

Profitability analysis for natural rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) production in Oaxaca, Mexico

Análisis de la rentabilidad en la producción de hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) en Oaxaca, México

Juan M. Vargas-Canales^{*}; María I. Palacios-Rangel; Antonio I. Acevedo-Peralta; Juan A. Leos-Rodríguez.

Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura. Mundial (CIESTAAM). Carretera México-Texcoco km 38.5. C. P. 56230. Chapingo, Texcoco, Estado de México, MÉXICO. Correo-e: jmvargas@ciestaam.edu.mx Tel.: 5951089521 (*Autor para correspondencia).

Abstract

Cultivation of natural rubber has been an effective production alternative for humid tropical regions. This work presents the results of the cost estimation for the production of natural rubber and formulates some profitability indicators for the northern region of the state of Oaxaca. Three production representative units (PRU) of 2.5, 5 and 16 ha were defined, which were worked on in panels. The methodology used adhered to standards established by the American Agricultural Economics Association. The results show that economic costs per PRU amount to \$13.66, \$10.95 and \$11.65, financial costs per PRU amount to \$7.52, \$6.98 and \$9.60, and the cash flow per PRU amounts to \$18.94, \$13.02 and \$11.99 per kilogram of natural rubber. The assessed production costs reveal that the production units with similar characteristics to the PRU of 2.5 and 16 possess limited financial viability. Due to the foregoing, technological innovations that allow for cost reductions, an increase in yield, the improvement of product quality and in some cases the renewal of plantations must be incorporated.

Keywords: Economic cost, financial cost, net cash flow, benefit/cost relation, production representative units.

Resumen

El cultivo del hule ha sido una buena alternativa de producción para las regiones del trópico húmedo. Este trabajo presenta los resultados de la estimación de costos de producción y formula algunos indicadores de rentabilidad del norte del estado de Oaxaca. Se definieron tres unidades representativas de producción (URP) de 2.5, 5 y 16 ha; mismas que se trabajaron en paneles. La metodología empleada se apegó a la establecida por la Asociación Americana de Economía Agrícola. Los resultados muestran que el costo económico por URP asciende a \$13.66, \$10.95 y \$11.65, el financiero a \$7.52, \$6.98 y \$9.60, y el flujo de efectivo a \$18.94, \$13.02 y \$11.99 por kilogramo de hule. Los costos de producción evaluados revelan que las unidades de producción con características similares a las URP de 2.5 y 16 ha poseen viabilidad económica limitada. Por lo anterior, deben integrar innovaciones técnicas que permitan reducir costos, aumentar rendimientos, mejorar calidad del producto y en algunos casos renovar plantaciones.

Palabras clave: Costo económico, costo financiero, flujo neto de efectivo, relación beneficio-costos, unidades representativas de producción.

Introduction

The global scenario of natural rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) production presents features that are particularly regional. Asian countries represent the largest production of latex with 93 % of the total global production; however, they have grave problems in incrementing volume due to the ageing of the plantations and price fluctuations. On the other hand, Latin America, even though its production is not equivalent to Asia's, presents a higher dynamism in production growth, even though it only participates with 3 % in the international market for natural rubber (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2004). The production of natural rubber in Mexico has medium growth dynamism due to the same problems that Asia bears; it comprises only 10 % in Latin America, with the states of Veracruz and Oaxaca being the most dynamic regions.

In Mexico, the drive to develop forestry plantations has two main orientations. The first relates to the reforestation and protection of areas with several degradation levels; the second is linked to forestry plantations with commercial purposes. In regards to the latter, it is important to highlight that in 2011 between 5 and 10 % of the planted area had not received any type of support on behalf of the Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2011), making it clear that neither the sustainability of the natural resources nor the interests of the communities that own the forests, jungles and territories are considered a priority, such is the case in southern Veracruz (Paré, 1996). Through CONAFOR, the federal government has formulated macro-instruments that instruct the manner in which forestry actions should be oriented. The main instrument is the PROARBOL program, whose main purposes are to broaden Mexico's participation in forestry matters in the global market, to improve the management of plantations and to make more profitable use of forestry resources. The foregoing is done through federal financial incentives that are granted through the Commercial Forestry Plantations Program, a financial aid instrument promoted by the CONAFOR (2013).

Southeastern Mexico has excellent natural conditions for the development of natural rubber plantations, which is aided by its optimal natural and economic conditions, since its relative proximity with the largest global consumption center, comprised by the United States of America and Canada, represents a commercial advantage (Rojo, Martínez, & Jasso, 2011). Similarly, the activity allows for the development of a sustainable productive strategy (Musálem-Santiago, 2003), more specifically in the areas that show evident disruption signs in their ecosystems due to anthropogenic action which has been on the

Introducción

El escenario mundial de la producción de hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) presenta particularidades marcadamente regionales. Los países asiáticos concentran la mayor producción de látex con 93 % de la producción mundial; sin embargo, presentan problemas serios para incrementar el volumen debido al envejecimiento de las plantaciones y las fluctuaciones en los precios. Por el contrario, América Latina pese a no contar con una producción equivalente a la de Asia, presenta mayor dinamismo en crecimiento productivo, aunque solo participa con 3 % en el mercado internacional (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2004). La producción de hule en México presenta dinamismo de crecimiento medio, debido a los mismos problemas que tiene Asia; constituye solo 10 % en América Latina, siendo Veracruz y Oaxaca las regiones más dinámicas.

En México, el impulso por desarrollar plantaciones forestales tiene dos orientaciones básicas. La primera se relaciona con la reforestación y protección de áreas con diversos niveles de degradación; la segunda se vincula con plantaciones forestales para fines comerciales. Sobre esto último cabe señalar que, en el 2011, entre 5 y 10 % de la superficie plantada no había recibido algún tipo de apoyo por parte de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR, 2011), por lo que no siempre se privilegia la sustentabilidad de los recursos naturales ni los intereses de las comunidades dueñas de los bosques, selvas y territorios, tal es el caso del sur de Veracruz (Paré, 1996). El gobierno federal a través de la CONAFOR ha formulado instrumentos macro que ordenan la manera en que las acciones en materia forestal se deben orientar. El principal instrumento es el programa PROÁRBOL que tiene como propósitos centrales, ampliar la participación forestal de México en el mercado, mejorar el manejo de las plantaciones y hacer más rentable el aprovechamiento de los recursos forestales. Lo anterior se efectúa mediante estímulos económicos federales que se otorgan a través del Programa de Plantaciones Forestales Comerciales, instrumento de apoyo financiero impulsado por la CONAFOR (2013).

