

## Potencial productivo y económico de las plantaciones de hule en el trópico húmedo mexicano

### Productive and economical potential of rubber plantations in the mexican humid tropics

Georgel Moctezuma López\*, Elías Ortiz Cervantes, José A. Espinosa García, Jesús Uresti Gil, Alejandra Vélez Izquierdo, José L. Jolalpa Barrera, Sergio F. Góngora González y Héctor D. Inurreta Aguirre

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) \*Correo electrónico: moctezuma.georgel@inifap.gob.mx

#### RESUMEN

El hule natural o caucho se obtiene de las plantaciones forestales de *Hevea brasiliensis* Müll. Arg., siendo una opción para los productores forestales porque puede generar utilidades, ya que existe una demanda insatisfecha de este producto a nivel nacional e internacional; por lo tanto, el objetivo del presente estudio fue, identificar el potencial productivo, y determinar la rentabilidad de las plantaciones de hule en México. Se integró información agroclimática para estimar rendimientos potenciales en base a un paquete tecnológico, además de los indicadores financieros, aplicando la metodología de evaluación de proyectos agroforestales a largo plazo. Los resultados obtenidos muestran que la superficie potencial para establecer plantaciones de hule asciende a 57430 hectáreas en zonas de los estados de Campeche, Chiapas y Oaxaca. Los indicadores de rentabilidad estimados para estos estados resultaron positivos, con una relación beneficio/costo (RB/C) de 1,2 a 1,9; valor actual neto (VAN) de 73147 a 209349 y tasa interna de retorno (TIR) de 20 a 28%, concluyendo que existe potencial productivo y económico para incrementar la producción de hule en México.

**Palabras clave:** *Hevea brasiliensis* Müll. Arg., indicadores financieros, rendimientos potenciales, modelo de simulación, México.

#### ABSTRACT

Natural rubber is obtained from tree plantations of *Hevea brasiliensis* Müll. Arg., being an option for forest producers because they could generate profits, however there is a unsatisfied demand for this product at the national and international market level. Therefore the objective of the study was to identify and determine the productive potential profitability or rubber plantations in México. Agro climatic information, to estimate potential yield based on a technological package was integrated, financial indicators were also estimated using the methodology of evaluation to long-term agro forestry projects. The results showed that the potential areas for rubber plantations amounted to 57430 hectares in the states of Campeche, Chiapas and Oaxaca, and an estimated profitability indicators for these states were positive (RB/C) from 1.2 to 1.9; \$ 73 147 to \$ 209 349 net present value (NPV) and internal rate of return (IRR) of 20 to 28%; therefore, it is concluded that there is productive and economic potential to increase rubber production in México.

**Key words:** *Hevea brasiliensis* Müll. Arg., financial indicators, potential yield, simulation models, México.

## INTRODUCCIÓN

El árbol del hule, *Hevea brasiliensis*, originario de la cuenca baja del Río Amazonas en Brasil, es una planta tropical con un largo período pre productivo de 6 a 7 años y una vida productiva que alcanza entre 30 a 40 años (Ortiz, 2011a y Picón *et al.*, 1997). Posteriormente fue introducido a otros países tropicales del mundo como: Indonesia, Sri Lanka (antes Ceilán), Tailandia y Malasia (Aceves *et al.*, 2008).

En México, el cultivo del hule se remonta a 1882, cuando las compañías holandesas e inglesas establecieron las primeras plantaciones en los municipios de Tezonapa (Veracruz); Tuxtepec, Ojitlán y Santa María Chimalapa (Oaxaca); y en la Hacienda Zanjón Seco en Chiapas. Durante el período 1895 a 1910 se establecieron 2000 hectáreas en la hacienda “El Corte” y 500 hectáreas en “La Esmeralda”, localizadas en la zona ístmica de Veracruz y Oaxaca (Izquierdo *et al.*, 2011).

En la década de los cuarenta, la Secretaría de Agricultura y Ganadería localizó las áreas con mayor potencial para el cultivo, en las que destacó el Valle de Tezonapa en el estado de Veracruz (Ortiz, 2011b).

De acuerdo a estimaciones de Vijayakumar (2011), en México existen aproximadamente 4855 productores de cultivo de hule en cuatro estados del trópico húmedo (Veracruz, Tabasco, Oaxaca y Chiapas), en su mayoría con superficies pequeñas y niveles de producción bajos, debido a que no se utilizan paquetes tecnológicos con mayores rendimientos.

