de actualización seleccionada. En la tabla 3 se observan valores de 0.92 en la tecnología 1, y de 1.95 y 1.76 en las tecnologías 2 y 3. Los datos anteriores indican que por cada peso invertido el productor obtiene un margen de ganancia de 95 y 76 centavos bajo las tecnologías 2 y 3, y pierde 8 centavos bajo la tecnología 1.

El valor agregado es la contribución de la actividad al ingreso del sector agrícola regional y se obtiene al restar el consumo intermedio del valor de producción (rendimiento por el precio del producto). Una actividad contribuye más al crecimiento de una región cuanto más valor agregado genera. Habrá que recordar que el crecimiento de un país se mide a través





del Producto Interno Bruto, que es la suma del valor agregado de todos los bienes y servicios generados en un país.

A precios privados quien más contribuye a la actividad agrícola de la región es la tecnología 3 con MXN \$ 26 169 ha<sup>-1</sup>, seguido de la tecnología 2 con MXN \$ 25 069 ha<sup>-1</sup>. Considerando los precios económicos se observa que la tecnología que más valor agregado genera es la 3 con MXN \$ 33 565 ha<sup>-1</sup>, esto se debe a que esta tecnología es la más eficiente sin la necesidad de apoyo gubernamental (Tabla 4).

La participación del valor agregado en el ingreso total fue de 55% en la tecnología 1 y 82% en las tecnologías 2 y 3. Si se considera el alto ingreso por hectárea generado bajo las tecnologías 2 y 3, se puede decir que estas son las que más contribuyen al valor de producción en la región. Con respecto al consumo intermedio, las tecnologías 2 y 3 requirieron menor inversión en insumos que la tecnología 1, aprovechándose los recursos en la producción agrícola, a la par generando mayor derrama económica a la región.

## CONCLUSIONES

La aplicación de una encuesta diseñada para medir la rentabilidad de los productores de *Jatropha* en tres municipios de la región de La Frailesca en Chiapas y la recopilación de información de fuentes secundarias permitió construir una matriz de análisis de política para la producción de *Jatropha* bajo tres tecnologías: monocultivo en los primeros cuatro años, monocultivo después del quinto año y asociación *Jatropha*-maíz-cacahuete en los

primeros cuatro años. El nivel de rendimiento productivo y las labores culturales en las diferentes etapas de producción fueron determinantes en las diferencias en el costo de producción, el ingreso, la rentabilidad y las ventajas comparativas de las diferentes tecnologías.

La producción de *Jatropha* como monocultivo no es rentable, no es competitiva y no cuenta con ventajas comparativas en los primeros cuatro años debido a los bajos rendimientos que se obtienen por hectárea; sin embargo, la asociación de *Jatropha* con maíz y cacahuete en los primeros cuatro años hace rentable la actividad permitiendo la obtención de ganancias. Después del quinto año, los altos rendimientos obtenidos por hectárea y un precio de venta de MXN \$ 4000 t<sup>-1</sup> determinan que la producción de *Jatropha* sea altamente rentable y que tenga ventajas comparativas. Este estudio indica que, a largo plazo, las inversiones en la producción de *Jatropha* garantizan el capital invertido más un considerable margen de ganancia; por lo tanto, de acuerdo con este indicador se puede concluir que las acciones y estrategias enfocadas a incentivar el crecimiento de la actividad en la entidad están plenamente justificadas ya que esta es competitiva, rentable y eficiente. El presente estudio se limitó a determinar la competitividad y ventajas comparativas de la producción de *Jatropha* en el estado de Chiapas. Por ser una actividad de reciente introducción en la región, quedan pendientes interrogantes relacionadas con la producción de *Jatropha* a gran escala, las cuales son motivo de otras investigaciones.

TABLA 4. Valor agregado en la producción de *Jatropha* en La Frailesca, Chiapas (cifras en pesos mexicanos por hectárea por año).