El sureste mexicano goza de condiciones naturales excelentes para el desarrollo de plantaciones de hule, situación que se favorece al conjuntar sus condiciones naturales óptimas con las económicas, pues la cercanía relativa con el mayor centro de consumo mundial, conformado por Estados Unidos y Canadá, representa una ventaja comercial (Rojo, Martínez, & Jasso, 2011). Asimismo, la actividad permite desarrollar una estrategia productiva sostenible (Musálem-Santiago, 2003); en particular, en las zonas que muestran signos evidentes de perturbación en sus ecosistemas como producto de la acción antropogénica, situación que se ha acrecentado debido a cambios de uso del suelo

rise due to the changes in soil use, from forestry to agricultural to farming, unregulated logging and forest fires, among other factors (Salazar, Zavala, Castillo, & Cámara, 2004). Despite having production and commercial potentials of regional importance, it is difficult to obtain the accounting data that allows for the promotion of production capacity or sustainability of the cultivations. This could stimulate the tendency of the producers to incorporate technological innovations that directly impact the profitability of the plantation and, indirectly, their income. In that regard, the precise location of production costs that are comprised in the cultivation of natural rubber is an effective efficiency parameter to compare the performance of a venture among other similar ones and against the market price, which, in these times of intense commercial dynamism, is determined by commercial intermediaries and producers in other parts of the world. Therefore, different methodologies which are easy to implement in the agricultural sector have emerged in order to correctly determine production costs (Molina & Contreras, 2010).

The objective of this investigation is to analyze the profitability of the cultivation of natural rubber in the production of latex in the state of Oaxaca, in order to improve decision-making and to identify the economic performance of this activity. The working hypothesis stipulates that, despite the importance of the cultivation in the income of the producers, there are other factors that affect the profitability and competitiveness of the producer, such as the type of management, the technological level and the small scale in which it is produced.

Materials and methods

The region of the study has an area of 625.15 km² and is located in the northern region of the state of Oaxaca (18° 19' LN-17° 48' LS; 95° 51' LE and 96° 19' LO) in the Papaloapan Basin, located among the rivers that empty into the Gulf of Mexico with a mean altitude of 20 m. The weather is warm-humid with an annual temperature of 25 °C and an average precipitation of 2,307.7 mm (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2009).

The theoretical bases and the method used for the estimation of cost and yield were adjusted to the standards recommended by the working group of the United States Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service [USDA-NRSCS], 2000). In this manner, an alternative method was used to estimate income, cash outflow and profitability of the agricultural production.

The estimation of production costs was done in the municipality of Tuxtepec, Oaxaca, with those

de forestal a agrícola o ganadero, tala inmoderada e incendios forestales, entre otros factores (Salazar, Zavala, Castillo, & Cámara, 2004). A pesar de contar con potenciales productivos y comerciales de importancia regional, es difícil tener la información contable que permita fomentar el aumento en la productividad o sustentabilidad del cultivo. Esto a su vez, puede estimular la propensión de los productores a integrar innovaciones tecnológicas que impacten directamente en la rentabilidad económica de la plantación e indirectamente en el ingreso. En ese sentido, la ubicación precisa de los costos de producción que implica el cultivo del hule es un buen parámetro de eficiencia, para comparar el desempeño de una empresa con el de otras similares y contra el precio de mercado, que en esta época de dinamismo intenso comercial está determinado por los intermediarios comerciales y productores de otras partes del mundo. Es por ello que han surgido diferentes metodologías de fácil aplicabilidad en el sector agrícola, para determinar el costo de los productos de manera correcta (Molina & Contreras, 2010).

Con base en lo anterior, el objetivo de esta investigación fue analizar la rentabilidad del cultivo del hule en la producción de látex en el estado de Oaxaca, para mejorar la toma de decisiones e identificar el desempeño económico de la actividad. La hipótesis de trabajo plantea que, a pesar de la importancia que el cultivo representa en el ingreso de los productores, existen factores que inciden en la rentabilidad y competitividad del productor, como el tipo de manejo que realizan, el nivel tecnológico y la pequeña escala con que se produce.

Materiales y métodos

La región de estudio cuenta con una extensión de 625.15 km² y se ubica en la parte norte del estado de Oaxaca (18° 19' LN-17° 48' LS; 95° 51' LE y 96° 19' LO) en la cuenca del Papaloapan, localizada en la vertiente del golfo de México con una altitud promedio de 20 m. El clima es cálido-húmedo con temperatura media anual de 25 °C y precipitación media anual de 2,307.7 mm (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2009).

Las bases teóricas y el método utilizado para las estimaciones de los costos y rendimientos se ajustaron a los estándares recomendados por el grupo de trabajo de la Asociación Americana de Economía Agrícola (United States Department of Agriculture-Natural Resources Conservation Service [USDA-NRCS], 2000). De esta forma se utilizó un método alternativo para estimar los ingresos, egresos y rentabilidad en la producción agrícola.

La estimación de costos de producción se realizó en el municipio de Tuxtepec, Oaxaca, con productores

producers who received technical assistance service during the production cycle of 2012, with the help of the Agencias de Gestión de la Innovación para el Desarrollo de Proveedores (AGI-DP) model, through the Humid Tropic Strategic Project. This project belongs to the Program of Actions with the Federal Entities in regards to Investment, Sustainability and Capacity Development of the Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2013). The producers were chosen through a non-probabilistic sampling with expert selection, a technique used to select representative or typical units or portions, in accordance to expert criteria (Pimienta, 2000). Expert selection is used when it is not possible to do a randomized procedure due to lack of information or high costs (Mandujano, 1998). In this research, a model of producers was used with the characteristics of their production units, and the sampling was based on the review of technical reports and key informants, in this case, researchers from the region and members of the AGI-DP.

A previous research phase was developed in order to identify the possible production representative units (PRU) and to adjust the data collection tools. This comprised an exhaustive review of the production systems, price analyses for the supplies of the region and an exhaustive exploration of the producers' inventory supplies by the AGI-DP.

In the field phase, the collection of data and the validation of results were done through a method of panel actors. This research technique is developed through a group of people or experts on a subject, who reunite to issue a collective and consensual judgment about a certain matter (European Commission, 2006). For the purposes of this work, the panels were used to define the income and cash outflow in the production of natural rubber and to analyze its profitability. Five producers in the PRU OXHL2.5 and OXHL16, and six in the OXHL5, participated in the panels, a total of 16 panelists. The characteristics considered for the selection of experts were: extensive experience of the producer regarding the cultivation of natural rubber and homogenous characteristics in the production units in relation to their size and technological level. The producers were summoned by a facilitator, member of the AGI-DP, a renowned expert with extensive knowledge on the activity of the region and with convening power among the producers. In each panel, based on the construction of the consensus, a dialogue with the participants was established; this dialogue comprised their activities as natural rubber producers, as well as their technical parameters and their commercialization systems. Detailed information was collected regarding the technical production parameters, the prices of products and supplies, production levels and determination of income, costs

que recibieron el servicio de asistencia técnica durante el ciclo de producción 2012, mediante el modelo Agencias de Gestión de la Innovación para el Desarrollo de Proveedores (AGI-DP), por medio del Proyecto Estratégico Trópico Húmedo. Este proyecto pertenece al Programa de Acciones en Concurrencia con las Entidades Federativas en Materia de Inversión, Sustentabilidad y Desarrollo de Capacidades de la Secretaría de Agricultura, Ganadería Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA, 2013). Los productores se seleccionaron por muestreo no probabilístico de selección experta, una técnica utilizada para seleccionar unidades o porciones representativas o típicas, según el criterio del experto (Pimienta, 2000). La selección experta se emplea cuando un procedimiento aleatorio puro no es posible por falta de información o alto costo (Mandujano, 1998). En esta investigación se contó con un padrón de productores con características de sus unidades de producción y el muestreo se fundamentó en la revisión de informes técnicos e informantes clave, en este caso, investigadores de la región e integrantes de la AGI-DP.

Con el fin de identificar las posibles unidades representativas de producción (URP) y ajustar las herramientas de colecta de datos, se desarrolló una fase previa de investigación que consistió en una revisión exhaustiva de los sistemas de producción, análisis de precios para los insumos de la región y una exploración de los inventarios de productores, proporcionados por la AGI-DP.

En la fase de campo, la recolección de la información y la validación de resultados se hicieron mediante el método de paneles de actores. Esta técnica de investigación se desarrolla con un grupo de personas o expertos en un tema que se reúnen para emitir un juicio colectivo y consensuado sobre un hecho (European Commission, 2006). Para efectos de este trabajo, los paneles se utilizaron para definir ingresos y egresos en la producción de hule y analizar su rentabilidad. En los paneles participaron cinco productores en las URP OXHL2.5 y OXHL16, y seis en la OXHL5, dando un total de 16 panelistas. Las características consideradas para la selección experta fueron: experiencia amplia del productor en el cultivo del hule y características homogéneas en las unidades de producción con relación a su tamaño y nivel tecnológico. Los productores fueron convocados por un facilitador integrante de la AGI-DP, un experto reconocido con dominio amplio de la actividad en la región y con capacidad de convocatoria entre los productores. En cada panel, a partir de la construcción de consenso, se estableció un diálogo con los participantes sobre sus actividades como productores de hule, así como de sus parámetros técnicos y sistemas de comercialización. Se recabó información detallada de los parámetros técnicos de producción, de precios de productos e insumos, de niveles de producción

and transfers of the PRU. Subsequently, the information was systematized and processed in order to generate the profitability indicators and, lastly, panel sessions were done a second time in order to present the results to the producers and to validate them (Salas, Sagarnaga, Gómez, Leos, & Peña, 2013; Sagarnaga et al., 2000; Zavala et al., 2012). The validation was done in a process similar to that of the consensus of the panels, in which the participants of the original panel were summoned once again. In this phase, the results were presented to the panelists in order to verify that the information was complete and correct; furthermore, it was verified that the technical and economic situation of the PRU was accurately reflected. The information obtained was systematized and processed in Excel® spreadsheets to quantify the costs and carry out the necessary operations for the analysis of the profitability indicators. The indicators were calculated using the following formulas:

Total income (TI):

$$TI = MI + TRI + OI$$

where:

MI = Market income
 TRI = Transfer income
 OI = Other income

Variable costs (VC):

$$V = \sum_{a=1}^j a_{ij} P_j$$

where:

a_{ij} = Supply j used in the production of product i
 P_j = Cost of supply j .

Fixed Costs (FC):

$$CF = \sum_{k=1}^z a_{ik} P_k$$

where:

a_{ik} = Supply k used in the production of product i
 P_k = Cost of supply k .

Total costs (TC):

$$TC = VC + FC$$

Benefit/cost relation (B/C):

$$B/C = \frac{IT}{CT}$$

y se determinaron ingresos, costos y transferencias de las URP. Posteriormente, la información se sistematizó y procesó para generar los indicadores de rentabilidad y por último se realizaron paneles por segunda ocasión para presentar los resultados a los productores y validarlos (Salas, Sagarnaga, Gómez, Leos, & Peña, 2013; Sagarnaga et al., 2000; Zavala et al., 2012). La validación se realizó en un proceso similar al del consenso en los paneles, en el cual se convocó nuevamente a los participantes del panel original. En esta etapa, los resultados se presentaron a los panelistas con la intención de comprobar que la información fuera completa y correcta; además, se comprobó que reflejara la situación técnica y económica de las URP. La información obtenida se sistematizó y procesó en hojas de cálculo prediseñadas en Excel®, para cuantificar los costos y realizar las operaciones necesarias para el análisis de los indicadores de rentabilidad. Los indicadores se calcularon con las siguientes fórmulas:

Ingreso total (IT):

$$IT = IM + ITR + OI$$

donde:

IM = Ingreso de mercado
 ITR = Ingreso por transferencias
 OI = Otros ingresos

Costos variables (CV):

$$V = \sum_{a=1}^j a_{ij} P_j$$

donde:

a_{ij} = Insumo j empleado en la producción del producto i
 P_j = Precio del insumo j .

Costos fijos (CF):

$$CF = \sum_{k=1}^z a_{ik} P_k$$

donde:

a_{ik} = Insumo k empleado en la producción del producto i
 P_k = Precio del insumo k .

Costos totales (CT):

$$CT = CV + CF$$

Relación beneficio/costo (B/C):

$$B/C = \frac{IT}{CT}$$

In the case of this research, economic costs were considered as the total costs (cash and other) for the operation of the plantation. Moreover, the variable and fixed costs in cash were included (except the payment of interests), the substitution of capital and the costs of the land, the labor that was not remunerated and the invested capital in the production of supplies and machinery (United States Department of Agriculture-Economic Research Service [USDA, ER], 2012). The interpretation of the economic cost concept was based on the “opportunity cost”. In this specific case study, the financial cost is defined as the total amount of charges attributed to all the resources, with the exception of personal funds and those of the operator, as well as labor of the family and the management (USDA-ERS, 2012). On the other hand, cash flow was also determined, which is the sum of real money that a company receives or pays for operation expenses during a specific period (Besley & Brigham, 2008); the expenses in cash, including capital and interests on long-term debts and personal withdrawals were considered in the calculation; amortizations and interests on capital were excluded (USDA-ERS, 2012). Lastly, profitability was considered as the measure of the productivity of the resources invested in a business (García, 1999), as well as the necessary investments to achieve its development; that is to say, it indicated the yield that the investments in an organization or activity generated, depending on the case. Profitability is an index, a relation; for example, the relation between a benefit and an incurred cost to obtain it, or between a utility and an expense.

The integration of an analysis of this kind is especially appropriate for the rural sector, since the value of agricultural production is not always based on money. Several of the supplies (native seeds, fertilizers, water, etc.) and labor (family) are not bought or sold; furthermore, family consumption of the crops is a part of the auto-supply that the family unit (rural) generates as a personal benefit. In addition, this method allows the estimation of the value of the goods and services that are not commercialized.

Results and discussion

Production of natural rubber in tropical regions is principally located in the municipalities with lower real income per capita on a national level; several of them present indexes of high marginality. Despite this, the economic benefits that the cultivation of natural rubber enables are the creation of jobs and a steady job during more than three decades of productive life of plantations, which has created a tighter bond between the farmer and his regions (Rojo-Martínez, Jasso-Mata, Vargas-Hernández, Palma-López, & Velásquez-Martínez, 2005).

En el caso de la presente investigación, los costos económicos se consideraron como los costos totales (efectivo y no efectivo) para la operación de la plantación. Además, se incluyeron los costos variables y fijos en efectivo (excepto los pagos de intereses), la sustitución de capital y los costos imputados de la tierra, el trabajo no remunerado y el capital invertido en la producción de insumos y maquinaria (United States Department of Agriculture-Economic Research Service [USDA, ERS], 2012). La interpretación del concepto de costo económico se basó en el “costo de oportunidad”. Para el caso concreto de este estudio, el costo financiero se define como la totalidad de los cargos atribuidos a todos los recursos, excepto a los fondos propios y del operador, así como a la mano de obra familiar y la gestión (USDA-ERS, 2012). Por otra parte, también se determinó el flujo de efectivo que es la suma real en dinero que una empresa recibe o paga por gastos de operación durante un periodo específico (Besley & Brigham, 2008); en el cálculo se consideraron los gastos en efectivo, incluyendo capital e intereses de deuda a largo plazo y los retiros personales, y se excluyeron las amortizaciones e intereses sobre el capital (USDA-ERS, 2012). Por último, la rentabilidad se consideró como la medida de la productividad de los recursos invertidos en un negocio (García, 1999), así como la inversión necesaria para lograr su desarrollo; es decir, indica cual es el rendimiento que generan las inversiones comprometidas en una organización o en una actividad como es el caso. La rentabilidad se trata de un índice, de una relación; por ejemplo, la relación entre un beneficio y un costo incurrido para obtenerlo o entre una utilidad y un gasto.

La integración de un análisis de este tipo es especialmente apropiado para el sector rural, debido a que el valor de la producción agrícola no siempre se basa en el dinero. Muchos de los insumos (semillas criollas, abonos, agua, etc.) y mano de obra (familiar) no se compran ni se venden; además, el consumo familiar de las cosechas forma parte del autoabasto que la unidad familiar (campesina) genera como beneficio propio. Por tanto, este método permite estimar el valor de los bienes y servicios no comercializados.

Resultados y discusión

La producción de hule en las regiones tropicales, en su gran mayoría, se ubica en los municipios con menores ingresos reales per cápita a nivel nacional; incluso, varios de ellos presentan índices de alta marginalidad. Pese a esto, los beneficios económicos que el cultivo del hule proporciona ha posibilitado la generación de empleos y una ocupación fija durante más de tres décadas de vida productiva de la plantación, con lo que se ha logrado mayor arraigo del campesino a sus regiones (Rojo-Martínez, Jasso-Mata, Vargas-Hernández, Palma-López, & Velásquez-Martínez, 2005).

Presently, the country has unsurpassable conditions (edaphic and climatic) for the commercial production of natural rubber (Rojo et al., 2011), and its expansion is of great importance as the substantial increase of commercial plantations of natural rubber would reduce the outflow of currency from the country, which is more than 100 million dollars per annum. This situation is generated due to the fact that the country imports around 70,000 t·year⁻¹, mainly from Thailand, Indonesia and Malaysia (Rojo-Martínez et al., 2005); 90 % of the national requirements of natural rubber are imported (Fundación Produce Oaxaca, 2007). Natural rubber is considered one of the main imported products by Mexico from Southeast Asia (Villezca, 2013). The Consejo Mexicano del Hule (2002) indicates that the potential surface for the establishment of natural rubber goes from 500,000 up to 1,000,000 hectares, a convenient amount to reach self-reliance. Presently, it is estimated at a surface area of 33,375 ha (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP], 2014). In Mexico, production is located in Veracruz (53 %), Oaxaca (33 %), Chiapas (8 %) and Tabasco (6 %) (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera [SAGARPA-SIAP], 2013). In the case of Oaxaca, the region of Tuxtepec is the most important, with an average production surface of 3 ha (Fundación Produce Oaxaca, 2007) and constitutes one of the main sources of employment and income for more than 1,500 producers in the region.

The PRU proposals for the study comply with what is established in Sagarnaga and Salas (2010), who define them as the production units that, without representing a particular producer, typify the activities and decisions of the producers that participate in the panel in a virtual manner. The PRU also represent one production unit typical of a scale and of a particular production system from a region of the country (Orona et al., 2013). Three PRU were identified with the following profiles: OXHL2.5, OXHL5 and OXHL16, where OX refers to the state of Oaxaca, HL to natural rubber and the number represents the amount of hectares.

En la actualidad, el país posee condiciones inmejorables (edáficas y climáticas) para la producción comercial de hule (Rojo et al., 2011) y su expansión adquiere gran relevancia, ya que el incremento sustancial de plantaciones comerciales de hule reduciría la salida de divisas, que se da por más de 100 millones de dólares al año. Esta situación se genera debido a que en el país se importan alrededor de 70,000 t·año⁻¹, principalmente de Tailandia, Indonesia y Malasia (Rojo-Martínez et al., 2005); es decir, se importa 90 % de los requerimientos nacionales de hule natural (Fundación Produce Oaxaca, 2007). El hule es considerado uno de los principales productos importados por México del Sudeste Asiático (Villezca, 2013). El Consejo Mexicano del Hule (2002) plantea que la superficie potencial para el establecimiento del hule va desde 500,000 hasta más de 1,000,000 de hectáreas, cantidad conveniente para alcanzar la autosuficiencia. Actualmente se estima que existe una superficie de 33,375 ha (Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias [INIFAP], 2014). En México, la producción se localiza en Veracruz (53 %), Oaxaca (33 %), Chiapas (8 %) y Tabasco (6 %) (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Sistema de Información Agroalimentaria y Pesquera [SAGARPA-SIAP], 2013). En el caso de Oaxaca, la región de Tuxtepec es la más importante con superficies de producción promedio de 3 ha (Fundación Produce Oaxaca, 2007) y constituye una de las principales fuentes de empleo e ingreso para poco más de 1,500 productores en la región.

En esta investigación, las URP propuestas para el estudio concuerdan con lo establecido por Sagarnaga y Salas (2010), quienes las definen como unidades de producción que, sin representar a un productor en particular, tipifican las actividades y decisiones de los productores participantes en el panel de forma virtual. A la vez, la URP representa una unidad de producción característica de una escala y un sistema de producción particular de una región productora del país (Orona et al., 2013). Se identificaron tres URP con el siguiente perfil: OXHL2.5, OXHL5 y OXHL16, en donde OX se refiere al estado de Oaxaca, HL al cultivo del hule y el número representa la cantidad de hectáreas. Las URP

Table 1. Characteristics of the production representative units (PRU) of natural rubber in the state of Oaxaca.
Cuadro 1. Características de las unidades representativas de producción (URP) de hule en el estado de Oaxaca.

PRU/URP	Surface (ha)/ Superficie (ha)	Active value (\$)/ Valor activo (\$)	Total income (\$)/ Ingresos totales (\$)	*Total income/natural rubber (%) /*Ingresos hule/totales (%)
OXHL2.5	2.5	223,809.60	119,200.00	96
OXHL5	5.0	567,138.80	301,066.67	82
OXHL16	16.0	715,970.50	677,120.00	99

Source: Elaboration from the field data, 2013.*Income obtained from the production of natural rubber with relation to the total income.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de campo, 2013. *Ingresos obtenidos de la producción de hule con relación a los ingresos totales.

The analyzed PRU are of low, medium and large scale, with medium technological levels, characterized by the use of chemical fertilization, implementation of agrochemicals and annual mowing on a small production scale. According to Table 1, the OXHL2.5, OXHL5 and OXHL16 PRU contribute, respectively, with 96, 82 and 99 % of the producer's income. The sales market is regional and is done for the Beneficiadora y Comercializadora de Hule de Oaxaca S. A. de C. V. (BYCHOSA).

The management done in the plantations of the study region is homogenous, due to the technical support given by AGI-DP; however, the OXHL16 PRU differentiate from the others due to the use of the stimulant Ethrel® to increase the production of latex. The technical parameters presented are within the regional average, with the exception of OXHL16, the oldest plantation (33 years old) and their tree densities are lower in comparison to the younger natural rubber plantations; therefore, latex yields of the OXHL16 are lower (Table 2). The foregoing is valid considering maximum latex yields are obtained from the 17 and 23 years old plantations.

analizadas son de baja, mediana y gran escala, con nivel tecnológico medio, caracterizadas por el uso de fertilización química, aplicación de agroquímicos y podas anuales en una escala de producción pequeña. De acuerdo con el Cuadro 1, las URP OXHL2.5, OXHL5 y OXHL16 contribuyen, respectivamente, con 96, 82 y 99 % de los ingresos del productor. El mercado de venta es regional y se realiza a la Beneficiadora y Comercializadora de Hule de Oaxaca S. A. de C. V. (BYCHOSA).

El manejo que se realiza en las plantaciones de la región de estudio es homogéneo, debido a la asesoría técnica recibida AGI-DP; sin embargo, las URP OXHL16 se diferencian de las otras debido a la utilización de estimulante (Ethrel®) para aumentar la producción de látex. Los parámetros técnicos que presentan se encuentran dentro del promedio regional, con excepción de la OXHL16, cuya plantación tiene mayor edad (33 años) y sus densidades de árboles es menor en comparación con las plantaciones de hule más jóvenes; por tanto, los rendimientos de látex de la OXHL16 son menores (Cuadro 2). Lo anterior resulta válido si se considera que los rendimientos máximos de látex se

Table 2. Technical parameters of the production representative units (PRU) of natural rubber in the state of Oaxaca.
Cuadro 2. Parámetros técnicos de las unidades representativas de producción (URP) de hule en el estado de Oaxaca.

PRU/URP	Variety (Clone)/ Variedad (Clon)	Density (plants·ha ⁻¹)/ Densidad (plantas·ha ⁻¹)	Plantation age (years)/Edad de plantación (años)	*Spikes per year (units)/ *Picas al año (unidades)	Yield (t·ha ⁻¹)/ Rendimiento (t·ha ⁻¹)
OXHL2.5	Ian-710	476	17	96	3.12
OXHL5	Ian-710	476	15	96	3.35
OXHL16	Ian-710	350	33	96	2.88

Source: Elaboration from the field data, 2013.

*Spike is a cut made in a spiral shape on the bark of trees for the extraction of latex.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de campo, 2013.

*La pica es un corte realizado en forma de espiral en la corteza de los árboles para la extracción del látex.

Table 3 shows the sale prices required based on different objectives. The required sale price for all PRU to gain a profit, including risk return, should be higher than \$13.66; while the sale price required to cover variable costs is \$9.40 per kilogram of natural rubber.

Table 4 shows the balance prices of the analyzed PRU. In the OXHL2.5 PRU, the economic cost goes up to \$13.66, while in OXHL5 the cost decreases to \$10.95 and in OXHL16 it is \$11.60 per kilogram of natural rubber. It can thus be deduced that the smaller the unit of production, economic costs tend to increase; despite the fact that in OXHL16 PRU this cost was not lower as the size and age of the plantations in this group are

obtienen en las plantaciones con edad entre los 17 y 23 años (Ortiz, 2011).

El Cuadro 3 presenta los precios de venta requeridos con base en diferentes objetivos. El precio de venta requerido para que todas las URP obtengan ganancias, incluyendo retorno al riesgo, debe ser mayor de \$13.66; mientras que el precio de venta requerido para cubrir los costos variables es de \$9.40 por kilogramo de hule.

El Cuadro 4 muestra los precios de equilibrio de las URP analizadas. En la URP OXHL2.5, el costo económico asciende a \$13.66, mientras que en la OXHL5 este costo baja a \$10.95 y en la OXHL16 es de \$11.65 por

greater, therefore, the amount of resources employed is greater than that of the other units and the yield is lower. Regarding financial costs, in OXHL2.5 it goes up to \$7.52 and in OXHL5 it is \$6.98, while in OXHL16 it increases to \$9.60 per kilogram of natural rubber. The procurement of a low financial cost is attributed to the fact that this is a production system with medium technological levels and rustic facilities. The cash flow in OXHL2.5 is up to \$18.94 and in OXHL5 it is \$13.02, while in OXHL16 it is \$11.99 per kilogram of natural

kilogramo de hule. De lo anterior se deriva que entre más pequeña es la unidad de producción, el costo económico tiende a incrementarse; aunque en la URP OXHL16 este costo no resultó menor debido a que al tener tamaño y edad de la plantación mayores, la cantidad de recursos empleados implica ser mayor que en las demás unidades y los rendimientos son menores. Con respecto al costo financiero, en la OXHL2.5 asciende a \$7.52 y en la OXHL5 es de \$6.98, mientras que en la OXHL16 se incrementa a \$9.60 por kilogramo

Table 3. Sale price (objective) required to obtain a profit in the production representative units analyzed in the state of Oaxaca.

Objectives	Sale price (\$·kg ⁻¹ of natural rubber)		
	OXHL2.5	OXHL5	OXHL16
Obtain a profit including risk-return	> 13.66	> 10.95	> 11.65
Obtain a profit including social capital return and cover all costs.	13.7	11.0	11.6
Cover all obligations in cash, including fixed and variable costs, payment of principal and withdrawals from the manufacturer.	18.9	9.7	12.0
Cover fixed and variable costs, the labor of the manufacturer/family, business management.	7.5	7.0	9.6
Cover fixed and variable out-of-pocket costs (consider taxes and insurance, credit interests and depreciation).	7.3	6.7	9.5
Cover only variable costs out-of-pocket of the producer for the required materials for a production cycle.	7.2	6.7	9.4
2013 sale price	11.0	11.0	11.0
Benefit margin	2.66	-0.05	0.65

Source: Elaboration from the field data.

Cuadro 3. Precio de venta (objetivo) requerido para obtener ganancias en las unidades representativas de la producción analizadas en el estado de Oaxaca.

Objetivos	Precio de venta (\$·kg ⁻¹ de hule)		
	OXHL2.5	OXHL5	OXHL16
Obtener ganancias incluyendo retorno al riesgo	> 13.66	> 10.95	> 11.65
Obtener ganancias incluyendo retorno sobre capital social y cubrir todos los costos.	13.7	11.0	11.6
Cubrir todas las obligaciones en efectivo, incluyendo costos fijos y variables, pagos a principal y retiros del productor.	18.9	9.7	12.0
Cubrir costos fijos y variables, mano de obra del productor/familiar, gestión empresarial.	7.5	7.0	9.6
Cubrir costos desembolsados fijos (considera impuestos y seguro, intereses de créditos y depreciaciones) y variables.	7.3	6.7	9.5
Cubrir solo costos variables desembolsados por el productor por los insumos requeridos para un ciclo de producción.	7.2	6.7	9.4
Precio de venta 2013	11.0	11.0	11.0
Margen de beneficio	2.66	-0.05	0.65

Fuente: Elaboración propia a partir de información de campo.

Table 4. Balance prices of the production representative units (PRU) analyzed in the state of Oaxaca.**Cuadro 4. Precios de equilibrio de las unidades representativas de la producción (URP) analizadas en el estado de Oaxaca.**

PRU/URP	Balance price (\$·kg ⁻¹ of natural rubber)/Precio de equilibrio (\$·kg ⁻¹ de hule)		
	Economic/Económico	Financiar/Financiero	Cash flow/ Flujo de efectivo
OXHL2.5	13.66	7.52	18.94
OXHL5	10.95	6.98	13.02
OXHL16	11.65	9.60	11.99

Source: Elaboration from the field data, 2013.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de campo, 2013.

rubber. The procurement of such a high cash flow is due to withdrawals from the income of the production unit done by the producer. The OXHL5 PRU shows the lowest costs in comparison to the other two PRU, being the optimal size for a family dedicated to the production of natural rubber to maintain an efficient lifestyle. This is the case for families in Xishuangbanna, Yunnan, China and northeastern Thailand, where the production of natural rubber of small production farmers is a viable and efficient proposal to overcome poverty (Fox & Castella, 2013).

The low equipment and infrastructure levels act in a positive manner regarding financial costs, reflecting low depreciation costs. In contrast, when the cash flow is greater than the economic cost, it can be inferred that the producers receive additional income from complementary activities, coinciding with what Aguilar, Galmiche, and Domínguez (2012) indicate; this situation also alludes to the existence of subsidiary monetary transfers.

With the results obtained, it can be proven that some PRU do not make economic profits from the plantation, as it is only able to cover its production costs. The foregoing can be demonstrated with the benefit/cost relation; in the case of OXHL2.5, its benefit/cost relation is 0.80, in OXHL5 it is 1.01 and in OXHL16 it is 0.94. Therefore, it can be said that there is a high probability that the activity becomes less profitable with time and becomes non-viable economically for the natural rubber producers of that region, which would imply their exit from the market, coinciding with the assumptions of Rodrigo (2007) and Aguilar et al. (2012).

According to Miragem et al. (1982), the sensitivity analysis supposes that the yields are the most important variable along with the price for the procurement of scenarios. For this case, the panelists speculated three scenarios in the production of latex: the positive, the most probable and the negative (Table 5). In this regard, a great similarity can be observed in the OXHL2.5

de hule. La obtención de un bajo costo financiero se atribuye a que se trata de sistemas de producción que cuentan con nivel tecnológico medio e instalaciones rústicas. El flujo de efectivo en la OXHL2.5 asciende a \$18.94 y en la OXHL5 es de \$13.02, mientras que en la OXHL16 es de \$11.99 por kilogramo de hule. La obtención de un flujo de efectivo tan alto se debe a los retiros que el productor manifestó realizar de los ingresos de la unidad de producción. La URP OXHL5 presenta los menores costos en comparación con las otras dos URP, siendo el tamaño óptimo para que una familia dedicada a la producción de hule pueda mantenerse en la región en condiciones de bienestar y sostén económico. Tal es el caso de las experiencias en Xishuangbanna, Yunnan, China y el noreste de Tailandia, donde la producción de hule de pequeños agricultores es una propuesta viable y eficaz para salir de la pobreza (Fox & Castella, 2013).

El bajo nivel de equipamiento e infraestructura actúa de manera positiva con relación al costo financiero reflejándose en los bajos costos de depreciación. Por el contrario, el flujo de efectivo al ser mayor que el costo económico permite inferir que los productores reciben ingresos adicionales, fruto de actividades complementarias, coincidiendo con lo que indican Aguilar, Galmiche, y Domínguez (2012); esta situación también hace suponer la existencia de transferencias monetarias subsidiarias.

Con los resultados obtenidos se prueba que algunas URP no obtienen ganancias económicas de la plantación, ya que solo alcanzan a cubrir sus costos de producción. Lo anterior se demuestra con la relación beneficio/costo; para el caso de la OXHL2.5 es de 0.80, en la OXHL5 es de 1.01 y en la OXHL16 es de 0.94. Por lo tanto, se puede decir que existe alta probabilidad de que la actividad se vuelva menos rentable con el tiempo y se transforme en inviable económicamente para los productores de hule de esa región, lo cual implicaría su salida del mercado, coincidiendo con lo planteado por Rodrigo (2007) y Aguilar et al. (2012).

and OXHL5 PRU when it comes to the behavior of decreases and increases of yield, while in OXHL16, the expected yields are lower; these results coincide with those obtained by Izquierdo-Bautista, Domínguez-Domínguez, Martínez-Zurimendi, Velázquez-Martínez, and Córdova-Ávalos (2011) and Aguilar et al. (2012). Table 6 shows the sensitivity analysis for the economic cost. In the negative scenario, the cost is elevated in an amount close to \$2.00 per kilogram of natural rubber in the case of all PRU. In the positive production scenario, the cost diminishes, approximately \$1.00 per kilogram in all cases. When going by the negative scenario, the productive activity shows a great sensitivity to the decrease of yields, directly affecting the level of profitability of the activity.

The results obtained reveal that the majority of PRU do not obtain any visible economic profits, product of the direct activity done on the plantation, and it can be inferred that the PRU cover a portion of their costs through additional income from other activities such as farming, the production of sugar cane or as agricultural farmers (Aguilar et al., 2012).

El análisis de sensibilidad, de acuerdo con Miragem et al. (1982), plantea que los rendimientos son la variable más importante junto con el precio para la obtención de escenarios. Para este caso, los panelistas plantearon en consenso tres escenarios en la producción de látex: el optimista, el más probable y el pesimista (Cuadro 5). Al respecto, se observa gran similitud en las URP OXHL2.5 y OXHL5 en cuanto al comportamiento en disminución y aumento del rendimiento, mientras que en la OXHL16, los rendimientos esperados son más bajos, resultados que coinciden con los obtenidos por Izquierdo-Bautista, Domínguez-Domínguez, Martínez-Zurimendi, Velázquez-Martínez, y Córdova-Ávalos (2011) y Aguilar et al. (2012). El Cuadro 6 presenta el análisis de sensibilidad al costo económico. En el escenario pesimista, el costo se eleva alrededor de \$2.00 por kilogramo de hule en el caso de todas las URP. En el escenario optimista de producción, el costo disminuye, aproximadamente, \$1.00 por kilogramo en todos los casos. De ahí, que si se parte del escenario pesimista, la actividad productiva muestra gran sensibilidad a la disminución de rendimientos, afectando de manera directa el nivel de rentabilidad de la actividad.

Table 5. Yield obtained under different scenarios in the production representative units (PRU) analyzed in the state of Oaxaca.

Cuadro 5. Rendimientos obtenidos bajo diferentes escenarios en las unidades representativas de producción (URP) analizadas en el estado de Oaxaca.

PRU/URP	Yield of natural rubber (kg·ha ⁻¹ ·year ⁻¹)/Rendimiento de hule (kg·ha ⁻¹ ·año ⁻¹)		
	Most probable scenario/ Escenario más probable	Positive scenario/ Escenario optimista	Negative scenario/ Escenario pesimista
OXHL2.5	3,120	3,420	2,800
OXHL5	3,350	3,720	3,010
OXHL16	2,880	3,460	2,400

Source: Elaboration from the field data, 2013.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de campo, 2013.

Table 6. Sensitivity analysis of financial costs in the production representative units (PRU) analyzed in the state of Oaxaca.

Cuadro 6. Análisis de sensibilidad al costo económico en las unidades representativas de producción (URP) analizadas en el estado de Oaxaca.

Proposed scenarios/Escenarios propuestos	Balance price (\$·kg ⁻¹ of natural rubber)/ Precio de equilibrio (\$·kg ⁻¹ de hule)		
	OXHL2.5	OXHL5	OXHL16
Most probable scenario/Escenario más probable	13.66	10.95	11.65
Positive scenario/Escenario optimista	12.46	9.86	9.66
Negative scenario/Escenario pesimista	15.22	12.19	13.93

Source: Elaboration from the field data, 2013.

Fuente: Elaboración propia a partir de información de campo, 2013.

It is important to improve the productive processes that allow cost reductions in order to achieve economic and financial viability, coinciding with the suppositions of Izquierdo-Bautista et al. (2011) and Schroth, Moraes, and Da Mota (2004); otherwise, the economic and financial sustainability of the plantation would be at risk. Other aspects to take care of would be innovation of the management processes of the plantations, including improvement of the control of weeds, plagues, diseases, and the collection and processing of latex; as well as to improve the density of the plantations and introduce new clones to improve yields.

The absence of economic profit that allows the producers to maintain a standard of living in regards to their needs and expectations will lead them to perform complementary activities in a higher degree; otherwise, the producer may decide to abandon the activity or sell their plantation so that it can be used for the production of wood. This situation becomes more common in the region, due to the increase in the demand of wood and to the high wood productivity of the natural rubber tree (Monroy, Aguirre, & Jiménez, 2006; Garay, Moreno, Durán, Valero, & Trejo, 2004).

Conclusions

The indicators calculated show that the OXHL2.5 and OXHL16 PRU are only profitable in financial terms, so they are not able to improve their productive capacity and obtain utilities. On the other hand, the OXHL5 PRU is profitable in economic terms and this allows it to expand its productive capacity in the future and develop innovations in its productive processes. In the OXHL2.5 and OXHL16 PRU, the relation observed between the scale and the balance price is inverse in economic costs and cash flow; a small decrease in these costs can be observed on a higher scale. In financial terms the contrary happens, mainly due to the increase of the cost caused by depreciation. The OXHL5 PRU turned out to be more profitable, as the sale price for the analysis year allows them to cover the fixed costs, variable costs and the risk return on the inversion of the activity. In order to improve economic viability, all PRU should optimize their productive processes, reprogram their decision-making to incorporate technological innovations that allow for cost reductions, the increase of yield, improvement of product quality and in some cases renewal of the plantations.

Los resultados obtenidos revelan que la mayoría de las URP no obtienen ganancias económicas visibles, producto de la actividad directa que realizan en la plantación, y se puede inferir que las URP cubren parte de sus costos mediante ingresos adicionales por otra actividad como puede ser la producción de ganado, la producción de caña de azúcar o como jornalero agrícola (Aguilar et al., 2012).

Es importante mejorar los procesos productivos que permitan bajar costos para alcanzar viabilidad económica y financiera, coincidiendo con lo propuesto por Izquierdo-Bautista et al. (2011) y Schroth, Moraes, y Da Mota (2004), de lo contrario, la sostenibilidad económica y financiera de la plantación estaría en riesgo. Otros aspectos por atender serían innovar el proceso de manejo de la plantación; es decir, mejorar el control de malezas, plagas, enfermedades, recolección y procesamiento del látex, así como aumentar las densidades de plantación e introducir nuevos clones para mejorar los rendimientos.

La ausencia de ganancias económicas que permitan a los productores sostener un nivel de vida acorde con sus necesidades y expectativas conducirá a realizar actividades complementarias en mayor medida; en caso contrario, el productor podría decidir abandonar la actividad o vender su plantación para que sea utilizada como producción maderable. Esta situación se presenta de manera más constante en la región, debido al incremento en la demanda de madera y a la alta productividad maderable del árbol del hule (Monroy, Aguirre, & Jiménez, 2006; Garay, Moreno, Durán, Valero, & Trejo, 2004).

Conclusiones

Los indicadores calculados apuntan que las URP OXHL2.5 y OXHL16 solo son rentables en términos financieros, por lo que se ven imposibilitadas para incrementar su capacidad productiva y obtener utilidades. Por otra parte, la URP OXHL5 es rentable en términos económicos y esto le permite ampliar su capacidad productiva a futuro y desarrollar innovaciones en su proceso productivo. En las URP OXHL2.5 y OXHL16, la relación que se observa entre la escala y precio de equilibrio es inversa en los costos económicos y el flujo de efectivo; es decir, a mayor escala se observa ligera disminución en estos costos. En términos financieros ocurre lo contrario, debido principalmente al aumento del costo ocasionado por las depreciaciones. La URP OXHL5 resultó ser la más rentable, ya que el precio de venta para el año de análisis les permite cubrir los costos fijos, variables y el retorno al riesgo de la inversión en la actividad. Para mejorar la viabilidad económica, todas las URP deberán optimizar sus procesos productivos, reorientar su toma de decisiones para integrar innovaciones técnicas que