Del cultivo de hule se cosecha el caucho, materia prima para la producción de látex, producto con importancia económica relevante por generar una gran cantidad de subproductos, de los cuales sobresalen llantas y cámaras, además de otros usos industriales tales como: bandas transportadoras, mangueras, cojinetes, soportes y empaques; en la industria médica para la elaboración de guantes de cirugía, hilo y preservativos; en la industria del calzado para forros, suelas y tacones o bien en la industria de la diversión para la fabricación de globos (Aguirre, 1996). En este sentido, el Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera (SIAP, 2013) cita que se obtienen entre 40 y 50 mil artículos del hule. Así mismo, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática

(INEGI, 2012) en su encuesta mensual de la industria manufacturera, señala que el valor de la producción de artículos de hule en el mes de diciembre del 2011, alcanzó la cifra de 2351,8 millones de pesos mexicanos.

En México existe una fuerte demanda de hule natural sin que a la fecha sea cubierta; no obstante, se cuenta con condiciones agroecológicas propicias para su producción, principalmente en regiones tropicales. Por ello, el Gobierno Federal apoya este cultivo a través del Programa Trópico Húmedo (PTH) con el que se busca incrementar su superficie y producción, bajo la premisa de que el trópico húmedo y sub-húmedo presenta un potencial con amplias posibilidades de desarrollo de mercados nacionales e internacionales, con base en productos propios del clima cálido y precipitaciones pluviales altas y medias (SAGARPA, 2011); sin embargo, se desconoce cuál es el potencial productivo y económico de este cultivo.

Realizar un análisis de la viabilidad técnica y económica de una actividad, genera información de gran utilidad para los tomadores de decisión, así como para los productores. Al respecto, Barrera *et al.* (2011) realizaron un estudio sobre rentabilidad de la vainilla y Sierra *et al.* (2013) otro estudio similar con la *Passiflora*, en los que se generan recomendaciones de índole técnico-económico para impulsar estos cultivos. Además, este análisis se fortalece si se combina con información de paquetes tecnológicos disponibles sobre datos agroclimáticos, variables de respuesta, información de mercado, costos de insumos y valor de la producción.

Por tanto, el objetivo del presente estudio fue identificar el potencial productivo y económico de las plantaciones de hule a nivel de Unidad de Respuesta Hidrológica (URH), por cuenca y por estado, con base en los rendimientos medios por hectárea y a la relación beneficio/costo (RB/C) en la región del trópico húmedo mexicano, como apoyo a la toma de decisiones para incrementar la superficie y competitividad de las plantaciones de hule natural.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se estimó el rendimiento potencial y los indicadores tecnológicos con base en el paquete tecnológico generado por el Instituto Nacional

de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), según Ortiz (2011a) y Ortiz (2011b).

### **Potencial productivo de las plantaciones de hule**

Se simuló y cartografió a nivel de URH, cuenca y estado, el rendimiento potencial de biomasa total aérea y cantidad de látex en 9 estados del sur-sureste de México: Campeche, Chiapas, Oaxaca, Puebla, Guerrero, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Tal simulación se llevó a cabo utilizando el Soil and Water Assessment Tool (ArcSWAT 2009.93.7b), el cual es un modelo matemático capaz de estimar el rendimiento potencial de distintos cultivos utilizando información topográfica, climática, edafológica, de uso actual de suelo, fisiología de los cultivos y paquete tecnológico. El SWAT es espacialmente explícito gracias a una extensión (ArcSWAT) que trabaja con el sistema de información geográfica ArcGIS 9.3. (ESRI, ArcMap 9.3).

El modelo de estimación de los rendimientos se compone de ocho parámetros principales, cada uno de ellos integra a las principales variables relacionadas con el agua, suelo, crecimiento de plantas y manejo. Los parámetros son: a) clima, b) hidrología, c) nutrientes y pesticidas en el suelo, d) erosión del suelo, e) crecimiento de plantas y cobertura del suelo, f) prácticas de manejo, g) procesos en el canal principal de drenaje, y h) cuerpos (almacenamiento) de agua.

Las variables incorporadas al parámetro clima fueron 18, destacándose: temperaturas, vientos, precipitación pluvial y humedad relativa. Las más significativas del parámetro hidrología fueron 16, siendo las más importantes: volumen de escurrimiento superficial, evapotranspiración, niveles freáticos y acuíferos subterráneos.

Para el caso de nutrientes y pesticidas del suelo, fueron 20 las variables que se tomaron en cuenta, considerando como principales el nitrógeno en el suelo, el fósforo y su ciclo, los pesticidas y las bacterias. En el caso de la erosión del suelo, se contemplaron 20 variables, siendo las principales: sedimentos en el escurrimiento superficial; transporte de nutrimentos; pesticidas y bacterias; y calidad del agua.

Las variables del parámetro crecimiento de plantas y cobertura vegetal del suelo fueron 10, entre las que sobresalen: tipo de planta, crecimiento potencial y rendimiento actual o real. Para el caso de prácticas de manejo, se incluyeron 21 variables, siendo las más relevantes: inicio y fin del ciclo de crecimiento, aplicación de fertilizantes y pesticidas, riego y presión de las áreas urbanas. En el parámetro de canal principal de drenaje fueron 14 las variables determinantes, siendo de mayor peso las de enrutamientos de agua y sedimentos. Finalmente, en el parámetro de cuerpos de agua la variable más importante fue la de magnitud.

El software que se utilizó en este procedimiento, además del SWAT, fue el ArcMap 9.3 que pertenece al Sistema de Información Geográfico (SIG) para mapeo digital, y sus relaciones existentes con información espacial geográfica para la toma de decisiones (Beltetón, 2013).

La información topográfica se extrajo a partir de un modelo de elevación digital con celda de 90 m. La información climática se obtuvo a partir de 1145 estaciones meteorológicas uniformemente distribuidas en los 9 estados en estudio. La edafológica se obtuvo del mapa de suelos y 1247 perfiles agrológicos realizados por el INEGI (Uresti *et al.*, 2012a). Los datos de uso actual del suelo también se obtuvieron del INEGI (Uresti *et al.*, 2012b). Se accedió a la información sobre la fisiología del cultivo a partir de revisión bibliográfica (Ojien *et al.*, 2010 y Díaz *et al.*, 2008) y entrevistas directas a expertos en plantaciones de hule. Finalmente, se integró la información del paquete tecnológico para la obtención de altos rendimientos (Ortiz, 2011a y Ortiz, 2011b).

### **Potencial económico de las plantaciones de hule**

Se estimaron los costos e ingresos a nivel de URH del paquete tecnológico del cultivo del hule (Ortiz, 2011a y Ortiz, 2011b) que incluye el horizonte del cultivo de 30 años, lo cual permitió identificar los costos de establecimiento y de producción, así como los rendimientos por hectárea para estimar el ingreso total, aplicando las siguientes funciones:

$$FP = \left( \sum_{i=6}^{n=30} PI \right) + Pm_{30}$$

Donde:

FP = Función de Producción.

PI = Producción de látex del año 6 al 30.

Pm = Producción de madera en el año 30.

$$FI = \left( \sum_{i=6}^{n=30} Pxl * Ql + Pxg * Qg \right) + Pxm * Qm_{30}$$

Donde:

FI: Función de Ingreso.

Pxl = Precio del látex del año 6 al 30.

Ql = Cantidad de látex del año 6 al 30.

Pxg = Precio de greña del año 6 al 30.

Qg = Cantidad de greña del año 6 al 30.

Pxm = Precio de madera en el año 30.

Qm = Cantidad de madera en el año 30.

$$FC = TCI_1 + \left( \sum_{i=1}^{n=30} CFP + CVP \right)$$

Donde:

FC = Función de Costos.

TCI = Total de Costo de Inversión en el año 1.

CFP = Costo Fijo de Producción del año 1 al año 30.

CVP = Costo Variable de Producción del año 1 al año 30.

Una vez que se contó con esta información y mediante la aplicación de la metodología de evaluación de proyectos de tipo agrícola a largo plazo (Gittinger, 1982; Coss, 1984) se estimaron los indicadores de rentabilidad: relación beneficio/costo (RB/C), valor actual neto (VAN) y tasa interna de retorno (TIR), cuyas expresiones matemáticas se presentan a continuación (Gómez, 1976; Moctezuma, 1977):

$$RB/C = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{FI}{(1+i)^n}}{\sum_{i=1}^n \frac{FC}{(1+i)^n}}$$

$$VAN = \sum_{i=1}^n \frac{FI-FC}{(1+i)^n}$$

$$TIR = \sum_{i=1}^n \frac{FI - FC}{(1+i)^n} = 0$$

En razón de que los costos de establecimiento, producción e ingresos corresponden al período de vida del proyecto, se llevaron a valor presente aplicando un factor de actualización de 9,5% (González y Wood, 2006).

### Análisis de sensibilidad

Para realizar el análisis de sensibilidad, se consideró el manejo de tres situaciones: 1) decremento de los ingresos en un 10% a causa de un cambio en los precios internacionales y que afectan de manera directa a los precios de los mercados nacionales; 2) incremento en los costos variables de producción en un 5% a causa de un incremento general de precios de acuerdo a la tendencia de la inflación a nivel nacional y 3) la combinación de las dos situaciones anteriores, considerándose el caso más crítico.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los principales componentes del paquete tecnológico considerados para estimar los rendimientos son: el árbol del hule se propaga vegetativamente en forma comercial por injerto de yema; usando patrones provenientes de semillas se injertan con varetas de clones mejorados, cultivados en jardines de multiplicación. Se prepara el terreno eliminando la maleza o vegetación, el trazo de la plantación se realiza a 6 m entre líneas y 3 m entre plantas, con una densidad de 556 plantas.ha<sup>-1</sup>. Se utiliza una cobrera de kudzu tropical (*Pueraria phaseoloides*), la cual se siembra durante el primer año usando de 4 a 6 kg de semilla.ha<sup>-1</sup>.

El control manual de la maleza se efectúa cada dos meses, mediante el uso de machete y azadón.

Después del segundo año de plantación, cuando los tallos de las plantas tienen un diámetro de 4 a 5 cm y su corteza está lignificada (café oscuro) a una altura de 30 cm del suelo, es posible realizar la aplicación de herbicidas. Se requiere eliminar cada 15 días los brotes procedentes del pie franco, para favorecer el crecimiento del brote clonal y realizar podas de formación cada mes durante los primeros tres años, para propiciar que la planta desarrolle un fuste recto, uniforme y sin ramificaciones.

Durante el establecimiento se fertiliza aplicando 50 g por planta con la fórmula 16-16-16 y posteriormente se realizan dos fertilizaciones anuales (junio y diciembre). Al segundo, se aplican 200 g por planta en las dos aplicaciones y se aumentan 100 gramos anuales hasta el quinto año de la plantación.

Las principales plagas que se presentan en el hule son la tuza, las arrieras, el gusano del cuerno, los trips, los pulgones y la araña roja. Las principales enfermedades del hule son la mancha sudamericana de la hoja, la antracnosis foliar, mancha por *Corynespora*, enfermedad rosada, muerte descendente y pudrimiento mohoso.

De acuerdo al consumo de corteza recomendado y considerando realizar de 100 a 120 picas por hectárea, se consumirían de 20 a 25 cm de corteza anual. La corteza virgen se consume en 10 años, la primera corteza regenerada

en 10 años y la segunda corteza regenerada en 10 años más, para sumar 30 años de vida productiva.

### Potencial productivo

La estimación del potencial productivo se basó en los parámetros que se presentan en el Cuadro 1 y en la Figura 1, donde se observa que los rendimientos óptimos de éstas plantaciones se presentan en las regiones con alturas menores a los 400 m.s.n.m. y precipitaciones pluviales superiores a los 2000 mm.

Como se muestra en la Figura 1, los estados que están frente al Golfo de México, en términos generales, presentan potencialidades más altas que los ubicados sobre el Océano Pacífico, y en particular los estados de Veracruz, Tabasco y Campeche, en los cuales predominan las superficies con rendimiento medio entre 1,6 y 2,0 t.ha<sup>-1</sup> de látex. Para rendimientos mayores a 2,0 y hasta 3,5 t.ha<sup>-1</sup>, las zonas son más pequeñas y dispersas.

Los resultados mostrados en la Figura 1 indican que México tiene potencial para establecer plantaciones de hule (*Hevea brasiliensis*), coincidiendo los datos con lo reportado por Vijayakumar (2011) de 413000 ha, y por el INCA Rural (2012) quienes señalan que la superficie con potencial productivo alto es de 350400 ha.

Si bien, existe potencial para producir hule en México, el área que le permitiría competir con los grandes productores mundiales es aquella con rendimientos superiores a 2,4 t.ha<sup>-1</sup> de látex,

Cuadro 1. Parámetros fisiológicos para estimar rendimientos del hule con el modelo SWAT.

Parámetro	Unidad	Valor
Temperatura óptima	°C	26 - 28
Altura mínima sobre el nivel del mar	m	50
Altura máxima sobre el nivel del mar	m	400
Precipitación pluvial	mm	2000 - 3500
Pendiente	%	Máximo 12
pH	0 - 14	4,0 - 5,9
Vientos	km/h	Máximo 90

Fuente: Uresti *et al.*, 2012b.

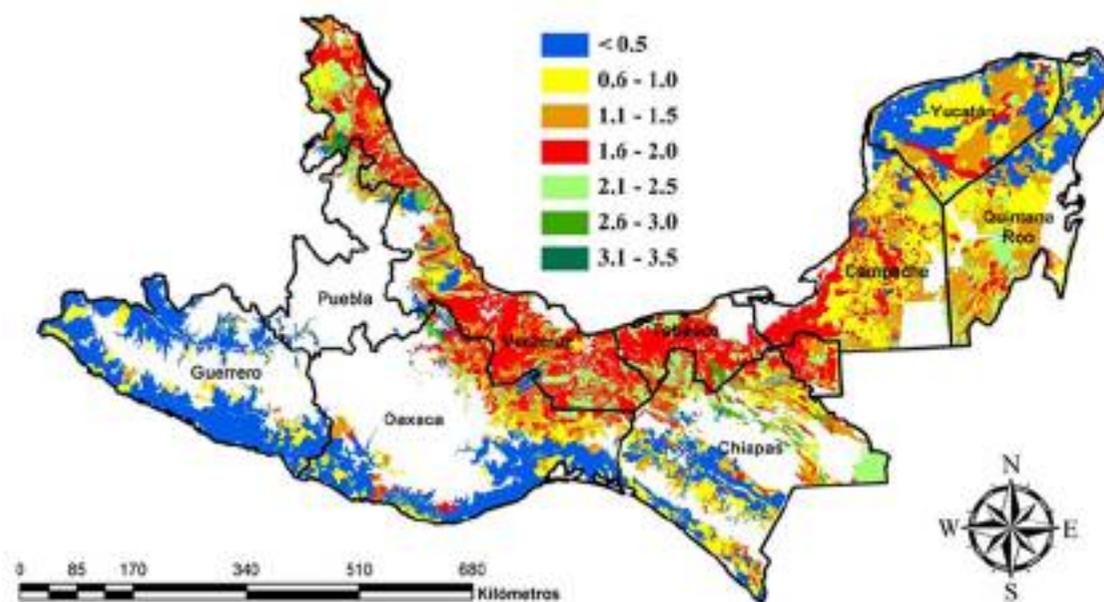


Figura 1. Potencial productivo ( $t \cdot ha^{-1}$ ) de plantaciones de hule en el Trópico de México, con base en los parámetros fisiológicos del Cuadro 1.

que de acuerdo a los resultados obtenidos son apenas 57430 ha que se ubican en tres regiones (Figura 2): 1) Norte de Oaxaca, en los límites de los estados de Puebla y Veracruz, en la región que se conoce como Papaloapan y en particular los municipios de Acatlán y Cosolapa; 2) Este de Chiapas en los municipios de Ocosingo y Las Margaritas; y 3) Noreste de Campeche en el municipio de Calakmul.

Si esta superficie fuera aprovechada con plantaciones de *Hevea brasiliensis*, el incremento de las áreas forestales industriales sería de más del 100%, dado que la superficie actual es de 26231 ha (SIAP, 2013); pero lo más importante es que se incrementaría la producción actual en 2,3 veces, al pasar de 47639 t (SIAP, 2013) a 141613 t, con lo cual se cubriría la demanda nacional.

### Potencial económico

El análisis económico que se realizó, permitió estimar los indicadores de RB/C, VAN y TIR, con base en el paquete tecnológico que se utilizó para estimar los rendimientos presentados en el apartado anterior (Cuadro 2). Los indicadores financieros estimados son favorables en sus dos acepciones y es claro que, en la opción de considerar el ingreso de la madera, los

beneficios se incrementan y el flujo actualizado se vuelve más grande.

La RB/C en un promedio de 1,5 resulta atractiva, ya que, por la corriente de beneficios actualizados durante el período de análisis *versus* la corriente de costos actualizados, significa que, por cada peso asignado al proyecto, se van a tener 0,50 pesos. El VAN como una medida absoluta que recoge al final del período la cantidad de dinero de forma positiva o negativa para el caso de las plantaciones de caucho con el paquete tecnológico, resultó positiva en ambos escenarios, por encima de los 129 mil pesos. La TIR, que es la tasa que iguala a cero la corriente de flujos actualizados (costos y beneficios), también resultó por encima de la tasa de referencia (9,5) en 16,5 puntos, lo cual indica una rentabilidad atractiva para el productor de hule que aplique el paquete tecnológico.

Para el análisis de sensibilidad, donde se determinó el manejo de tres situaciones, la opción más severa se presentó cuando se hizo la combinación de un 10% en la reducción de ingresos, a los cuales se adicionó un incremento del 5% de los costos variables; bajo ésta situación, la rentabilidad aún resulta positiva como lo muestran los tres indicadores de

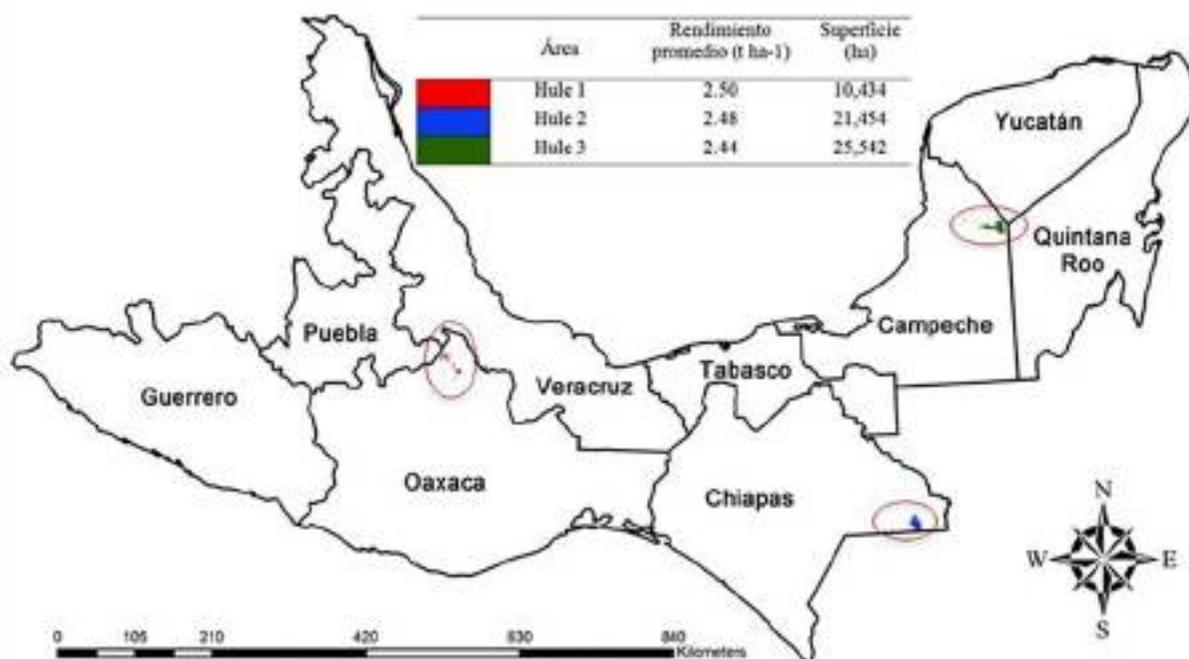


Figura 2. Áreas con alto potencial de rendimiento medio de látex por hectárea de hule en México, con base en los parámetros del Cuadro 1.

Cuadro 2. Indicadores de rentabilidad de una plantación de hule en México.

Opción	RB/C	VAN	TIR
Sin considerar el ingreso de la madera	1,4	\$ 129433	26%
Al considerar el ingreso de la madera	1,6	\$ 179433	26%

evaluación de proyectos, aunque con los valores más bajos de las tres opciones (Cuadro 3).

Con base en los resultados anteriores se procedió a calcular los indicadores de las tres áreas geográficas consideradas como de alto potencial para las plantaciones de *Hevea brasiliensis*, como se muestra en el Cuadro 4.

En las tres localidades evaluadas los indicadores resultaron positivos; aunque muy parecidos, se presentan ligeras variaciones, resultando la TIR igual en los tres sitios, siendo los mejores rendimientos los obtenidos en el norte de Oaxaca.

La interpretación de los indicadores de rentabilidad, de acuerdo a la metodología de evaluación de proyectos agrícolas y forestales a largo plazo que sirven como orientadores en la toma de decisiones, se muestra en el Cuadro 5.

En una evaluación similar realizada en la Amazonía del Perú (Álvarez y Ríos, 2009), se encontró que, en cuatro localidades, la rentabilidad del jebe (denominación del hule en Perú), medida por medio del indicador precio de venta/costo unitario fue favorable, ya que sus cifras oscilaron entre 0,24 y 0,41%. De igual manera Cruz *et al.* (2013) en un estudio de viabilidad de policultivos, entre ellos el hule en Huehuetán (Chiapas), obtuvieron indicadores de RB/C que oscilaron entre 1,89 y 2,59. La Asociación de Reforestadores y Cultivadores de Caucho del Caquetá (ASOHECA, 2009), en su ficha técnica, describe la producción del caucho en Colombia y reporta indicadores de rentabilidad de 1,5 en la RB/C y del 22,4% en la TIR. En otros cultivos, como la vainilla, Barrera *et al.* (2011) encontraron que en la región de Totonapan (Puebla - Veracruz), la rentabilidad

Cuadro 3. Indicadores de rentabilidad bajo tres escenarios de sensibilidad de las plantaciones de *Hevea brasiliensis*.

Indicador	Situación 1 < 10% del ingreso	Situación 2 > 5% de los costos variables	Situación 3 < 10% del ingreso y > 5% de costos variables
RB/C	1,3	1,3	1,2
VAN	86714	115866	73147
TIR (%)	22	25	20

RB/C: relación beneficio/costo, VAN: valor actual neto y TIR: tasa interna de retorno.

Cuadro 4. Indicadores de rentabilidad en tres áreas de alto potencial para plantaciones de *Hevea brasiliensis*.

Indicador	Áreas geográficas		
	Norte Oaxaca	Este Chiapas	Noreste Campeche
RB/C	1,90	1,88	1,86
VAN	209349	205980	199243
TIR (%)	28	28	28
Rendimiento (t.ha <sup>-1</sup> )	2,50	2,48	2,44

RB/C: relación beneficio/costo, VAN: valor actual neto y TIR: tasa interna de retorno.

Cuadro 5. Condensado de indicadores de rentabilidad de plantaciones de *Hevea brasiliensis*. Condición y decisión para ser aceptados o rechazados.

Indicador	Condición	Indicadores (mínimo y máximo)	Regla de decisión
RB/C	$\geq 1,0$	De 1,2 a 1,9	Se acepta
VAN	$\geq 0$	De 73147 a 209349	Se acepta
TIR (%)	$\geq$ que la tasa de actualización	De 20 a 28	Se acepta

RB/C: relación beneficio/costo, VAN: valor actual neto y TIR: tasa interna de retorno.  
Fuente: Adaptado de De la Vega *et al.*, 2012.

de las plantaciones fue del 14% y en Colombia, Sierra *et al.* (2013), al trabajar con plantaciones de maracuyá, su TIR alcanzó el 47%.

En cuanto a la determinación de potenciales productivos en Argentina, Tacchini y Tacchini (2012) encontraron que para las plantaciones de cerezo, mediante el uso de variables climáticas similares a las utilizadas por el SWAT, fue posible realizar un cálculo probabilístico para determinar el potencial por alcanzar en la producción de cerezas en la región de Mendoza y bajo este esquema estimar los ingresos para el productor.

Por su parte, Rivera *et al.* (2012) trabajaron en el rendimiento potencial de la yuca en el estado de Tabasco, mediante las variables: clima, suelo, temperatura, precipitación pluvial, altitud, fotoperíodo y período de crecimiento, localizando 171121 ha potenciales en Huimanguillo, 70386 en Balancán y 41337 en Macuspana.

## CONCLUSIONES

La combinación de información agroclimática, productiva y económica permitió ubicar regiones

con rendimientos de hule competitivos con tasas de rentabilidad mayores al costo de oportunidad del capital, lo que les confiere un alto potencial para establecer plantaciones de hule en el trópico húmedo mexicano, incrementando la superficie cultivada hasta en un 100% y la producción en 230%, pudiendo cubrir la demanda nacional, con nivel de rentabilidad de 26% de TIR.

Por ello, se recomienda utilizar la presente información para el diseño de políticas tendientes a reactivar la producción de este cultivo, logrando con ello la autosuficiencia y, a su vez aprovechar las oportunidades que actualmente ofrece el mercado internacional, propiciado por el incremento del consumo de caucho, látex y hule natural.

De acuerdo al estudio de sensibilidad realizado, establecer el cultivo del hule en zonas con alto potencial garantiza la rentabilidad, a pesar de que el precio del látex disminuyera un 10%, o los costos de producción se incrementaran un 5%.

### AGRADECIMIENTO

Por el financiamiento, al Fideicomiso de Riesgo Compartido y la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (FIRCO-SAGARPA).

### LITERATURA CITADA

Aceves, N. L. A., J. F. Juárez L., D. J. Palma L., R. López L., B. Rivera H., J. A. Rincón R. y A. M. Morales C. 2008. Estudio para determinar zonas de alta potencialidad del cultivo del Hule (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) en el estado de Tabasco. Tomo VIII. Gobierno del estado de Tabasco-SAGARPA-INIFAP-CP. México. 32 p.

Aguirre R., C. E. 1996. Manual para el cultivo del Hule (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.). INIFAP-Consejo Mexicano del Hule, A. C. México. 172 p.

Álvarez, G. L. y S. Ríos T. 2009. Evaluación económica del Jefe Silvestre (*Hevea brasiliensis*) en Madre de Dios. Serie Avances Económicos No. 2. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú. 46 p.

ASOHECA (Asociación de Reforestadores y Cultivadores del Caucho de Caquetá). 2009. Ficha técnica: Trabajos preliminares al establecimiento de plantaciones - Estudios de factibilidad del proyecto - Estudio de preinversión. Colombia. 9 p.

Barrera R., A. I., J. L. Jaramillo V., J. S. Escobedo G. y B. E. Herrera C. 2011. Rentabilidad y competitividad de los sistemas de producción de vainilla (*Vanilla planifolia* J.). Agrociencia. 45:625-638.

Beltetón, M. 2013. Curso de Arc View 8.0 x ArcMap. GIS by ESRI. 34 p.

Coss, B. R. 1984. Análisis y evaluación de proyectos de inversión. Editorial LIMUSA. México, D. F. 348 p.

Cruz, G. B., R. Jarquín G. y H. M. Ramírez T. 2013. Viabilidad Ambiental y Económica de Policultivos de hule, café y cacao. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Chapingo, Edo. de Méx. México. 4(1):49-61.

De la Vega, M. A., D. M. Sangerman J., J. A. García S., A. Navarro B., M. A. Damián H. y R. Schwentesius R. 2012. Evaluación financiera de la reserva cinegética Santa Ana. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Chapingo, Edo. de Méx. México. 3(5):1023-1038.

Díaz C., G. H., C. González de M. and J. Martínez V. 2008. Three layer coffee plantation model. Acta Horticulturae. 802:319-324.

Gittinger, J. P. 1982. Análisis económico de proyectos agrícolas. Editorial Tecnos. Madrid España. 241 p.

Gómez O., M. 1976. Estudio para la Instalación de un aserradero en "Torance", Topia, estado de Durango. Tesis Ingeniero Agrónomo en Bosques. Escuela Nacional de Agricultura. Universidad Autónoma Chapingo. México. 144 p.

González E. A. y S. Wood. 2006. Impactos económicos de tecnologías para el campo mexicano. INIFAP-SAGARPA. Libro Científico No. 1. México. 411 p.

INCA Rural (Instituto Nacional para el Desarrollo de Capacidades del Sector Rural).

2012. Manual de inversión extranjera en cultivos estratégicos del Trópico Húmedo. SAGARPA-IICA-FIRCO. México. 124 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática). 2012. Encuesta mensual de la industria manufacturera (EMIM). México. 603 p.
- Izquierdo B. H., M. Domínguez D., P. Martínez Z., A. Velázquez M. y V. Córdova A. 2011. Problemática en los procesos de producción de las plantaciones de (*Hule Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) en Tabasco, México. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*. pp. 513-524.
- Moctezuma L., G. 1977. Evaluación económica de diez años (1967-1976) del Plan Puebla. Tesis de maestría en Ciencias. Economía Agrícola. Colegio de Postgraduados. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Edo. de Méx. 149 p.
- Ojien V., M. Dauzat J., J. M. Harmand, G. Lawson and P. Vaast. 2010. Coffee agroforestry system in Central America: II. Development of a simple process-based model and preliminary result. *Agroforestry System*. 80:661-378.
- Ortiz H., E. 2011a. Paquete Tecnológico del Hule (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg). Establecimiento y mantenimiento preoperativo. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur - Sureste de México: Trópico Húmedo 2011. SAGARPA-INIFAP. Tezonapa, Veracruz. México. 20 p.
- Ortiz H., E. 2011b. Paquete Tecnológico del Hule (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg). Producción de planta. Programa Estratégico para el Desarrollo Rural Sustentable de la Región Sur - Sureste de México: Trópico Húmedo 2011. SAGARPA-INIFAP. Tezonapa, Veracruz. México. 14 p.
- Picón R., L., E. Ortiz C. y J. M. Hernández C. 1997. Manual para el cultivo del hule (*Hevea brasiliensis* Müll. Arg.) SAGARPA-INIFAP-Consejo Mexicano del Hule, A. C. México. 103 p.
- Rivera, H. B., L. A. Aceves N., J. F. Juárez L., D. J. Palma L., R. González M. y V. González J. 2012. Zonificación agroecológica y estimación del rendimiento potencial del cultivo de la yuca (*Manihot esculenta* Crantz) en el estado de Tabasco, México. *Revista Avances en Investigación Agropecuaria*. 16(1):29-47.
- SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2011. Trópico Húmedo, Programa Estratégico para el Desarrollo Sustentable de la Región Sur - Sureste de México. México, D.F. 56 p.
- SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera). 2013. Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Bases de Datos 1990 - 2012, México. Disponible en línea: <http://www.gob.mx/siap/> [Feb. 14, 2014].
- Sierra C., J. C., C. Gómez R., E. E. Sánchez B. y M. Pinilla R. 2013. Viabilidad financiera para la producción y exportación de gulupa (*Passiflora edulis* Sims) Hacia el mercado español. *Economía y Desarrollo Rural*. Corpoica: Ciencia Tecnología y Agropecuaria. 14(1):17-26.
- Tacchini, J. y F. Tacchini. 2012. Producción de cerezo en Mendoza: viabilidad técnico-económica, basada en un modelo de simulación. *Rev. UNCuyo*. Argentina. 4(2):241-253.
- Uresti, G. J., R. J. López E. y H. D. Inurreta A. 2012a. Avances del Proyecto SWAT. INIFAP-SAGARPA. Veracruz, México. 28 p.
- Uresti G. J., R. J. López E., D. Uresti D. y H. D. Inurreta A. 2012b. Bases de Datos del Proyecto SWAT. INIFAP-SAGARPA. Veracruz, México. 15 p.
- Vijayakumar, K. R. 2011. La Industria mexicana del Hule natural. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Programa Estratégico para el Desarrollo Sustentable de la Región Sur - Sureste de México: Trópico Húmedo. IICA. México. 36 p.