Indicador	Tecnología		
	1 (Monocultivo primeros 4 años)	2 (Monocultivo a partir del año 5)	3 (Asociación primeros 4 años)
Valor agregado a precios privados	8350	25 069	26 169
Valor agregado a precio económicos	11 737	28 225	33 565
Consumo intermedio en \$ ha <sup>-1</sup>	6939	5411	5703
Valor agregado en el ingreso total	0.55	0.82	0.82

## REFERENCIAS

- Alfonso A., J. A., Balderas L., S. M., Alvarado M., P., Veliz Z., K., & Hernández P., J. G. (2013). Obtención de biodiesel a partir de *Jatropha*. *Universo de la Tecnología*, 5(15), 7-10.
- Arrellanes-Caballero, R. A. (2008a). *Programa de expansión y producción de bioenergética con base en la Jatropha en el Estado de Chiapas, México*. Primer Seminario Internacional *Jatropha*, Santiago de Chile.
- Arrellanes-Caballero, R.A. (2008b). *Un modelo de promoción y desarrollo de los bioenergéticos en Chiapas*. Congreso Internacional de Biocombustibles, Guadalajara, Jalisco, México.
- Banco de México [Banxico]. (2014). *Tipo de cambio*. Recuperado de <http://www.banxico.org.mx/dyn/portal-mercado-cambiarior/index.html>.
- Charpantier, F., & Mora, E. (1999). *Aplicación de la metodología Matriz de Análisis de Política (MAP): El caso de la cebolla amarilla en Costa Rica*. XI Congreso Nacional Agronómico, San José, Costa Rica.
- Consejo para el Desarrollo de Sinaloa [Codesin]. (2013). *Compendio de paquetes tecnológicos para el establecimiento de la cadena agroindustrial de Jatropha curcas en el noroeste de México*. Culiacán, Sinaloa: Codesin.
- García R., M. (2009). *La seguridad energética en el siglo XXI: los nuevos actores: el estado, el gas natural y las fuentes alternas de energía* (1a ed.). México, D. F.: Editorial Centro de Investigaciones Geopolíticas en Energía y Medio Ambiente.
- Guevara H., F., Rodríguez L., L. A., Cruz, J. O., Gómez C., H., Ocaña G., M. de J., & Camacho V., T. C. (2013). Implicaciones socioeconómicas y energéticas del uso y manejo del rastrojo en la región Frailesca, Chiapas. En L. Reyes M., T. C. Camacho V., & F. Guevara H. (Eds.) *Rastrojos, manejo, uso y mercado en el centro y sur de México* (pp: 37-92). Pabellón de Arteaga, Aguascalientes: Centro de Investigación Regional Centro Norte, Inifap.
- Huerta R., D., Garza B., L. E., Vega V., D., & Omaña S., J. M. (2010). La producción de biodiesel en el estado de Chiapas. *Revista de Economía Agrícola y los Recursos Naturales*, 3(2), 77-96.
- International Energy Agency [IEA]. (2012). *World Energy Outlook*. Recuperado de <http://www.iea.org/publications/freepublications/publication/Spanish.pdf>.
- Monke, E. A., & Scott, R. P. (1989). *The policy analysis matrix for agricultural development*. Ithaca, N.Y., USA: Cornell University Press. doi: 10.1080/03768359008439507
- National Agricultural Statistics Service-United States Department of Agriculture [NASS-USDA]. (2014). *Report of prices paid 2014 survey results and agricultural prices of April 30, 2014*. Recuperado de <https://www.usda.gov/nass/PUBS/TODAYRPT/agpr1015.pdf> y <http://usda.mannlib.cornell.edu/usda/current/AgriPric/AgriPric-01-30-2018.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación [FAO]. (2005). *Desarrollo de la capacidad técnica para la evaluación de la competitividad de los productos agropecuarios y los efectos de la apertura comercial, Matriz de Análisis de Política (MAP), Ejercicios de Computo MS-Excel*. San José, Costa Rica: FAO.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación [FAO]. (2008). *Bosques y energía, cuestiones clave*. Recuperado de <http://www.fao.org/docrep/010/i0139s/i0139s00.htm>.
- Petróleos Mexicanos [Pemex]. (2013). *Reporte de reservas petroleras del 01 de Enero de 2013, México*. Recuperado de [http://www.ri.pemex.com/files/content/Reservas%20al%201%20de%20enero%202013\\_webcast\\_130502.pdf](http://www.ri.pemex.com/files/content/Reservas%20al%201%20de%20enero%202013_webcast_130502.pdf).
- Quimbayo P., A. M., Castilla, C., & Campuzano, L. F. (2010). *El uso actual del cultivo de la Jatropha curcas L. en sistemas agroforestales y silvopastoriles y su potencial para contribuir al desarrollo social y económico de un cultivo en expansión mundial*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/187602848/MONOGRAFA>
- Rucoba G., A., Munguía G., A., & Sarmiento F., F. (2013). Entre la *Jatropha* y la pobreza: reflexión sobre la producción de Agrocombustibles en tierras de temporal Yucatán. *Estudios Sociales*, XXI(41),115-141.
- Rucoba G., A., & Munguía G., A. (2013). Rentabilidad de *Jatropha curcas* en asociación con cultivos y monocultivo en tierras de temporal en Yucatán. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 17(33), 565-575.
- Salcedo, S. (2007). *Competitividad para la agricultura en América Latina y el Caribe. Matriz de Análisis de Política*. Santiago, Chile: Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe.
- Salinas C., E., & Gasca Q., V. (2009). Los biocombustibles. *El Cotidiano*, 157(septiembre-octubre):75-82.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación [Sagarpa]. (2015). *Bioenergéticos*. Recuperado de [www.bioenergeticos.gob.mx/](http://www.bioenergeticos.gob.mx/).
- Secretaría de Comunicaciones y Transportes [SCT]. (2014). *Tarifas de carga*. Recuperado de [http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGTFM/Tarifas\\_Ferrovias/Carga/04\\_TVM/TVM\\_04.pdf](http://www.sct.gob.mx/fileadmin/DireccionesGrales/DGTFM/Tarifas_Ferrovias/Carga/04_TVM/TVM_04.pdf).
- Secretaría de Energía [Sener]. 2009. *Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos*. Recuperado de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5094933&fecha=18/06/2009](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5094933&fecha=18/06/2009).
- Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [Senasica]. (2012). *Información técnica de semilla de Jatropha curcas mexicana para exportación, México*. Recuperado de <http://www.senasica.gob.mx/includes/asp/download.asp?IdDocumento=23492&IdUrl=47165>.
- Van Peer, A. (2010). *Growing Jatropha: including propagation, methods for Jatropha curcas and production and use of Jatropha products*. Recuperado de