End of English version

Referencias / Referencias

- Aguilar, R., Galmiche, T. Á., & Domínguez, D. M. (2012). El contexto de vulnerabilidad de familias productoras de hule (heveacultoras): Estudios de caso en el municipio de Huimanguillo, Tabasco. *Estudios sociales*, 20(39), 207–234. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/estsoc/v20n39/v20n39a8.pdf>
- Besley, S., & Brigham, F. (2008). *Fundamentos de administración financiera* (14ª ed.). México, D. F.: Cengage Learning.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2011). *Situación actual y perspectivas de las plantaciones forestales comerciales en México*. México: Comisión Nacional Forestal-Colegio de Postgraduados.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). (2013). ¿Qué es CONAFOR? Comisión Nacional Forestal. Consultado 11-02-2014 en <http://www.conafor.gob.mx/web/nosotros/que-es-conafor/>
- Consejo Mexicano del Hule A. C. (2002). *Estadísticas básicas*. México, D. F.
- European Commission. (2006). *Evaluation methods for the European Union's external assistance*. France: Author. Obtenido de https://ec.europa.eu/europeaid/sites/devco/files/evaluation-methods-guidance-vol4_en.pdf
- Fox, J., & Castella, J. C. (2013). Expansion of rubber (*Hevea brasiliensis*) in Mainland Southeast Asia: What are the prospects for smallholders? *The Journal of Peasant Studies*, 40(1), 155–170. doi: 10.1080/03066150.2012.750605
- Fundación Produce Oaxaca (2007). *El cultivo de hule y vainilla*. México.
- Garay, J. D. A., Moreno, P. P. A., Durán, P. J. A., Valero, S. W., & Trejo, P. S. S. (2004). Factibilidad de uso de la madera *Hevea brasiliensis* (Caucho) en la fabricación de tableros con pajilla y cemento. *Revista Forestal Latinoamericana*, 36, 45–58. Obtenido de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24104/2/articulo4.pdf>
- García, O. L. (1999). *Administración financiera, fundamentos y aplicaciones* (3ª ed.). Cali, Colombia: Prensa Moderna Editores.
- Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). (2014). *El cultivo del hule (Hevea brasiliensis) como nueva alternativa de producción en el estado de Jalisco*. México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos*. Obtenido de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/30/30173.pdf>
- Izquierdo-Bautista, H., Domínguez-Domínguez, M., Martínez-Zurimendi, P., Velázquez-Martínez, A., & Córdova-Ávalos, V. (2011). Problematic in the processes of production in rubber plantations (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) in Tabasco, México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 513–524. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/tsa/v14n2/v14n2a13.pdf>
- permitan reducir costos, aumentar rendimientos, mejorar la calidad del producto y en algunos casos renovar las plantaciones.
- Fin de la versión en español*
- Mandujano, B. F. (1998). Teoría del muestreo: Particularidades del diseño muestral en estudios de la conducta social. *Revista Electrónica de Metodología Aplicada*, 3(1), 1–15. Obtenido de <http://www.unioviado.es/reunido/index.php/Rema/article/view/9737/9483>
- Miragem, S., Pietra, E., Fuentes, N., Nadal, F., Porteiro, J., Sánchez, B., & Vázquez, R. (1982). *Guía para la elaboración de proyectos de desarrollo agropecuario*. San José, Costa Rica: IICA.
- Molina, P. O., & Contreras, A. M. (2010). Análisis de los métodos de cálculo del costo de producción de papa. *Municipio Rangel del estado Mérida. Visión Gerencial*, 1, 103–113. Obtenido de http://www.faces.ula.ve/gisaga/producto/I_3.pdf
- Monroy, R. C. R., Aguirre, C. Ó. A., & Jiménez, P. J. (2006). Productividad maderable de *Hevea brasiliensis* Muell. Arg. en Veracruz, México. *Ciencia UANL*, 9(3), 261–269. Obtenido de <http://eprints.uanl.mx/1737/1/articuloproductividadmaderable.pdf>
- Musálem-Santiago, M. Á. (2002). Sistemas agrosilvopastoriles: Una alternativa de desarrollo rural sustentable para el trópico mexicano. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 8(2), 91–100. Obtenido de <http://www.chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/rchscfaVIII373.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2004). *Perspectivas a plazo medio de los productos básicos agrícolas*. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/007/y5143s/y5143s00.pdf>
- Orona, C. I., Sangerman, J. D. M., Antonio, G. J., Salazar, S. E., García, H. J. L., Navarro, B. A., & Schwentesius, R. R. (2013). Proyección económica de unidades representativas de producción en caprinos en la Comarca Lagunera, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4(4), 626–636. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v4n4/v4n4a11.pdf>
- Ortiz, H. E. (2011). Paquete tecnológico del hule (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Establecimiento y mantenimiento preoperativo. Obtenido de http://www.inifap.gob.mx/Documents/inicio/paquetes/hule_establecimiento.pdf
- Paré, L. (1996). Las plantaciones forestales de eucalipto en el sureste de México ¿Una nacional? *Cuadernos Agrarios*, 14, 41–62.
- Pimienta, L. R. (2000). Encuestas probabilísticas vs. no probabilísticas. *Política y Cultura*, 13,

- 263–276. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/267/26701313.pdf>
- Rodrigo, V. H. L. (2007). Ecophysiological factors underpinning productivity of *Hevea brasiliensis*. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 19(4), 245–255. Obtenido de <http://www.scielo.br/pdf/bjpp/v19n4/a02v19n4.pdf>
- Rojo-Martínez, G. E., Jasso-Mata, J., Vargas-Hernández, J. J., Palma-López, D. J., & Velásquez-Martínez, A. (2005). Análisis de la problemática de carácter técnico-económico del proceso productivo del hule en México. *Revista Ra Ximhai*, 1(1), 81–110. Obtenido de http://uaim.edu.mx/webraximhai/07.pdf?origin=publication_detail
- Rojo, M. G. E., Martínez, R. R., & Jasso, M. J. (2011). El cultivo del hule en México. México: Colegio de Postgraduados-Universidad Autónoma Indígena de México.
- Sagarnaga, V. L. M., Ochoa, R. F., Salas, G. J. M., Anderson, D. P., Richardson, J. W., & Knutson, R. D. (2000). Mexican representative hog farms 1995-2004 economic Outlook: Preliminary study. Obtenido de <https://www.afpc.tamu.edu/pubs/2/223/Rr00-1.pdf>
- Sagarnaga, V. L. M., & Salas, G. J. M. (2010). Reporte de unidades representativas de producción agrícola. Panorama económico 2008-2018. México: Universidad Autónoma Chapingo. Obtenido de http://2006-2012.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/LINEAMIENTOS%20AGRG/RE_2010_1_4.pdf?Mobile=1
- Salas, G. J. M., Sagarnaga, V. L. M., Gómez, G. G., Leos, R. J. A., & Peña, S. O. (2013). Unidades representativas de producción de cereales. Panorama económico 2009-2014. Estado de Guanajuato. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 33, 483–494. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/141/14127709009.pdf>
- Salazar, C. E. D. C., Zavala, C. J., Castillo, A. O., & Cámara, A. R. (2004). Evaluación espacial y temporal de la vegetación de la Sierra Madrigal, Tabasco, México (1973-2003). *Investigaciones geográficas*, 54, 7–23. Obtenido de <http://www.revistas.unam.mx/index.php/rig/article/view/30128/28002>
- Schroth, G., Moraes, V. H. F., & Da Mota, M. S. S. (2004). Increasing the profitability of traditional, planted rubber agroforests at the Tapajós river, Brazilian Amazon. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 102(3), 319–339. doi:10.1016/j.agee.2003.09.001
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2013). Acuerdo por el que se dan a conocer las reglas de operación de los programas de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México: Diario Oficial de la Federación (DOF). Obtenido de http://www.sagarpa.gob.mx/ProgramasSAGARPA/Documents/Reglas%20de%20Operación%20SAGARPA%202013,%20compiladas%20_1a%20y%202a_modificacion.pdf
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SAGARPA-SIAP). (2013). Cierre de la producción agrícola por cultivo. Anuario estadístico de la producción agrícola. Consultado 17-08-13 en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/>
- United States Department of Agriculture-Economic Research Service (USDA- ERS). (2012). Commodity costs and returns. Economic Research Service. Consultado 17-09-2013 en <http://www.ers.usda.gov/data-products/commodity-costs-and-returns.aspx>
- United States Department of Agriculture - Natural Resources Conservation Service (USDA-NRCS). (2000). Commodity costs and returns estimation handbook. A report of the AAEE task force on commodity costs and returns. Obtenido de http://www.nrcs.usda.gov/wps/portal/nrcs/detail/national/technical/econ/costs/?cid=nrcs143_009751
- Villezca, B. P. A. (2013). Perspectiva global de Asia. *Ciencia UANL*, 16(62), 8–14.
- Zavala, P. M. J., Salas, G. J. M., Leos, R. J. A., & Sagarnaga, V. L. M. (2012). Construcción de unidades representativas de producción porcina y análisis de su viabilidad económica en el periodo 2009-2018. *Agrociencia*, 46(7), 731–743. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v46n7/v46n7a8.pdf>