<https://jatrohadotpro.files.wordpress.com/2017/06/growing-jatropha-manual-04.pdf>

Van Peer, A. (2018). *Growing Jatropha*. Recuperado de <https://jatropha.pro/>.

World Bank [WB]. (2008). *A note on rising food prices*. Recuperado de <http://www.bio-based.eu/foodcrops/media/08-07ANoteonRisingFoodPrices.pdf>

Zamarripa C., A., Ruiz C., P., Solís B., J. L., Martínez H., J., Olivera-D. S., A., & Martínez V., B. B. (2009). *Biodiesel: perspectivas de la producción de biodiesel a partir de Jatropha curcas L. en el trópico de México*. Folleto Técnico No. 12. Tuxtla Chico, Chiapas: Inifap.

Zamarripa C., A. (2011). *Estudio de insumos para la obtención de biocombustibles en México*. Tuxtla Chico, Chiapas: Sagarpa-Inifap-CERI.

Zamarripa C., A., Solís B., J. L., González Á., A., Teniente O., R., Martínez V., B. B., & Hernández M., M. (2011). *Guía técnica para la producción de piñón mexicano (Jatropha curcas L.) en Chiapas*. Folleto

Técnico No. 26, Tuxtla Chico, Chiapas: Inifap-Sagarpa-Gobierno de Chiapas.

Manuscrito recibido el: 2 de octubre de 2015

Aceptado el: 19 de febrero de 2018

Publicado el: 22 de agosto de 2018

Este documento se debe citar como:

Avila-Soler. E., García-Salazar, J. A. y Valtierra-Pacheco, E. (2018). Competitividad de la producción de *Jatropha curcas* en la región de La Frailesca, Chiapas, México. *Madera y Bosques*, 24(2), e2421608. doi: 10.21829/myb.2018.2421608



Madera y Bosques por Instituto de Ecología, A.C. se distribuye bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional.